

Produção de fitomassa de *Gliricidia sepium* em sistemas de aleias de longa duração

Phytomass production by *Gliricidia sepium* in long-term alley systems

Producción de fitomasa de *Gliricidia sepium* en sistemas de callejones a largo plazo

Mônica Matoso Campanha

Doutora em Fitotecnia

Instituição: Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Sete Lagoas – Minas Gerais, Brasil

E-mail: monica.matoso@embrapa.br

Walter José Rodrigues Matrangolo

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais

Instituição: Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Sete Lagoas – Minas Gerais, Brasil

E-mail: walter.matrangolo@embrapa.br

Elena Charlotte Landau

Doutora em Ecologia

Instituição: Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Sete Lagoas – Minas Gerais, Brasil

E-mail: charlotte.landau@embrapa.br

Thomaz Correa e Castro da Costa

Doutor em Ciência Florestal

Instituição: Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Sete Lagoas – Minas Gerais, Brasil

E-mail: thomaz.costa@embrapa.br

Carlos Eduardo Siste

Mestre em Saúde, Sociedade e Ambiente

Instituição: Centro Universitário UniArnaldo

Endereço: Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil

E-mail: cadusiste@terra.com.br

RESUMO

Arranjos produtivos com leguminosas arbustivas/arbóreas são muito estudados, destacando-se por sua multifuncionalidade e benefícios à sustentabilidade agrícola. Geralmente plantadas em aleias, essas leguminosas fornecem nutrientes para culturas econômicas cultivadas entre suas faixas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de *Gliricidia sepium* plantada em aleias, ao longo de doze anos de observação. Para isso, foram cultivadas aleias de gliricidia em uma área de 160 m², com diferentes frequências de podas: 4, 3 e 2 podas

por ano. Foram avaliados a produção de massa verde anual (folhas e ramos), o incremento médio diário, estimativa da quantidade de N nas folhas. As plantas de gliricídia apresentaram uma evolução crescente na produção de fitomassa à medida que aumenta os anos de cultivo, com as maiores produções de matéria verde total ocorrendo nos últimos anos de avaliação. Ao final da avaliação, foram produzidas 610,6 t ha⁻¹ de matéria verde das plantas de gliricídia (378,5 t ha⁻¹ de fitomassa de folhas e 232,1 t ha⁻¹ de ramos). Houve tendência linear de aumento das fitomassas de folhas e fitomassa total com o tempo. O incremento médio diário de folhas, ramos e total foi significativamente maior após as podas que ocorreram na época chuvosa do que após podas que ocorreram na época seca. O teor médio de N no componente folhas de gliricídia foi de 4,49%. A gliricídia se mostra uma espécie muito promissora para ser usada como adubo verde perene em sistemas produtivos.

Palavras-chave: gliricidia, adubação verde, leguminosa, fitomassa, produtividade.

ABSTRACT

Productive arrangements with shrub/tree legumes are extensively studied, notable for their multifunctionality and benefits to agricultural sustainability. Typically planted in alleys, these legumes provide nutrients for cash crops grown between them. The objective of this study was to evaluate the growth and development of *Gliricidia sepium* planted in alleys over twelve years of observation. To this end, alleys of gliricidia were cultivated over a 160 m² area with different pruning frequencies: 4, 3, and 2 prunings per year. Annual green mass production (leaves and branches), average daily growth, and estimated leaf N content were evaluated. Gliricidia plants showed increasing phytomass production as the number of years of cultivation increased, with the highest total green matter production occurring in the final years of evaluation. At the end of the evaluation, 610.6 t ha⁻¹ of green matter were produced from gliricidia plants (378.5 t ha⁻¹ of leaf phytomass and 232.1 t ha⁻¹ of branches). There was a linear trend of increasing leaf phytomass and total phytomass over time. The average daily increase in leaves, branches, and total phytomass was significantly greater after pruning during the rainy season than after pruning during the dry season. The average N content in the gliricidia leaf component was 4.49%. Gliricidia appears to be a very promising species for use as a perennial green manure in production systems.

Keywords: gliricidia, green manure, legumes, phytomass, productivity.

RESUMEN

Los arreglos productivos con leguminosas arbustivas/arbóreas se han estudiado ampliamente, destacando por su multifuncionalidad y beneficios para la sostenibilidad agrícola. Típicamente plantadas en hileras, estas leguminosas proporcionan nutrientes para los cultivos comerciales que se cultivan entre ellas. El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y desarrollo de *Gliricidia sepium* plantada en hileras durante doce años de observación. Para ello, se cultivaron hileras de gliricidia en un área de 160 m², con diferentes frecuencias de poda: 4, 3 y 2 podas por año. Se evaluó la producción anual de masa verde (hojas y ramos), el crecimiento diario promedio y el contenido estimado de nitrógeno foliar. Las plantas de Gliricidia mostraron una producción creciente de fitomasa a medida que aumentaba el número de años de cultivo, con mayor producción total de materia verde en los últimos años de evaluación. Al final, se produjeron 610,6 t ha⁻¹ de materia verde a partir de plantas de gliricidia (378,5 t ha⁻¹ de fitomasa foliar y 232,1 t ha⁻¹ de ramos). Se observó una tendencia lineal al aumento de la fitomasa foliar y la fitomasa

total a lo largo del tiempo. El aumento diario promedio en hojas, ramas y fitomasa total fue significativamente mayor después de la poda durante la época de lluvias que la época seca. El contenido promedio de N en el componente foliar de gliricidia fue del 4,49 %. Gliricidia parece ser una especie muy prometedora para su uso como abono verde perenne en sistemas de producción.

Palabras clave: gliricidia, abono verde, legumbres, biomasa, productividad.

1 INTRODUÇÃO

A adubação verde com leguminosas é uma técnica agrícola utilizada predominante para fornecer nitrogênio para outras plantas que não fixam este elemento. As leguminosas (Fabaceae) possuem a habilidade de fixar o nitrogênio atmosférico, e por esse motivo principal, são as mais indicadas para o uso na adubação verde. Ademais, os adubos verdes podem incrementar a capacidade produtiva dos solos pelo aumento do teor de matéria orgânica e da disponibilidade de nutrientes para as culturas, melhorando a estrutura, porosidade e conseqüente maior capacidade de infiltração de água no solo.

A produção própria de adubos verdes com espécies adequadas, tem-se mostrado ferramenta importante para incluir nos sistemas produtivos. Além dos benefícios ao solo, o cultivo e utilização dos adubos verdes na propriedade também contribui para reduzir a necessidade de aquisição de insumos externos, sobretudo fertilizantes químicos solúveis.

Diferentes arranjos produtivos com leguminosas vem sendo amplamente estudados. Dentre as espécies de leguminosas, as de porte arbustivo/arbóreo se destacam por seu papel multifuncional e pelos inúmeros benefícios que oferecem aos sistemas agrícolas, especialmente no contexto da sustentabilidade e da resiliência. Estas leguminosas são geralmente plantadas em aleias, para fornecimento de nutrientes para a cultura de interesse econômico, que são cultivadas entre as faixas das leguminosas.

Em regiões tropicais, Wolz e DeLucia (2018), observaram que *Gliricidia sepium* (gliricídia) e *Leucaena leucocephala* (leucena) são as espécies mais utilizadas em sistemas integrados. Estas espécies são adaptadas a diferentes condições climáticas e edáficas e apresentam alta produção de biomassa rica em nitrogênio. Entretanto, a maior parte dos trabalhos se concentram em avaliar as espécies nos seus primeiros anos após implantação. Experimentos

de longa duração para avaliação da produtividade e desenvolvimento destas espécies ainda são raros na literatura.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de *Gliricidia sepium* plantada em aleias, pela avaliação da produção e estimativa de aporte de N ao solo, sob diferentes frequências de poda, ao longo de doze anos de observação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A busca por uma agricultura que dependa menos de fertilizantes minerais e seja mais sustentável em termos econômicos e ambientais tem incentivado o uso de adubos verdes. Eles são vistos como uma opção para substituir ou suplementar a adubação mineral, particularmente a nitrogenada. Seu uso coopera ainda com uma agricultura regenerativa e potencial mitigadora dos efeitos das mudanças climáticas (Silva *et al.*, 2023).

A prática da adubação verde oferece uma série de benefícios adicionais, indo além da simples nutrição. Ela enriquece o solo com matéria orgânica, melhora a atividade biológica do solo e a ciclagem de nutrientes no agroecossistema (Angeletti *et al.*, 2018), importante para manter o solo saudável. Além disso, proporciona cobertura e proteção do solo contra a erosão hídrica, reduz a infestação de plantas espontâneas, quando depositada sob a superfície, e oferece alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas e polinizadores, contribuindo significativamente para a biodiversidade do sistema de produção agropecuária (Cherubin *et al.*, 2022; Calegari, 2023).

Em geral, as plantas para adubo verde são utilizadas em consórcio ou sucessão com as culturas agrícolas (Cherubin *et al.*, 2022). As leguminosas (Fabaceae) são as espécies mais indicadas para esta função, principalmente por sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, mas também por sua rusticidade e alta produção de matéria seca. A biomassa produzida pelas Fabaceae pode ser adicionada ao solo com ou sem incorporação, e apresenta baixa relação C/N, favorecendo a decomposição e mineralização mais rápida dos resíduos (Wutke *et al.*, 2023; Rampim *et al.* 2020).

Um modelo de consórcio que vem sendo testado com frequência é o cultivo em aleias, onde espécies arbóreas ou arbustivas são plantadas em fileiras (aleias) espaçadas entre si para permitir o cultivo de culturas agrícolas entre as fileiras (Kang, 1997). As árvores ou arbustos são

podados periodicamente e a biomassa da poda é deixada sobre o solo ou incorporada, servindo como adubo verde, além de diminuir a competição por luz, água e nutrientes com a cultura comercial dentro do sistema (Pimentel *et al.*, 2023; Chaves *et al.*, 2022). Com isto, ocorre transferência de nutrientes das árvores para as culturas (Freitas *et al.*, 2020; Bayala *et al.*, 2023) como o aumento do teor de N no solo e a melhoria da ciclagem de nutrientes (Figueiredo *et al.*, 2023; Lira Júnior *et al.*, 2020).

Apesar de existir grande número de espécies leguminosas com potencial para compor os sistemas em aleias, são poucas as espécies arbóreas testadas (Wolz e DeLucia, 2018). A gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) tem apresentando grande potencial para uso no cultivo em aleias por ser uma leguminosa arbórea de uso múltiplo, com alta produção de fitomassa e com boa adaptação a diferentes zonas ecológicas (Ramesh *et al.*, 2020; Rangel *et al.*, 2022; Castro Filho *et al.*, 2016; Figueiredo *et al.*, 2023). Como adubo verde, essa planta pode melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade das culturas agrícolas associadas, o que segundo Alamu *et al.* (2023) e Duarte *et al.* (2025), a torna ideal para o cultivo em aleias.

Originária do México e da América Central, a gliricídia é uma planta de porte arbóreo, podendo alcançar até 15m de altura em crescimento livre, tolerante à seca, e com grande capacidade de rebrota após o corte, produzindo biomassa mesmo em condições de baixa disponibilidade hídrica (Drumond e Carvalho Filho, 2005; Paulino *et al.*, 2011; Paula *et al.*, 2015). Essa leguminosa vem sendo cultivada como fonte de forragem e lenha em propriedades rurais por apresentar alto teor de proteína bruta nas folhas e alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em associação com bactérias do gênero *Rhizobium* (Araújo *et al.*, 2024; Figueiredo *et al.*, 2023). Mas outros estudos também demonstraram os benefícios da integração de gliricídia com milho (*Zea mays*), espécies forrageiras e fruteiras (Barreto *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2013; Chaves *et al.*, 2022).

Ecofisiologicamente, essa espécie vegeta, se desenvolve e reproduz em altitudes variando do nível do mar até 1500m, com precipitações anuais entre 600 a 3500mm, temperaturas mínimas e máximas entre 14 e 40°C, não tolerando geadas, solos encharcados ou com elevada salinidade, podendo sobreviver e rebrotar após a queima pelo fogo. Seu florescimento e frutificação acontecem durante a estação seca do ano, sendo facilmente propagada por sementes e estacas vegetativas. Trata-se de uma espécie autoincompatível e polinização cruzada, tendo algumas espécies de abelhas como principais agentes polinizadores (Drumond e Carvalho Filho, 2005).

A gliricídia utilizada como adubo verde para culturas agrícolas e pastagem, é frequentemente plantada em sistemas de aleias. As culturas são semeadas entre as fileiras (aleias) de gliricídia e adubadas, ou com adubação complementada, pela poda da parte aérea desta leguminosa. Esse material verde quando depositado ao solo servirá como fonte de matéria orgânica e nutrientes para a cultura em consórcio (Barreto *et al.*, 2012; Paulino *et al.*, 2011; Lira Júnior *et al.*, 2020).

Diferentes alturas e frequência de podas são indicadas por diversos autores para o manejo da gliricídia como adubo verde, plantada em aleias (Freitas *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2022), demonstrando a diversidade de resposta desta espécie. Em geral, podas sucessivas com frequência menor que 90 dias pode reduzir a produtividade de fitomassa e o vigor das plantas (Latt *et al.*, 2000; Edvan *et al.*, 2016). Entretanto, a maioria dos experimentos avaliaram apenas os anos iniciais de cultivo desta leguminosa arbórea, até os 3-4 primeiros anos (Paulino *et al.*, 2011; Martins *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2022; Chaves *et al.*, 2022). Nota-se ainda uma escassez de resultados experimentais de longa duração para avaliação da produtividade destas espécies.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA

Os estudos sobre o potencial produtivo da gliricídia (*Gliricidia sepium*) foram conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo, município de Sete Lagoas, MG. O clima da região é Cwa (Köppen (1936), citado por Alvares *et al.* (2013), com inverno seco e verão chuvoso. Os dados climáticos foram adquiridos pelo site do INMET, referente à estação meteorológica de Sete Lagoas, MG (Instituto Nacional de Meteorologia, 2025).

Os solos foram classificados como latossolo vermelho, argiloso, onde em 2013, na implantação do sistema de aleias, apresentava um pH (H₂O) ligeiramente ácido (5,6). Em 2023 foi constatado um pH (H₂O) de 6,3.

3.2 PLANTIO

As aleias de gliricídia foram implantadas na área em março de 2013, utilizando 120 estacas de *G. sepium*, com cerca de 2,5 cm de diâmetro e 1 m de comprimento, a 40 cm de profundidade. O plantio das leguminosas se deu em três faixas de 20 m de comprimento cada, paralelas entre si e espaçadas de 4 m entre as fileiras e 0,5 m entre plantas na fileira (40 plantas por fileira), em uma área de 160 m² (7.500 pl ha⁻¹).

Entre as faixas da leguminosa, foram cultivadas plantas de interesse comercial (milho, feijão e capim), durante os anos de acompanhamento do experimento. Essas culturas eram fertilizadas apenas com a poda da leguminosa, não sendo utilizado fertilizantes sintéticos nem agrotóxicos na área. Houve irrigação de salvamento para os cultivos agrícolas entre as aleias, somente durante a época seca, entre abril e setembro, quando necessário.

3.3 CONDUÇÃO

Após o plantio das estacas de gliricídia, em março de 2013, foram feitas duas podas de condução, sendo a primeira aos 170 dias, cortando as plantas a um metro de altura e a segunda poda de condução, com 215 dias, mantendo a altura da planta de um metro e eliminando as brotações mais baixas que nasceram com a supressão da brotação principal. A partir do segundo ano, o manejo foi alterado em função da frequência de poda, denominada de fases, sempre mantendo o fuste a um metro de altura. Os ramos e folhas das brotações laterais abaixo de um metro também eram cortados durante a poda.

Na primeira fase, entre 2014 e 2016, as plantas foram podadas com intervalos de aproximadamente 90 dias, sendo 4 podas por ano. Entre 2017 e 2020, uma segunda fase, foram feitas três podas por ano. E na terceira fase, entre 2021 a 2023, foram feitas duas podas por ano, quando estas passaram a acompanhar o período de plantio da lavoura de milho (final de um ano, antes da semeadura do milho) e condução (início do ano seguinte, cerca de 30 dias após o planto do milho) cultivada nas entrelinhas das aleias de gliricídia.

Na primeira e na terceira fases (safras 2015/16 e 2016/17; e safras 2020/21, 2021/22, 2022/23 e 2023/2024), as culturas intercalares foram o milho seguido do feijão. Essas culturas foram plantadas por semeadura direta sobre a poda da gliricídia (fitomassa depositada sobre o

solo), sem o revolvimento do solo. Na safra 2017/2018 foi semeado o milho e após a colheita dos grãos, a braquiária foi semeada e passou a ocupar a área entre as faixas de gliricídia até 2020.

3.4 PARÂMENTROS AVALIADOS

Em cada poda da parte aérea de gliricídia, a fitomassa verde (MV) foi separada em dois grupos: folhas (incluindo folhas e galhos finos, com até 1 cm de diâmetro) e ramos (galhos grossos a partir de 1 cm de diâmetro). Depois de pesada (uso de dinamômetro portátil), essa matéria verde colhida foi depositada manualmente sobre o solo nas entrelinhas das aleias, sem ser triturada.

Foram quantificadas em cada poda, a matéria verde total (folhas mais ramos), de folhas (folhas mais ramos finos < 1 cm de diâmetro) e de ramos (ramos maiores que 1 cm de diâmetro), em toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$). Somando os dados quantificados por ano após o estabelecimento inicial das plantas, foram calculados o incremento médio por dia ($kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$), a produtividade média por ano ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) e o percentual médio da fitomassa total representado por folhas (%).

O período de estabelecimento das plantas de gliricídia foi de março a novembro de 2013. Novembro de 2013 marca o início das podas de manejo, e o período de um ano de crescimento foi definido como sendo o intervalo entre novembro de um ano e novembro do ano seguinte. A avaliação de resultados dos anos subsequentes de desenvolvimento das plantas foi baseada no somatório do peso da fitomassa registrado nas podas ocorrentes entre os meses de novembro de anos consecutivos. Nos anos sem podas em novembro, foram considerados os resultados registrados nas datas mais próximas a novembro (nos dois últimos dias de outubro ou nos primeiros dias de dezembro), resultando numa variação média dos intervalos de poda entre datas anuais de referência de 367 ± 17 dias. Desse modo, os valores de fitomassa obtidos foram inicialmente divididos pela quantidade de dias efetivamente transcorridos entre as podas de novembro de anos consecutivos, e, posteriormente, multiplicados por 365, representando resultados de produtividade média de fitomassa proporcionais a um ano.

Em 2019 foi feita avaliação do teor de matéria seca (MS), com amostras do grupo “folhas”, trituradas e secas em estufa de ventilação forçada a $65^{\circ}C$ por 72 h. A partir dessa MS, o teor de N nas folhas também foi avaliado, utilizando 05 amostras de matéria seca das folhas,

pelo método ICP-OES (Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente). A quantidade de N da fitomassa seca foi estimada pela multiplicação do teor de N pela quantidade de folhas secas ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Em 2016 e 2023, foi avaliada a porcentagem de sobrevivência das mudas, utilizando o número de mudas no início e nas datas definidas. Não houve replantio das plantas mortas.

3.5 ESTATÍSTICA

Visando avaliar se houve diferenças em termos de padrões de incremento médio diário de fitomassa entre as fases de desenvolvimento das plantas, foram comparados os resultados anuais das podas relativas a três anos consecutivos, por fase. As comparações foram realizadas através do Teste t ($P=0,05$) unicaudal, presumindo grupos com variâncias diferentes.

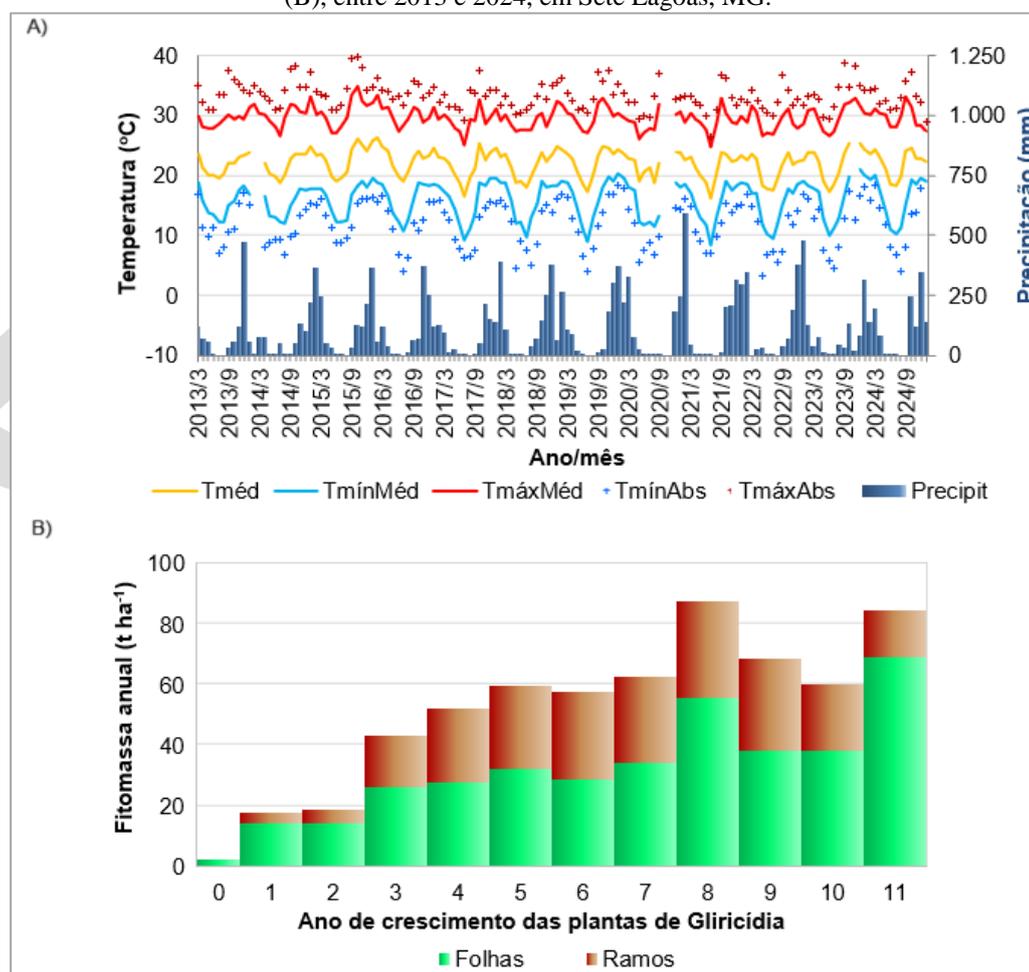
Posteriormente foi avaliado se houve diferença significativa em termos de padrões de incremento médio diário de fitomassa após podas ocorridas em diversas épocas do ano (seca ou chuva). Para tanto, foi considerada após época chuvosa quando a poda anterior ocorreu de outubro a março, e após período seco, quando a poda anterior se deu de abril a setembro. Inicialmente foram comparados por época os dados registrados em todas as fases de manejo; posteriormente, épocas por fase de manejo, no caso da fase de manejo com pelo menos 3 registros em cada época. As comparações também foram realizadas através de Teste “t” ($p=0,05$) unicaudal, presumindo grupos com variâncias diferentes.

Pela Correlação de Pearson foi avaliada a relação linear entre o incremento anual de fitomassa e a idade das plantas, bem como o padrão de incremento de fitomassa de acordo com a duração do intervalo entre as podas consecutivas e também com características climáticas diárias potencialmente relacionadas ao crescimento das plantas. As variáveis do clima estudadas foram: precipitação acumulada (mm); temperaturas médias, mínima e máxima absolutas, mínima e máxima médias ($^{\circ}\text{C}$), coletadas na Estação Meteorológica de Sete Lagoas (Inmet, 2025), e o intervalo estudado foi: todo o período entre podas subsequentes, os 30 primeiros dias após a poda anterior e os dez dias após a poda anterior.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variação mensal das temperaturas e chuvas registradas ao longo do experimento são apresentadas na Figura 1, onde também é observado a evolução da fitomassa anual de folhas e ramos, obtidos nas podas de gliricídia. Nota-se que os gráficos coincidem em termos de período cronológico.

Figura 1. Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação (A) e Produção de fitomassa anual de gliricídia (B), entre 2013 e 2024, em Sete Lagoas, MG.



Tméd – temperatura média mensal, TmínMéd – média das temperaturas mínimas absolutas diárias do mês, TmínAbs – temperatura mínima absoluta do mês, TmáxMéd – média mensal das temperaturas máximas absolutas diárias do mês, TmáxAbs – temperatura máxima absoluta do mês, Precipit – precipitação mensal acumulada. Altura das podas: 0=rente ao solo, 1=um metro. Ano de crescimento: 0=período de estabelecimento inicial. Fonte: Inmet (2025), dados originais.

A Tabela 1 apresenta as quantidades produzidas de fitomassa verde por ano, com o respectivo número de podas que ocorreram dentro desse período, o incremento médio diário de

fitomassa e a variação temporal do percentual da fitomassa representada por folhas. A elevação dos valores de incremento diário de fitomassa acompanhou a quantidade de folhas, ramos e matéria verde total ao longo dos anos.

Durante os 11 anos de avaliação, contados após o período de estabelecimento inicial, foram produzidos 610,6 t ha⁻¹ de matéria verde total das plantas de glicírdia (378,5 t ha⁻¹ de fitomassa de folhas e 232,1 t ha⁻¹ de ramos) (Tabela 1), proporcionando uma média de 50,89 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria verde e um incremento médio diário de 93,72 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de folhas e 57,80 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de ramos.

Tabela 1. Variação anual e Incremento médio diário da quantidade de fitomassa de plantas de glicírdia, entre 2013 (Ano 0) e 2024 (Ano 11), em Sete Lagoas, MG.

Ano de crescimento	Número de podas	Peso médio anual da fitomassa retirada nas podas (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)			Incremento médio diário de fitomassa (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)			Porcentagem de folhas (%)
		Folhas	Ramos	Folhas+ Ramos	Folhas	Ramos	Folhas+ Ramos	
0	1	2,3	0,0	2,3	6,3	0,0	6,3	100,0
1º	4	14,2	3,4	17,6	38,8	9,4	48,2	80,5
2º	4	14,2	4,5	18,6	38,8	12,2	51,0	76,0
3º	4	25,8	17,0	42,8	70,8	46,5	117,3	60,3
4º	3	27,6	24,3	51,9	75,7	66,6	142,3	53,2
5º	3	32,0	27,1	59,1	87,6	74,3	161,9	54,1
6º	3	28,4	28,7	57,2	77,9	78,7	156,6	49,7
7º	2	34,0	28,1	62,1	93,2	77,0	170,1	54,8
8º	2	55,5	31,6	87,0	151,9	86,5	238,4	63,7
9º	2	37,8	30,6	68,5	103,6	84,0	187,6	55,2
10º	2	37,8	21,8	59,6	103,7	59,7	163,3	63,5
11º	3	68,9	15,0	83,9	188,9	41,0	229,9	82,2
Total	33	378,6	232,1	610,6				
Média		31,5	19,3	50,9	86,4	53,0	139,4	66,1

Ano de crescimento: 0 = período de estabelecimento inicial das plantas.

Fonte: elaborado pelos autores.

As maiores produções de matéria verde total ocorreram no 8º e no 11º ano (2021 e 2024), com 87,0 e 83,9 t ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente, equivalendo a um incremento médio diário de 238,4 e 229,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹. Para folhas, a maior produção ocorreu no 11º ano (2024), com 68,9 t ha⁻¹ ano⁻¹, tendo representado nesse ano um incremento médio diário de folhas de 188,9 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 1).

Ao longo do tempo houve alteração na proporção entre o componente folhas e o componente ramos (Tabela 1). O percentual de fitomassa representado por folhas diminuiu progressivamente entre o 1º e o 6º anos após o estabelecimento das plantas, apresentando

tendência média de aumento ou variação de tendências nos anos posteriores. Maior proporção de folhas foi encontrada nos anos iniciais após o período de implantação e no último ano de avaliação (Tabela 1).

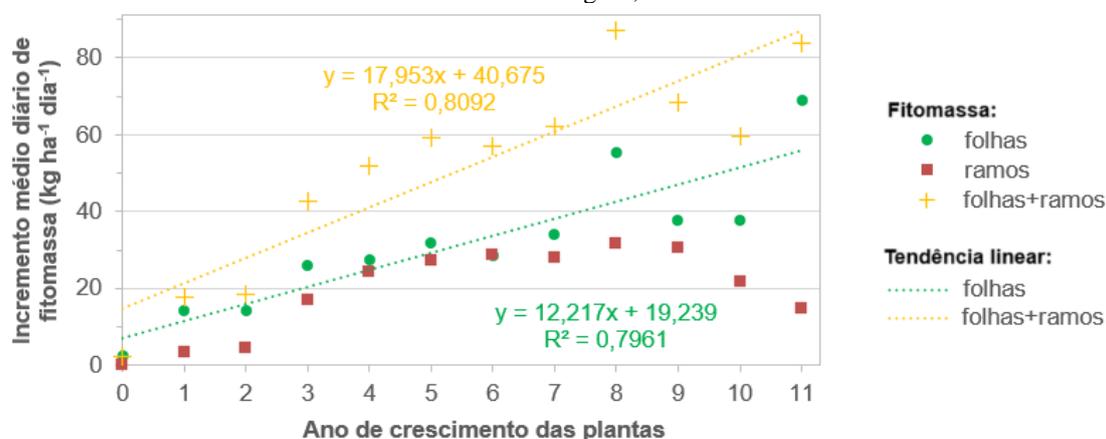
Considerando as fases referentes à frequência de podas, na primeira fase, de 2014 a 2016 (correspondente aos anos 1, 2 e 3 da Figura 1), com 4 podas por ano, a produção média de fitomassa total por ano (MV) foi de $26,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com $18,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de folhas e $8,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ramos. No ciclo seguinte, de 2017 a 2020, com três podas por ano, houve um grande aumento na produção de fitomassa, com a média de $57,6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com $30,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de folhas e $27,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ramos. Mas a maior produtividade média de fitomassa total por ano foi registrada na última fase, com duas podas (2021 a 2023), com $71,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo $43,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ somente de folhas.

Ao analisar os resultados por ano de crescimento das plantas foi observada tendência linear de aumento da fitomassa de folhas e fitomassa total com o tempo (R^2 acima de 0,8) (Figura 2). A fitomassa de ramos apresentou aumento até o 8º ano após o estabelecimento das plantas e, posteriormente apresentou um declínio.

Não foi observada relação linear entre a duração do período de tempo entre podas subsequentes e o aumento de fitomassa, ao analisar os resultados por poda.

A presença de ramos (com diâmetro $> 1 \text{ cm}$) foi observada em podas a partir de 80-95 dias após o corte anterior (poda). No geral, após o período de estabelecimento inicial das plantas, foi verificada uma média de 66,1% do total da fitomassa verde de gliricídia composta de folhas (folhas e ramos finos) e de 33,9% de ramos (ramos com diâmetro $> 1 \text{ cm}$). A proporção de folhas é bem maior até aproximadamente uns 100 dias após a poda, quando aumenta a fitomassa de ramos.

Figura 2. Relação entre as fitomassas anuais de folhas, ramos e total de gliricídia, produzidas entre 2013 e 2024, em Sete Lagoas, MG.



Fonte: elaborado pelos autores.

O incremento médio diário de folhas, ramos e total foi significativamente maior após as podas que ocorreram na época chuvosa do que após podas que ocorreram na época seca (Tabela 2). No entanto, a proporção entre quantidade de folhas e ramos produzidos, após podas tanto no período chuvoso como no seco, se manteve relativamente constante, com 67,4% de folhas (folhas e ramos < 1cm) após podas na época chuvosa e 64,5% de folhas após podas na época seca.

Não foi observada relação linear direta representativa com as variáveis climáticas consideradas isoladamente.

Tabela 2. Incremento médio diário da fitomassa verde de folhas, ramos e total de gliricídia após podas em diferentes épocas do ano, entre 2013 e 2024, em Sete Lagoas, MG.

Época da poda anterior	Mês da poda anterior	Número de podas	Incremento médio diário de fitomassa: média±desvio padrão (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)		
			Folhas	Ramos	Total
Chuvosa	Outubro a março	22	133,58±95,92 a	64,53±52,71 a	198,11±108,29 a
Seca	Abril a setembro	10	44,10±34,00 b	24,50±25,60 b	68,60± 57,85 b

* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste t, no nível de 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao comparar o crescimento médio entre as fases de manejo, o incremento médio diário de fitomassa também variou (Tabela 3). A produção de folhas foi estatisticamente igual entre as Fases 2 e 3, sendo menor na Fase 1. O incremento de médio diário de ramos e da matéria verde total acompanhou o resultado para o crescimento de folhas, com menores médias registradas nos anos iniciais de crescimento da cultura, onde foram feitas 4 podas.

Tabela 3. Incremento médio diário da fitomassa verde de folhas, ramos e total de gliricídia, por fase de manejo das plantas, entre 2013 e 2024, em Sete Lagoas, MG.

Fase de manejo	Anos de crescimento	Incremento médio diário de fitomassa: média±desvio padrão (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)		
		Folhas	Ramos	Total
1	1º a 3º	49,47±18,47 b	22,71±20,66 b	72,18±39,11 b
2	5º a 7º	86,22± 7,74 a	76,67± 2,19 a	162,89± 6,83 a
3	9º a 11º	132,06±49,20 a	61,53±21,55 a	193,59±33,66 a

* Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste t, no nível de 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pelos autores.

A matéria seca (MS) de ramos finos e folhas de gliricídia correspondeu, em média, a 23,35% da fitomassa verde. Ao final de 2024, foram geradas 142,60 toneladas de MS ha⁻¹, com média de 12,96 t ha⁻¹ ano⁻¹, após o primeiro ano de implantação das aleias.

O teor médio de N no componente folhas de gliricídia (MS) foi de 4,49% (Matrangolo *et al.*, 2019). As plantas de gliricídia, ao final de 12 anos, incluindo o ano de implantação, produziram 3.969 kg de N por hectare. A quantidade de N seguiu a produção de folhas, com as maiores quantidades de N fixada pelas folhas de gliricídia nos anos 8º e 11º, com 581,9 e 722,3 kg N por hectare por ano.

Na avaliação da porcentagem de sobrevivência das mudas, em 2016, a sobrevivência de gliricídia foi de 50% (3.750 pl.ha⁻¹). Após 10 anos consecutivos do plantio e muitas podas, em novembro de 2023 permaneceram produtivas 53 plantas de gliricídia (44,2%, 3.313 pl.ha⁻¹).

A gliricídia se destaca pela sua alta produção de matéria verde (Figura 1). Mesmo em condição de reduzida precipitação, como a ocorrida em 2014 (ano 1, subsequente ao estabelecimento das mudas), as plantas se mantiveram produtivas. Diversos autores citam a habilidade da gliricídia de enfrentar condições de baixa disponibilidade hídrica e manter-se produtiva (Castro e Filho *et al.*, 2016; Rangel *et al.*, 2019; Ramesh *et al.*, 2020; Alamu *et al.*, 2023). Para Kabi e Lutakome (2013), a alta capacidade de brotação e a retenção de folhas mesmo durante a estação contribuem para a alta produção de biomassa de *G. sepium*. Essa adaptação da cultura representa uma enorme vantagem diante da crescente recorrência de eventos climáticos extremos, incluindo secas prolongadas.

As plantas de gliricídia apresentaram uma evolução crescente na produção de fitomassa à medida que aumenta os anos de cultivo, com as maiores produções de matéria verde total ocorrendo nos últimos anos de avaliação (Tabela 1). Analisando o crescimento pela frequência de poda, a primeira fase, de 2014 a 2016, com 4 podas por ano, as plantas estavam se

estabelecendo, mas já produziram bastante fitomassa (correspondente aos anos 1, 2 e 3 da Figura 1). No ciclo seguinte (Fase 2), de 2017 a 2020, com três podas por ano, houve um grande aumento na produção de fitomassa, mas no ciclo com duas podas (Fase 3 - 2021 a 2023) foi onde as plantas produziram a maior quantidade de massa verde, provavelmente aliada também à maior idade das mesmas.

O acúmulo de reservas na parte aérea e nas raízes participam neste crescimento produtivo. Após vários anos de crescimento, provavelmente as plantas de gliricídia se encontravam com seu sistema radicular bem estabelecido, associado ao aumento do volume do caule que permaneceu após cada poda (corte a 1,0 m de altura), passando do diâmetro de 2,5 cm (estaca de plantio) para 10,8 cm de diâmetro médio em dezembro de 2024. Santana *et al.* (2024) verificaram que em ambiente semiárido (Caatinga) onde a gliricídia é utilizada para alimentação animal, a remoção repetida da biomassa da parte aérea desta leguminosa resulta em alta relação raiz: parte aérea (2.69:1), e que neste ambiente, a gliricídia manteve 88% de seu sistema radicular entre 5 e 60 cm de profundidade no solo. Isso é uma característica muito importante da espécie, pois Latt *et al.* (2000) verificaram que a gliricídia mobiliza, inicialmente as reservas de carboidrato do caule para o crescimento das brotações após a poda, e só posteriormente as reservas das raízes. Evidências encontradas também por Garcia *et al.* (2001), onde observaram que a poda resultou em aumento gradual na concentração de açúcares solúveis no caule ao longo do tempo. Ao final do estudo, a concentração de açúcar no caule aumentou e a concentração na raiz diminuiu. Em relação ao amido, foi notado uma tendência de concentração no tecido radicular da gliricídia em todos os tratamentos de poda. O amido se mostrou o principal carboidrato de reserva, sendo hidrolisado em açúcares solúveis de acordo com a necessidade das plantas para crescimento de novo brotos.

De acordo com Latt *et al.* (2000), as podas da parte aérea de gliricídia sempre alteram a composição dos carboidratos de reserva, diminuindo estas reservas, tanto de caule como de raízes, à medida que ocorre a brotação após corte. Entretanto, os autores também observaram que a reposição de amido no caule inicia três meses após o corte, e a mobilização das reservas das raízes, e conseqüentemente sua reposição, começaram após três cortes. Neste sentido, a maior produção de biomassa na Fase 3, pode ter sido favorecida pelo maior período de tempo entre as podas que permitiu um tempo de crescimento mais longo de ramos, folhas e raízes, com maior área foliar fotossintética atuando na produção de mais carboidratos (Kabi e Lutakome, 2013).

Esse resultado de maior produtividade quando é proporcionado à planta de gliricídia intervalos de corte mais longos são corroborados por outros autores (Garcia *et al.*, 2001; Bayala *et al.*, 2023). Barreto *et al.* (2012) observaram uma redução acentuada de produção de matéria seca (MS) de gliricídia de 6,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ para menos de 1,0 t ha⁻¹ ano⁻¹, com o aumento da frequência de poda de gliricídia de 3 vezes para 6 vezes ao ano. Silva *et al.* (2022) observaram que a produção de gliricídia passou de 6,64 t ha⁻¹ com 3 cortes por ano para 4,21 t ha⁻¹ com 4 corte e 3,11 t ha⁻¹ com 6 cortes por ano.

A produção de biomassa de *Gliricidia sepium* foi variável de um ano para o outro, superando, por vezes, os resultados de outras pesquisas. Isso demonstra a grande capacidade da espécie de responder de forma diversa a manejos e condições edafoclimáticas distintas. Barreto *et al.* (2012) encontraram 9 t ha⁻¹ de MS acumulada após 22 meses de podas para um estande de 4 mil plantas por hectare, podadas a 50 cm, valores semelhantes aos encontrado neste experimento, com produção total de massa verde (MV) de gliricídia até o 2º ano (24 meses após o período de implantação) de 38,5 t ha⁻¹ ano⁻¹, correspondendo a 9 t ha⁻¹ ano⁻¹. Chaves *et al.* (2022) encontraram 9,81 toneladas de MF em ano de um plantio no 3º ano (500 pl ha⁻¹, inferiores ao encontrado neste trabalho, assim como inferiores foram os valores encontrados por Paulino *et al.* (2011), com 2,44 t ha⁻¹ de MS no primeiro ano e 3,39 t ha⁻¹ no segundo ano, após um ano de estabelecimento das mudas, adotando-se 3 podas anuais. Já Martins *et al.* (2013) encontraram valores maiores do que os apresentados neste estudo, com produção de gliricídia, média do 3º e 4º ano, 2,77 t ha⁻¹ de biomassa seca de folhas e galhos finos e 12,57 t ha⁻¹ de lenha, plantada em aleias de 1 x 6m, podadas a 1,5m de altura. Gonçalves Júnior (2017) encontrou produção de 127,35 t ha⁻¹ de MF, em 27 meses de coleta de podas a 0,9 m, de plantas de gliricídia com 9 anos de idade (1.667 pl ha⁻¹).

Verificou-se que a modificação no ciclo de poda afetou a proporção/relação entre folhas e ramos. Apesar dos dados de porcentagem de folhas apresentado na Tabela 1 indicarem maior proporção de folhas nos anos iniciais após o período de implantação e no último ano de avaliação, houve uma tendência linear de aumento da quantidade de folhas à medida que aumenta a idade e reduz o número de podas (Figura 2 e Tabela 3). Kabi e Latouke (2013) observaram aumento da relação folhas: haste com a redução da frequência das podas de 1 e 2 meses para 4 e 6 meses. A tendência de crescimento linear de fitomassa total com o tempo (Figura 2), mostrando inclusive um aumento de produção de fitomassa total de 14% em 2024 em relação à média de produção da

Fase 3, podem apontar que aos 12 anos de idade, as plantas de gliricídia ainda não alcançaram o patamar de estabilidade de produção desta espécie. Neste sentido, é importante o monitoramento da produção de fitomassa desta espécie por períodos mais longos do que o desta pesquisa.

Também foi visto que, quando o crescimento das plantas após a poda se deu na época chuvosa, houve maior produção de matéria verde total de gliricídia do que quando o crescimento aconteceu na época seca (Tabela 2). Apesar de apresentar crescimento mesmo em condições de restrição hídrica (época seca), o experimento mostra que há um importante o aumento do potencial produtivo da gliricídia quando há disponibilidade hídrica. Esse comportamento também foi encontrado por outros autores. Chaves *et al.* (2022) encontraram redução de 28,5% na produção de biomassa fresca quando a planta cresceu no período seco comparado com o período chuvoso. Gonçalves Junior (2017) observou maior produção de MF e MS nos cortes que coincidiram com o final de períodos de maior precipitação pluviométrica na região. Para Latt *et al.* (2000), árvores cortadas durante a estação chuvosa que são deixadas para crescer na estação seca, podem exigir um período mais longo para repor as reservas de carboidratos. Edvan *et al.* (2016), avaliando o crescimento da *Gliricídia sepium* submetida a diferentes manejos e cortes observou que a precipitação pluviométrica influenciou tanto a produção de matéria verde como também a área foliar específica, ou seja, influenciou diretamente a quantidade produzida.

Chaves *et al.* (2022) encontrou após 24 meses do plantio, o teor de MS de 20,3% em folhas e galhos finos de podas de gliricídia, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, no 3º ano de cultivo (23,35%).

O teor de 4,49% de N encontrado neste trabalho é mais alto do que o apresentado por outros autores. Paulino *et al.* (2011) encontrou teor médio de $3,15 \pm 0,28\%$ de N em ramos tenros e folhas podados em três anos de experimento. Silva *et al.* (2022) encontrou valores entre 2,18 e 2,35% de N em folhas de gliricídia, podadas no primeiro ano após a implantação. Chaves *et al.* (2022) encontraram 3,36% de N em folhas e galhos finos de gliricídia podados na época seca, semelhante aos 3,41% de N encontrado por Gonçalves Júnior (2017). A quantidade de nitrogênio fixada seguiu a produção foliar, revelando um expressivo potencial para enriquecer o sistema com nitrogênio após a decomposição da biomassa vegetal.

A sobrevivência das estacas no campo após 3 anos foi de 50%, parâmetro que variou entre outros autores. Freitas *et al.* (2020) encontrou 75% de sobrevivência das mudas, cultivadas até 50 cm a partir de estacas, após 11 meses. Paulino *et al.* (2011) relata 93% de sobrevivência das

mudas em estacas, após 6 meses de plantio, em condições de chuva e temperatura elevada. O plantio diretamente no campo, com as estacas, sem a formação prévia da muda, aliada ao plantio na época seca (março) e as podas sequenciais nos anos iniciais, pode ter sido fator relevante para a sobrevivência no campo, neste experimento.

A gliricídia se mostra uma espécie muito promissora para ser usada como adubo verde perene em sistemas produtivos, conforme observado neste estudo de longo prazo. Entretanto, para otimizar a produção de material vegetal, o manejo da gliricídia pode ser aperfeiçoado, com estudos sobre o estande de plantas, intervalo de podas e altura de podas, considerando ainda a cultura intercalar e as condições edafoclimáticas.

A contribuição desses estudos será essencial para alcançarmos modelos de produção mais resilientes, capazes de integrar retornos econômicos e ambientais.

5 CONCLUSÃO

A grande produção de fitomassa com alto teor de nitrogênio (folhas) gerada pelas plantas de gliricídia, em sistemas de aleias, permitem indicar seu uso como adubo verde para o Cerrado mineiro. As podas das plantas a um metro de altura, independente da frequência de corte, propiciaram uma produção crescente de massa vegetal, indicando que ao longo de 12 anos, no manejo estudado, esta espécie ainda não estabilizou sua produção.

Os resultados de produtividade de gliricídia ampliam o conhecimento sobre o manejo agrônomo da espécie, estimulando a adubação verde com espécies leguminosas arbóreas. Estes dados também servem de base para pesquisas sobre ajustes no arranjo fitotécnico com as culturas intercalares e no manejo da gliricídia, para atender às necessidades dos produtores de diferentes regiões climáticas. Essas informações são fundamentais na construção de sistemas alimentares sustentáveis e adaptados às mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig e CNPq pelas bolsas e apoio financeiro. À Embrapa e seus funcionários pelo apoio nas atividades durante os anos de estudo. Ao CVT-MG/ Guayi pelo apoio nas atividades.

REFERÊNCIAS

- ALAMU, E. O. *et al.* *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp Applications for Enhancing Soil Fertility and Crop Nutritional Qualities: A Review. **Forests**, v. 14, n. 3, p.635. 2023. Doi:10.3390/f14030635
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANGELETTI, M. P. *et al.* **Espécies vegetais para cobertura de solo: guia ilustrado**. Vitória, ES: Incaper, 2018. 76 p. (Circular Técnica, 07-I. Incaper)
- ARAÚJO, E. da S. *et al.* **Sistema mecanizado de produção de biomassa de gliricídia**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2024. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 152)
- BARRETO, A. C.; CHAER, G. M.; FERNANDES, M. F. Hedgerow pruning frequency effects on soil quality and maize productivity in alley cropping with *Gliricidia sepium* in Northeastern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 120, p. 112-120, 2012. Doi: 10.1016/j.still.2011.11.010.
- BAYALA, J. *et al.* Frequency and period of pruning affect fodder production of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. and *Pterocarpus erinaceus* Poir. in the Sahel. **Agroforestry System**, v. 97, p. 1307–1321 (2023). Doi: 10.1007/s10457-022-00779-y
- CALEGARI, A. **Benefícios do uso de adubos verdes como garantia de sustentabilidade e aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas**. In: LIMA FILHO, O. F. de *et al.* (ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 1, cap. 1, p. 13-34.
- CASTRO FILHO, E. S. *et al.* Dry matter yield and bromatological composition of gliricidia in different crop densities. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p. 1038-1043, 2016. Doi: 10.1590/0103-8478cr20150782
- CHAVES, J. da S. *et al.* Produção de biomassa vegetal de *Gliricidia sepium* em sistema consorciado com fruteiras. **Conjecturas**, v. 22, n. 16, p. 287-298, 2022.
- CHERUBIN, M. R. *et al.* **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2022. 126p. Doi: 10.11606/9786589722151
- DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. **Gliricidia**. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (eds.) Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 340p.
- DUARTE, A. C. S. *et al.* Restoring Soil Health with Legume-Based Integrated Farming Systems. **Sustainability**, v. 17, n. 8, p. 3340. 2025. Doi: 10.3390/su17083340
- EDVAN, R. L. *et al.* Análise de crescimento da gliricídia submetida a diferentes manejos de corte. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 163-169, 2016.

FIGUEIREDO, C. C. de *et al.* Nitrogen Use Efficiency in an Agrisilviculture System with *Gliricidia sepium* in the Cerrado Region. **Plants**, v. 12, n. 8, p. 1647, 2023 Doi: 10.3390/plants12081647

FREITAS, B. B. de; PAULETTO, D.; SOUSA, I. R. L. de. Crescimento inicial e biomassa de espécies utilizadas como adubação verde em sistema de aleias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 20-27, 2020.

GARCIA, H.; NYGREN, P.; DESFONTAINES, L. Dynamics of nonstructural carbohydrates and biomass yield in a fodder legume tree at different harvest intensities. **Tree physiology**, v. 21, n. 8, p. 523-531, 2001. Doi: 10.1093/treephys/21.8.523

GONÇALVES JÚNIOR, M. **Manejo de poda de *Gliricidia sepium* e utilização do resíduo como cobertura morta no cultivo de hortaliças em sistema orgânico**. 2017. Tese (Doutorado em Fitotecnia). – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017. 151 f.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em 9 jun 2025.

KABI, F.; LUTAKOME, P. Effect of harvesting *Gliricidia sepium* at different cutting frequencies on quantity and quality of herbage biomass for dairy cattle nutrition. **Journal of Animal Science Advances**, v. 3, n. 6, p. 321-326, 2013. Doi: 10.5455/jasa.20130703021048

KANG, B. T. Alley cropping: soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v. 91, n. 1, p. 75-82, 1997.

LATT, C. R., NAIR, P. K. R., KANG, B. T. Interactions among cutting frequency, reserve carbohydrates, and post-cutting biomass production in *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. *Agroforestry System*, v.50, p. 27–46, 2000.

LIRA JUNIOR, *et al.* Legume-based silvopastoral systems drive C and N soil stocks in a subhumid tropical environment. **Catena**, v. 189, p. 104508, 2020. Doi: 10.1016/j.catena.2020.104508.

MARTINS, J. C. R. *et al.* Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 581-587, 2013.

PAULA, P. D. de *et al.* Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015. doi: 10.5902/1980509819696

PAULINO, G. M. *et al.* Desempenho da gliricídia no cultivo em aleias em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Revista Árvore**, v. 35, p. 781-789, 2011.

PIMENTEL, N. R. *et al.* Uso de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) em sistema alley cropping na produção de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Agroecossistemas**, v. 15, n. 1, p. 22-30, 2023.

RAMESH, K. R. *et al.* Influence of cutting height and gliricidia green leaf manure application (GLM) on different crops under alley cropping system. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 6, p. 1790-1795, 2020. Doi: 10.20546/ijcmas.2020.906.223

RAMPIM, L. *et al.* Influence of mechanical management and green manure on physical attributes of Oxisol. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e173953258, 2020.

RANGEL, J. H. de A. *et al.* **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta para o Semiárido**. In: GIONGO, V.; ANGELOTTI, F. (ed.). Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas: experiência brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2022. cap. 9, p. 141-149.

SANTANA, M. S. *et al.* Do irrigated and rainfed agrosystems change aboveground and root carbon and nitrogen stocks in a semiarid environment? **Journal of Arid Environments**, v. 224, p. 105223, 2024. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2024.105223

SILVA, H. W. da. *et al.* Productivity and nutritional value at different intervals between gliricidia cuttings. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e60011125327, 2022. Doi: 10.33448/rsd-v11i1.25327.

SILVA, E. C. *et al.* **Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas**. In: LIMA FILHO, O.S., AMBROSANO, E.J., ROSSI, F., CARLOS, J.A.D. (Eds). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 2. ed., v.1, Brasília, DF: Embrapa, 2023. Cap 7. p.283-323.

WOLZ, K. J.; DELUCIA, E. H. Alley cropping: global patterns of species composition and function. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 252, p. 61-68, 2018.

WUTKE, E. B. *et al.* **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso**. In: LIMA FILHO, O. F. de *et al.* (ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 1. p. 59-200.