



***Cratylia argentea* em sistemas de aleias para produção de fitomassa**

***Cratylia argentea* in alley systems for phytomass production**

***Cratylia argentea* en sistemas de callejones para producción de fitomasa**

DOI: 10.55905/oelv23n7-192

Receipt of originals: 6/30/2025

Acceptance for publication: 7/25/2025

**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

**Mônica Matoso Campanha**

Doutora em Fitotecnia  
Instituição: Embrapa Milho e Sorgo  
Endereço: Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil  
E-mail: monica.matoso@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

**Ana Paula Fernandes Silva**

Graduanda em Agrônoma

Instituição: Universidade Federal São João del Rei

Endereço: Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil

E-mail: ana.fernansilva@gmail.com

**Graziele Naiara Oliveira Bonifácio**

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal São João del Rei

Endereço: Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil

E-mail: graziele12904@gmail.com

**Paulo Henrique Cardoso Júnior**

Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade Federal São João del Rei

Endereço: Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil

E-mail: phcardosoj@gmail.com

**RESUMO**

As leguminosas utilizadas como adubo verde melhoram a fertilidade do solo através da fixação de nitrogênio. A cratília (*Cratylia argentea*), leguminosa arbustivo/arbórea, se destaca por sua resistência à seca e alta produção de fitomassa, mas seu uso como adubo verde ainda é pouco estudado. Este trabalho avaliou seu desempenho ao longo de 12 anos, analisando sobrevivência, produção de fitomassa e aporte de nitrogênio ao solo. Após 12 anos de avaliação, a cratília apresentou uma taxa de sobrevivência de 73,3%, mantendo uma densidade de 5.500 plantas por hectare. A produção de fitomassa variou ao longo do tempo, com três fases de poda. Na primeira fase (ano 1 a 3), a produção média anual foi de 28,95 t MV ha<sup>-1</sup>, diminuindo até 2020 (Fase 2), com 26,15 t MV ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, retomando o crescimento a partir de 2021 (Fase 3), com média de 55,48 t MV ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. No total, foram acumuladas 417,12 t MV ha<sup>-1</sup> e 136,60 t MS ha<sup>-1</sup>. Folhas:ramos apresentaram proporção média de 68,6%:31,4%, respectivamente. A fixação de nitrogênio totalizou 3.025 kg N ha<sup>-1</sup>, com os maiores valores nos últimos anos de crescimento. Esses resultados indicam o potencial da cratília como adubo verde em sistemas de aléias, com produção significativa de fitomassa e contribuição relevante para a fertilidade do solo.

**Palavras-chave:** Adubação Verde, Leguminosa, Fitomassa, Renques, Produtividade.

**ABSTRACT**

Legumes used as green manure improve soil fertility through nitrogen fixation. *Cratylia* (*Cratylia argentea*), a shrub/tree legume, stands out for its drought resistance and high biomass production, but its use as green manure is still little studied. This study evaluated its performance over 12 years, analyzing survival, phytomass production and nitrogen input to the soil. After 12 years of evaluation, the cratilia presented a survival rate of 73.3%, maintaining a density of 5,500 plants per hectare. Phytomass production varied over time, with three pruning phases. In the first phase (years 1 to 3), the average annual

production was 28.95 t GM ha<sup>-1</sup>, decreasing until 2020 (Phase 2), with 26.15 t GM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, returning growth from 2021 (Phase 3), with an average of 55.48 t GM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. In total, 417.12 t GM ha<sup>-1</sup> and 136.60 t DM ha<sup>-1</sup> were accumulated. Leaves: branches presented an average proportion of 68.6%: 31.4%, respectively. Nitrogen fixation totaled 3,025 kg N ha<sup>-1</sup>, with the highest values in the last years of growth. These results indicate the potential of cratilia as green manure in alley systems, with significant phytomass production and relevant contribution to soil fertility.

**Keywords:** Green Manure, Legumes, Biomass, Rows, Productivity.

## RESUMEN

Las legumbres utilizadas como abono verde mejoran la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno. La *Cratylia* (*Cratylia argentea*), una leguminosa arbustiva/árbol, destaca por su resistencia a la sequía y alta producción de biomasa, pero su uso como abono verde aún está poco estudiado. Este trabajo evaluó su desempeño durante 12 años, analizando la supervivencia, producción de fitomasa y aporte de nitrógeno al suelo. Luego de 11 años de evaluación, la cratilia mostró una tasa de supervivencia del 73,3%, manteniendo una densidad de 5.500 plantas por hectárea. La producción de fitomasa varió a lo largo del tiempo, con tres fases de poda. En la primera fase (años 1 a 3), la producción media anual fue de 28,95 t MV ha<sup>-1</sup>, disminuyendo hasta 2020 (Fase 2), con 26,15 t MV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, retomando el crecimiento a partir de 2021 (Fase 3), con un promedio de 55,48 t MV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. En total, se acumularon 417,12 t MV ha<sup>-1</sup> y 136,60 t MS ha<sup>-1</sup>. Hojas:ramas presentaron una proporción promedio de 68,6%: 31,4%, respectivamente. La fijación de nitrógeno totalizó 3.025 kg N ha<sup>-1</sup>, con los valores más altos en los últimos años de crecimiento. Estos resultados indican el potencial de la cratilia como abono verde en sistemas de callejones, con una producción significativa de fitomasa y una contribución relevante a la fertilidad del suelo.

**Palabras clave:** Abono Verde, Legumbres, Biomasa, Hileras, Productividad.

## 1 INTRODUÇÃO

As leguminosas são plantas que oferecem uma série de benefícios para a agricultura, contribuindo para a produtividade, sustentabilidade e saúde do solo. Sua capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, um nutriente essencial para o crescimento das plantas, faz dela a principal família botânica indicada para uso como adubo verde na agricultura.

Como adubo verde, as leguminosas podem estimular a atividade microbiana benéfica, aumentar a capacidade de troca de cátions e retenção de água, reduzir a

toxicidade por alumínio e ferro, melhorar a fertilidade e estrutura do solo através da adição de matéria orgânica e nutrientes. A produção própria de adubo verde é uma estratégia importante para aumentar a resiliência dos sistemas produtivos, reduzindo a dependência de insumos externos que geralmente estão atrelados a preço de commodities, disponibilidade e qualidade. Dentre as leguminosas arbustivas utilizadas como adubo verde na agricultura, a cratília (*Cratylia argentea*) é uma opção ainda pouco estudada. A literatura apresenta escassas publicações associando a espécie à adubação verde, quando comparado ao seu uso para produção de forragem, sendo a maior parte dos estudos com os anos iniciais de condução da espécie.

A cratília é uma espécie nativa de regiões neotropicais da América do Sul, resistente a períodos prolongados de seca, que produz grande quantidade de fitomassa e apresenta rebrota vigorosa após a poda. Conhecer seu desenvolvimento, em curto e longo prazos, é essencial para avaliação do potencial da espécie no estabelecimento de sistemas produtivos mais sustentáveis, com melhoria da qualidade do solo e favorecimento da sanidade e produtividade das culturas comerciais.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o desempenho de *C. argentea* para seu uso como adubo verde, em experimento de longa duração (doze anos), avaliando a sobrevivência das mudas, a produção da fitomassa e o aporte de nitrogênio ao solo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A adubação verde adiciona matéria orgânica ao solo, melhorando sua fertilidade, contribuindo para aumentar a resiliência de sistemas produtivos e diminuindo a demanda por recursos externos (Angeletti *et al.*, 2018; Lima Filho *et al.*, 2023). Ademais, outros benefícios também são observados com essa prática, como cobertura de solo e proteção contra erosão hídrica, ciclagem de nutrientes, diversificação da comunidade biológica do solo, redução da infestação de plantas espontâneas, fornecimento de fonte de alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas e polinizadores, e contribuição à biodiversidade do sistema de produção agropecuária (Cobo *et al.*, 2002; Inomoto; Asmus, 2014; Cherubin *et al.*, 2022; Angeletti *et al.*, 2018).

A adubação verde se baseia no uso de plantas em consórcio ou sucessão com culturas de interesse econômico (Cherubin *et al.*, 2022; Wutke *et al.*, 2023). As leguminosas (Fabaceae) são as plantas mais indicadas como adubo verde pela sua capacidade de fixar quantidades significativas de nitrogênio atmosférico e disponibilizá-los para as culturas, elemento esse prioritário para o crescimento vegetal (Cherubin *et al.*, 2022). Por causa da fixação do N, as leguminosas produzem fitomassa com baixa relação C/N, que favorece a rápida decomposição e mineralização dos resíduos (Wutke *et al.*, 2023).

A cratília é uma leguminosa arbustiva nativa da região neotropical, sendo encontrada no Brasil nos biomas Caatinga, Cerrado e Amazônia (Matrangolo *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2019). Se adapta bem a solos ácidos e de baixa a média fertilidade, entretanto, não se adequa a solos mal drenados ou sazonalmente inundados, nem a solos com uma camada que dificulte a penetração da raiz principal (Schultze-Kraft e Lascano, 2024). É resistente a períodos prolongados de seca, mantendo-se verde o ano todo, dada sua habilidade de aprofundamento do sistema radicular e absorção de água em camadas mais profundas do solo. Produz grande quantidade de fitomassa e apresenta rebrota vigorosa após poda, queimadas e desfolhas severas, como as causadas por ataque de formigas (Sánchez *et al.*, 2007; Matrangolo *et al.* 2018).

Para as leguminosas de porte arbóreo/arbustivo, um modelo de sistema agrícola mais utilizado é o sistema de agroflorestal em aleias. Nestes sistemas, as leguminosas arbóreas são plantadas em fileiras (aleias) intercaladas com cultivos agrícolas ou pastagem. O manejo é feito com o corte periódico da parte aérea das leguminosas e deposição ao solo (Kang, 1997; Duboc *et al.*, 2008). A produção de matéria seca é uma das principais propriedades morfoagronômicas utilizadas para avaliar os adubos verdes (Teodoro *et al.*, 2011).

No Brasil, a maior parte dos trabalhos desenvolvidos com leguminosas perenes se concentram em apenas quatro gêneros: *Cratylia*, *Leucaena*, *Gliricidia* e *Sesbania* (Wolz; Delucia, 2018; Carvalho *et al.*, 2019). A *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* já são espécies bem conhecidas pela sua alta produção de fitomassa rica em nitrogênio e boa adaptação a diferentes zonas ecológicas (Chaves *et al.*, 2022; Pimentel *et al.*, 2023).

Entretanto, a cratília (*Cratylia argentea*) é uma alternativa raramente investigada, mas que já mostra vantagens em relação à sua produtividade e adaptabilidade a ambientes com restrição hídrica (Cobo *et al.*, 2002; Matrangolo *et al.*, 2013, Matrangolo *et al.*, 2018; Panadero *et al.*, 2020; Schultze-Kraft e Lascano, 2024).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE PRODUÇÃO

O potencial produtivo da cratília (*Cratylia argentea*) foi avaliado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em 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 de precipitação do período foram obtidos no site do INMET, na estação meteorológica de Sete Lagoas, MG (Instituto Nacional de Meteorologia, 2025).

O solo foi classificado como latossolos vermelhos, argiloso. Em 2013, na implantação da unidade experimental, o solo da área apresentava um pH (H<sub>2</sub>O) ligeiramente ácido (5,4), elevando-se para 6,5 em 2022.

#### 3.2 IMPLANTAÇÃO

Em março de 2013, foram transplantadas 120 mudas de *C. argentea* com cerca de 60 dias de idade, distribuídas em três fileiras paralelas, cada uma com 20 m de comprimento, no espaçamento 0,5 m entre plantas e 4 m entre linhas, totalizando 40 plantas por fileira, numa área interna total de 160 m<sup>2</sup> entre as três faixas, totalizando um stand final de 7.500 pl ha<sup>-1</sup>. A área entre as linhas da leguminosa, duas faixas de 80 m<sup>2</sup>, foram utilizadas para cultivos comerciais ao longo dos anos. Não houve utilização de fertilizantes sintéticos, nem agrotóxicos na área. A irrigação de salvamento aconteceu apenas durante a época seca, entre abril e setembro, apenas suplementando as necessidades hídricas dos cultivos intercalares.

### 3.3 MANEJO

#### 3.3.1 Poda de condução inicial

No primeiro ano de plantio (2013) foram feitas duas podas de condução das plantas de cratília. A primeira poda de condução foi realizada a um metro de altura, aos 170 dias, após o transplante das mudas. *C. argentea* produz longas brotações do ponteiro principal, que podem alcançar mais dois metros no primeiro ano de idade. Sua supressão evita o arqueamento do fino tronco em formação. A segunda poda de condução foi feita 45 dias após a primeira, mantendo a altura da planta em um metro e eliminando as brotações mais baixas que nasceram com a supressão da brotação principal. No primeiro ano, para algumas plantas que desenvolveram fuste principal tortuoso, foi necessário o escoramento com estacas.

#### 3.3.2 Podas periódicas de manejo

As podas da cratília compreenderam três fases distintas de manejo, conforme a altura e frequência de poda. A cada poda eram cortados todos os ramos e folhas das brotações laterais. A primeira fase (Fase 1), entre 2014 e 2016, contou com 4 podas em intervalos de aproximadamente 90 dias, mantendo a planta a 1,0 m de altura. Na segunda fase (Fase 2), entre 2017 e 2020, foram feitas três podas drásticas por ano, quando então as plantas foram cortadas rente ao solo. Da 3ª poda de 2017 até a 1ª poda de 2020, foram feitos 8 cortes rente ao solo. E entre 2021 a 2023 (terceira fase – Fase 3), as podas voltaram a serem realizadas na altura de 1,0 m, passando a acompanhar o período de plantio (final de um ano) e condução (início do ano seguinte) da lavoura de milho plantada nas entrelinhas dos renques de cratília, com duas podas por ano.

Durante a primeira (safras 2015/2016 e 2016/2017) e a terceira fases (safras 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023), o milho seguido do feijão foram as culturas intercalares, semeados e cultivados sobre a fitomassa das leguminosas, sem revolvimento do solo. Na safra 2017/2018 ainda permaneceram os cultivos dos grãos, mas no segundo

ciclo, no ano de 2018 e 2019, somente braquiária permaneceu entre os renques das leguminosas.

### 3.4 PARÂMENTROS AVALIADOS

A cada poda, a fitomassa verde foi separada em dois grupos: folhas (incluindo folhas e galhos finos, com até 1 cm de diâmetro) e ramos (galhos grossos com diâmetro a partir de 1cm) e pesados separadamente, utilizando um dinamômetro. Depois de pesada, toda a fitomassa, sem ser triturada, foi depositada manualmente da forma mais homogênea e uniforme possível sobre o solo nas entrelinhas. Em cada poda foram quantificadas a matéria verde de folhas - MV Folhas, matéria verde de ramos - MV Ramos e a matéria verde total – MVTotal (somatório de MV Folhas + MV Ramos), em toneladas por hectare ( $t\ ha^{-1}$ ). A MV Folhas se referiu aos ramos finos ( $< 1\ cm$  de diâmetro) mais as folhas, e a MV ramos, aos ramos maiores que 1 cm de diâmetro. Foram calculados a produtividade média por ano ( $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ), o incremento médio por dia ( $kg\ ha^{-1}\ dia^{-1}$ ) e o percentual médio de folhas (%).

De março a novembro de 2013 foi considerado o período de estabelecimento das plantas de cratília. Os períodos anuais de crescimento foram definidos entre novembro de um ano até novembro do ano seguinte, sendo novembro de 2013 como o início das podas de manejo.

A avaliação do teor de matéria seca (MS) foi feita em 2019, retirando amostras de ramos finos e folhas, que foram trituradas e secas em estufa de ventilação forçada a  $65^{\circ}C$ , por 72 h. O teor de N nas folhas foi avaliado a partir da matéria seca de 17 amostras de folhas pelo método ICP-OES (Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente). Foi estimada a quantidade de N na MS pela multiplicação do teor de N pelo peso de folhas secas ( $kg\ N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ).

A porcentagem de sobrevivência das mudas foi avaliada em 2016 e 2023, com base no número de mudas no início e nas datas definidas. Não houve replantio das falhas.

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A diferença entre padrões de incremento médio diário de fitomassa, para cada fase de manejo adotada, foi avaliada, utilizando o teste “t” ( $P=0,05$ ) unicaudal, presumindo grupos com variâncias diferentes. Utilizando o mesmo teste, foi também avaliado a potencial influência do período do ano em que ocorreu a poda anterior (seca ou chuva) no incremento médio diário posterior de fitomassa. Para tanto, foi considerado período chuvoso, quando a poda anterior ocorreu de outubro a março e, período seco, quando se deu de abril a setembro.

Por meio da Correlação de Pearson, foi avaliada a relação linear entre o incremento da fitomassa e a duração do intervalo entre as podas consecutivas, bem como com características climáticas diárias registradas na Estação Meteorológica de Sete Lagoas (Inmet, 2025), potencialmente relacionadas ao crescimento das plantas entre podas, quais sejam: precipitação acumulada (mm); temperaturas médias, mínima e máxima absolutas, mínima e máxima médias ( $^{\circ}\text{C}$ ). Essa relação foi calculada abrangendo 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

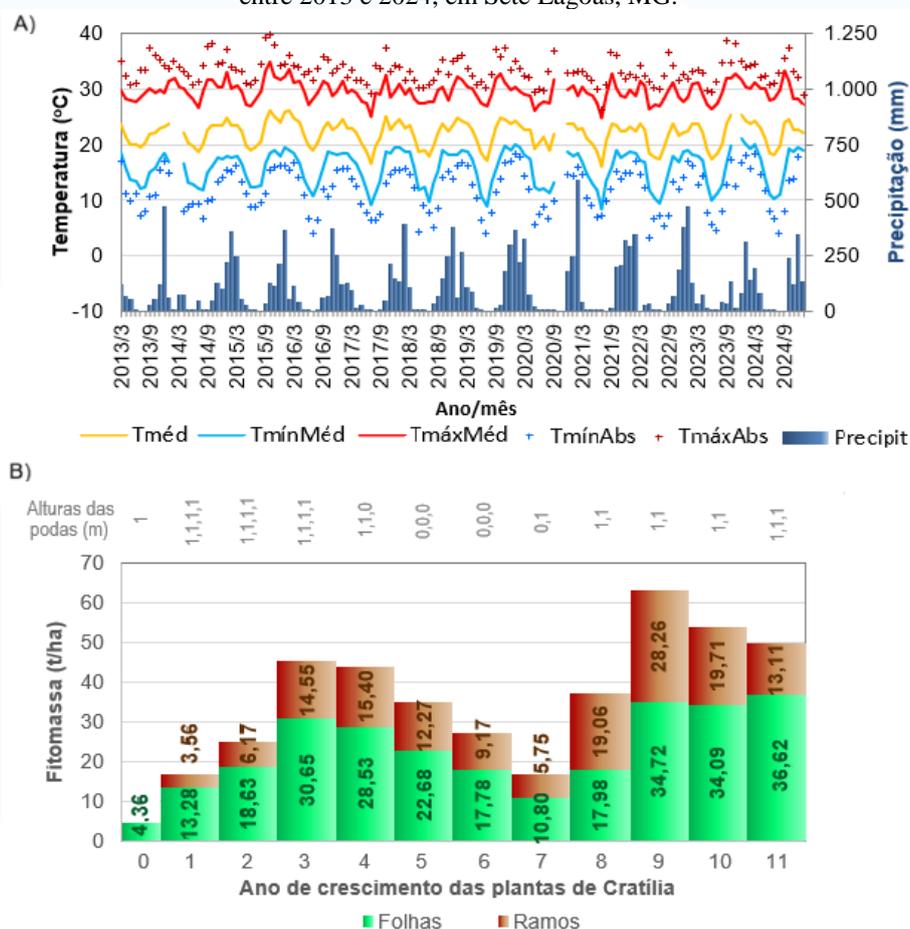
Os dados climáticos (temperatura e precipitação mensal) e de produção anual de MV Folhas e MV Ramos obtidos nas podas da cratília são apresentados na Figura 1.

Durante o período de estabelecimento das plantas, e nos 11 anos de avaliação posteriores, foram acumulados um total de  $417,12 \text{ t ha}^{-1}$  de MV Total, sendo  $270,12 \text{ t ha}^{-1}$  de MV Folhas e  $147,00 \text{ t ha}^{-1}$  de MV Ramos, proporcionando uma média de  $34,76 \text{ t de MV Total ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

As maiores produções anuais de MV Total foram encontradas no 9º e 10º anos (2022 e 2023), com  $62,98$  e  $53,80 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente (Figura 1). No caso de MV Folhas, a maior produção foi registrada no 11º ano (2024), com  $36,62 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , tendo representado nesse ano um incremento médio diário de folhas de  $100,33 \text{ kg ha}^{-1}$

dia<sup>-1</sup>. No geral, foi verificada uma média de 68,63% do total da fitomassa verde de cratília composta de folhas (folhas e ramos finos), e de 31,37% de ramos (> 1 cm de diâmetro) sendo que a proporção de folhas é maior quando o tempo entre as podas é menor (Figura 2).

Figura 1. Variação climática mensal (A) e produção de fitomassa anual de folhas e ramos de cratília (B), entre 2013 e 2024, em Sete Lagoas, MG.



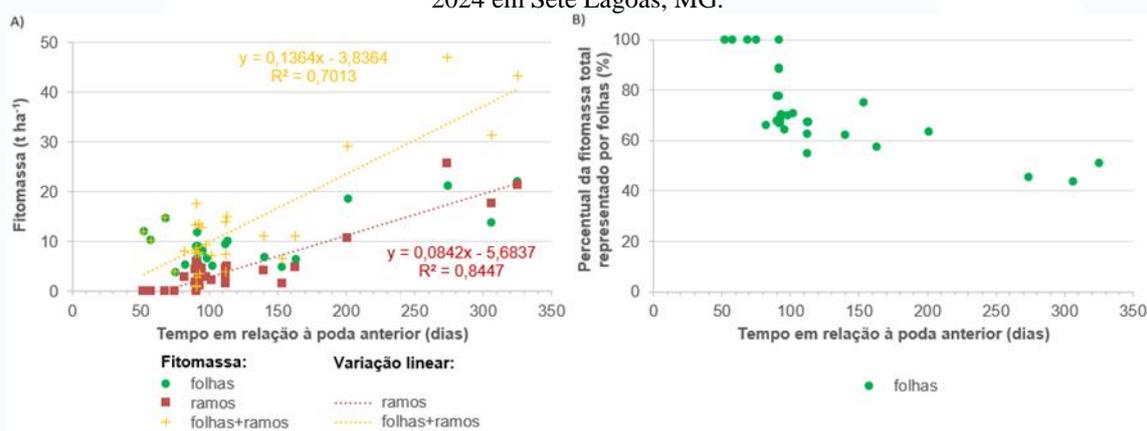
Tméd – temperatura média mensal, TmínMéd – média das temperaturas mínimas absolutas diárias do mês, TmínAbs – temperatura mínima absoluta do mês, TmáxMéd – média mensal das temperaturas máximas absolutas diárias do mês, TmáxAbs – temperatura máxima absoluta do mês, Precipit – precipitação mensal acumulada do mês. Altura das podas: 0 = rente ao solo, 1 = um metro. Ano de crescimento: 0 = ano de estabelecimento (2013), 1 = 2014.

Fonte: Inmet (2025), dados originais.

A quantidade de fitomassa total aumentou com um maior intervalo de tempo entre as podas, embora o incremento da MV de folhas e ramos não tenham seguido o mesmo padrão (Figura 2). No manejo entre podas a 1 m, a presença de ramos (> 1 cm) foi

observada a partir de 75-80 dias da poda anterior; e no caso do manejo entre podas rentes ao solo, a partir de 90 dias. O incremento acumulado da MV de ramos e total apresentou correlação linear direta superior a 0,8 e 0,7, respectivamente, com o tempo entre podas (Figura 2A). A MV de folhas também apresentou aumento ao longo do tempo, mas após o aparecimento de ramos mais grossos, o incremento médio diário de folhas decaiu e passou a representar percentual cada vez menor da MV total, com decremento na ordem de 0,11% ao dia a partir de cerca de 90 dias da poda anterior (Figura 2B).

Figura 2. Relação linear entre a fitomassa acumulada por intervalo entre podas de cratília e o tempo transcorrido entre as podas (A) e Variação da proporção de folhas na fitomassa total (B), entre 2013 e 2024 em Sete Lagoas, MG.



O incremento médio diário de fitomassa variou entre as fases de manejo (Tabela 1). A maior produção de folhas ocorreu na Fase 3, sem diferir estatisticamente ( $p = 0,05$ ) da Fase 1. Para os incrementos médios diários de MV de ramos e total, a maior produção também foi na Fase 3, porém diferindo das Fases 1 e 2 ( $p = 0,05$ ).

Tabela 1. Incremento médio anual da fitomassa verde de folhas, ramos e total de cratília, no período entre podas, nas diferentes alturas e épocas do ano, entre 2013 e 2024, em Sete Lagoas, MG.

Fase de manejo	Ano	Altura da poda subsequentes*	Incremento médio diário de fitomassa verde (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )		
			Folhas**	Ramos**	Total**
1	1° ao 3°	1	57,13±24,37 ab	22,17±15,74 b	79,31±40,08 b
2	5° ao 7°	0	46,81±16,36 b	24,83± 8,94 b	71,64±25,28 b
3	9° ao 11°	1	96,29 ± 3,60 a	55,77±20,81 a	152,06±18,60 a

\*Altura da poda: 0 = rente ao solo, 1 = a um metro; \*\* Letras distintas, na coluna, indicam diferença estatística significativa, de acordo com o teste t (p = 0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Os incrementos médios diários das fitomassas de folhas e total foram significativamente maiores após podas realizadas na época chuvosa do que após podas feitas na época seca (Tabela 2). Para o crescimento de ramos não foi observada diferença significativa no incremento médio diário após podas em diferentes épocas.

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

Época da poda anterior	Fase de manejo	Ano	Número de podas	Incremento médio diário de fitomassa verde (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )		
				Folhas*	Ramos*	Total*
Chuvosa	1, 2, 3	1° ao 11°	21	87,00±57,27 a	32,64±24,78 a	119,65±55,06 a
seca	1, 2, 3	1° ao 11°	9	45,63±31,88 b	19,75±19,27 a	65,38±50,93 b

\* Letras distintas, na coluna, indicam diferença estatística significativa, de acordo com o teste t (p = 0,05).

Fonte: elaborado pelos autores.

Para os períodos após podas em época seca, foi observada correlação linear direta entre a precipitação total inter-podas e o aumento da MV de folhas, ramos e total, tanto considerando as fitomassas acumuladas entre podas quanto o incremento médio diário destas, apresentando, respectivamente, correlações superiores a 0,62 e 0,86 (Figura 3). O mesmo não ocorreu após podas realizadas em épocas chuvosas. Também não foi identificada correlação direta considerável com as demais variáveis climáticas avaliadas.

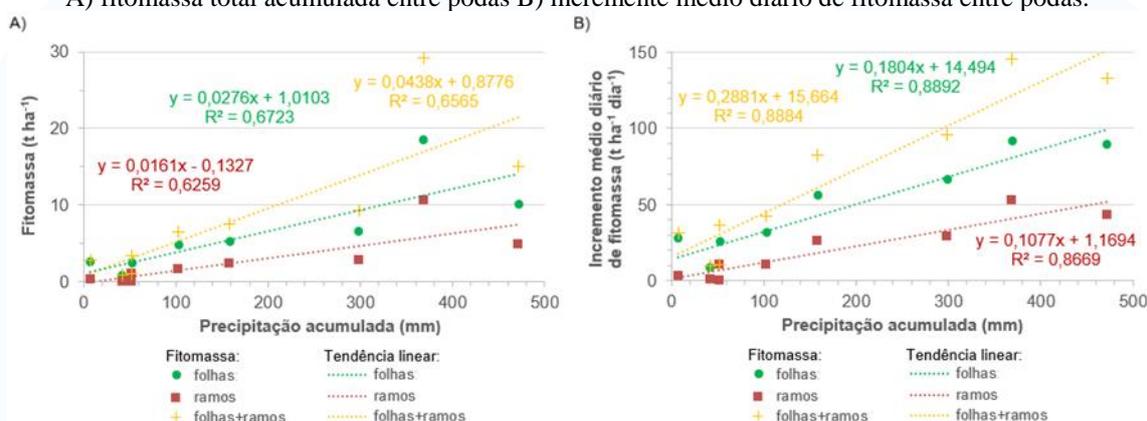
A matéria seca (MS) correspondeu, em média, a 32,75% da MV verde composta de ramos finos e folhas. No total do experimento, foram produzidas 136,60 toneladas de MS ha<sup>-1</sup>, com média de 11,38 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

O teor médio de N nas folhas de cratília (MS) foi de 3,42% (Matrangolo *et al.*, 2019). Ao final de 12 anos, considerando o ano de implantação, as plantas de cratília

foram capazes de fixar 3.025 kg de N por hectare. O fornecimento de N seguiu a produção de MV de folhas, sendo as maiores quantidades de N fixada pelas folhas de cratília foram encontradas nos três últimos anos, correspondendo a 388,9, 381,8 e 410,2 kg N por hectare por ano, respectivamente para o 9º, 10º e 11º anos.

Figura 3. Relação linear entre a precipitação total observada após podas ocorridas em épocas de seca e os incrementos da fitomassa de folhas e ramos de cratília, de 2013 a 2024 em Sete Lagoas, MG:

A) fitomassa total acumulada entre podas B) incremento médio diário de fitomassa entre podas.



Na primeira avaliação da porcentagem de sobrevivência das mudas, realizada em 2016, a sobrevivência de cratília foi de 85% (6.125 plantas ha<sup>-1</sup>). Após 10 anos do plantio, em novembro de 2023, verificou-se 26,7% de mortalidade das plantas de cratília, que resultou em estande de 5.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

As mudas de cratília apresentaram boa sobrevivência após o terceiro ano de transplântio (85%). Aquino *et al.* (2020) encontraram 97,4 % de taxa de sobrevivência no Acre após 10 meses do transplântio das mudas. Matrangolo *et al.* (2022) obtiveram 100% de sobrevivência após 17 meses do transplântio das mudas em área de consórcio com braquiária, em regime de sequeiro.

A cratília apresenta uma alta produção de matéria verde e permanece enfolhada durante o ano todo, mesmo durante a estação seca (Figura 1). Mesmo com a reduzida precipitação no ano de 2014 (551 mm), no ano seguinte ao estabelecimento das mudas, houve crescimento de fitomassa de cratília, com grande aumento na produtividade entre o primeiro e o segundo anos após plantio (ano 1 e ano 2) (Figura 1). A adaptação desta

espécie às condições de estresse hídrico também é referenciada por outros autores (Sánchez *et al.*, 2007, López- Herrera; Briceño-Arguedas, 2016; Panadero *et al.*, 2020), sendo atribuído ao seu sistema radicular profundo a capacidade evolutiva de sobreviver ao estresse hídrico (Schultze-Kraft e Lascano, 2024). Esta característica confere à cratília uma vantagem adaptativa em cenários de eventos climáticos extremos, com períodos de seca prolongados cada vez mais recorrentes.

Após o estabelecimento em 2013, foi crescente a produção de fitomassa nos três primeiros anos, entre 2014 a 2016 (correspondentes aos anos 1, 2 e 3 da Figura 1). A produção média de matéria seca total de  $9,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Tabela 1) foi maior do que a encontrada por Sánchez *et al.* (2007) no segundo ano após plantio, de  $7,8 \text{ t MS ha}^{-1}$ , e por Climaco (2023), com de  $8.160 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS, mas menor do que a encontrada por Panadero *et al.* (2020), de  $12.7 \text{ t/ha/ano}$  de MS aos 14 meses, todos com estande de 10 mil plantas por hectare, maior do que a utilizada neste ensaio.

Quando a altura de poda foi alterada de um metro (Fase 1) para podas rente ao solo (Fase 2), houve redução significativa na produção de fitomassa de cratília (Tabela 1). Entre a terceira poda de 2017 até a primeira poda de 2020, realizaram-se 8 podas rente ao solo. Com cortes muito rente ao solo, retirou-se grande parte da reserva da qual a planta dispõe para iniciar novas brotações, o que pode ter contribuído para reduzir a quantidade de fitomassa formada em comparação a produção do ano de 2016. Latt *et al.* (2000) apontam a diminuição das reservas de carboidrato como uma das principais causas da perda de vigor e do aumento da taxa de mortalidade após sucessivas podas em *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala*. Outro possível efeito da poda drástica rente ao solo é a morte de raízes. Em espécies como o cafeeiro, estudos demonstraram que podas drásticas levaram a morte de 68% e 83% de raízes, aos 60 e 120 dias após a poda, respectivamente (Carvalho *et al.*, 2021). Ademais, a supressão das partes fotossinteticamente ativas promove o desequilíbrio entre os locais de síntese e ação de hormônios de crescimento das plantas (Taiz *et al.*, 2024). Em estudos sobre a cratília, Reis (2021) verificou que podas feitas a 50 cm do solo produzem mais que o dobro de MS do que podas realizadas a 10 cm. Já Santana e Medina (2005) não encontraram diferença na produção de MS entre diferentes alturas de corte de cratília.

Pode-se considerar ainda que houve competição da braquiária plantada na entrelinha neste período. O rápido crescimento desta gramínea, em condições de solo fértil, impôs restrição de luz para as brotações da cratília, retardando o crescimento da cratília, somado ao efeito da retirada das reservas nutricionais presentes nos galhos suprimidos com a poda rasa. Mas mesmo com podas rentes ao solo, a média de produção de matéria verde na segunda fase foi de 26,2 t MV ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tabela 1), valores semelhantes aos encontrados por López-Herrera e Briceño-Arguedas (2016), na Costa Rica, com produção entre 30 mil e 50 mil kg MV ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (10 mil plantas por hectare), após 4 anos de estabelecimento das plantas de cratília.

Após 2020 (Fase 3), a poda voltou a ser feita com um metro de altura, entretanto com frequência de duas podas, uma no início e outra no final do ano, ampliando o período de crescimento das brotações. Nota-se uma nova fase crescente de produção de material vegetal, alcançando maiores quantidades anuais em comparação à primeira fase (Figura 1, Tabela 1). Nesta fase, as plantas de cratília se encontravam bem estabelecidas e seu sistema radicular consolidado, associado às condições de boas chuvas e solo, que vinha recebendo a deposição da fitomassa de cratília, contribuíram para uma resposta positiva de produção vegetal.

A ampliação do período entre podas favoreceu o crescimento e produção de MV total das plantas (Figura 2A). Para Sánchez *et al.*, 2007 e outros autores (Reyes *et al.*, 2007; López-Herrera; Briceño-Arguedas, 2016, Reis, 2021), intervalos de colheita mais longos geralmente resultam em maior rendimento total de MS. Mojica-Rodríguez *et al.*, 2017 observaram aumento de produção quando as podas passam de 4 semanas (cerca de 0,7 t MS ha<sup>-1</sup>) para 12 semanas (cerca de 6 t MS ha<sup>-1</sup>).

A alteração no intervalo entre podas interferiu no crescimento das brotações e na relação entre folhas e ramos (Figura 2B, Tabela 2). Neste experimento, houve maior quantidade de folhas com as podas mais frequentes (Fase 1) e menor, quando houve um longo intervalo de tempo para crescimento (Fase 3). Reis (2021) observou maior acúmulo de massa seca da planta e queda da razão folha: caule, na medida que se aumentava o intervalo de corte da planta de 60 para 180 dias. O mesmo autor observou que o número

de brotações foi maior em podas realizadas com 120 dias comparadas com aquelas feitas com 60 dias.

Podas realizadas na época das chuvas também favoreceram a produção de matéria verde total nas plantas de cratília (Tabela 2), assim como há um aumento de produção quando choveu após as podas na época seca (Figura 3). Apesar de serem bastante resistentes ao período seco, é importante o aumento do potencial produtivo quando há disponibilidade hídrica.

Nos três últimos anos (9º, 10º e 11º anos) as plantas de cratília mostram uma tendência a estabilizar sua produção de fitomassa (Figura 1). Não há informações na literatura sobre o período produtivo desta espécie. É possível que fatores do manejo, como altura de corte e frequência de podas possam estar interferindo nestes resultados. Sugere-se o monitoramento da produção de fitomassa desta espécie por períodos mais longos do que o do presente estudo.

O teor de 3,42% de N encontrado neste trabalho corrobora o valor encontrado por outros autores. Tiemann *et al.* (2009) encontrou valores entre 2,8 a 4,3% de N na fitomassa de matéria seca total de cratília. Cobo *et al.* (2002) encontraram 3,3% de N em material de folhas de cratília, semelhante ao encontrado neste ensaio. A quantidade de N fixada acompanhou a produção de folhas, com expressivo potencial de aporte de nitrogênio ao sistema após decomposição do material vegetal.

Verifica-se neste estudo de longo prazo que a cratília é uma espécie com grande potencial para compor sistemas produtivos como adubo verde perene. O manejo para produção de material vegetal precisa ser melhor avaliado em função do objetivo da produção, cultura intercalar, qualidade do solo e condições climáticas. Estudos sobre variáveis que impactam a produtividade, como a densidade de plantas e o intervalo entre podas, devem ser ampliados. Assim como o potencial de estoque de carbono, a curva de degradação da fitomassa de cratília e avaliação econômica sob diferentes manejos (poda manual e mecanizada), para melhor entendimento dos benefícios da planta em sistemas produtivos. Estes estudos podem contribuir para superar o desafio de alcançar arranjos produtivos mais resilientes, adequados para reunir os benefícios econômicos e ambientais.

## 5 CONCLUSÃO

A cratília (*Cratylia argentea*) se destaca como uma espécie de grande potencial para adubação verde no Cerrado, especialmente por sua capacidade de gerar grande fitomassa rica em nitrogênio mesmo durante a estação seca. Seu cultivo em aleias mostrou ser eficaz para produção de adubo verde, permitindo o cultivo de outras culturas comerciais entre as fileiras da leguminosa. A pesquisa revelou que a forma como a planta é manejada influencia diretamente seu desenvolvimento e pode ser ajustada às necessidades dos agricultores. As podas drásticas com cortes rentes ao solo reduzem a produção da planta comparadas com podas realizadas a um metro de altura. Ainda, podas mais frequentes resultam em maior produção de folhas por corte.

Os resultados representam um avanço no conhecimento sobre esta espécie e seu manejo, ampliando a informação sobre adubação verde com leguminosas perenes. Os dados sobre altura de poda e a frequência de corte fornecem subsídios para futuras investigações sobre otimização da produção de biomassa, avaliação dos impactos a longo prazo no solo e na biodiversidade, e na adaptação da cratília a diferentes condições edafoclimáticas, além da sua interação com outras culturas. Este estudo serve como um ponto de partida para o desenvolvimento de modelos agrícolas integrados, resilientes e sustentáveis, que possam ser replicados em outras regiões e ecossistemas.

## AGRADECIMENTOS

À Fapemig pelas bolsas concedidas e ao CNPq pelo apoio financeiro. Ao CVT-MG/Guayi pelo apoio nas atividades. À Embrapa e seus funcionários pelo apoio na condução das atividades ao longo dos anos de estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANGELETTI, *et al.* **Espécies vegetais para cobertura de solo: guia ilustrado**. Vitória, ES: Incaper, 2018. 76 p.
- AQUINO, A. M. S.; MATTAR, E. P. L.; FARINATTI, L. H. E.; CRUZ, L. R. da; COSTA, A. P. O.; FRADE JÚNIOR, E. F.; ARAÚJO, E. A. de; MATRANGOLO, W. J. R. Establishing *Cratylia argentea* in an Ultisol in the West of Acre, Southwestern Amazon, Brazil. **Tropical Grasslands-Forrajais Tropicales**, v. 8, n. 3, p. 289-294, 2020.
- CARVALHO, G. R. Poda e condução de cafeeiros nas áreas de Cerrado. In: MATIELLO, J. B. *et al.* **Cafeicultura do Cerrado**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. 564p.
- CARVALHO, M. A.; RAMOS, A. K. B.; KARIA, C. T.; FERNANDES, F. D.; BRAGA, G. J. Biodiversity and genetic resources of forage legumes in Brazil. **Legume Perspectives**, v. 17, p. 47-51, 2019.
- CHAVES, J. S.; SILVA, L. S.; MATOS, S. M.; PEREIRA, H. R.; SILVA, A. F.; ALVES, R. N.; OLIVEIRA, C. P. Produção de biomassa vegetal de *Gliricidia sepium* em sistema consorciado com fruteiras. **Conjecturas**, v. 22, n. 16, p. 287-298, 2022.
- CHERUBIN, *et al.* **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2022.
- CLIMACO, L. C. T. **Determinação da curva de crescimento da cratília (*Cratylia argentea*) (Desv.) Kuntze para estabelecimento do ponto de corte**. 2023. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.
- COBO, J. G., BARRIOS, E., KASS, D. C. L., THOMAS, R. J. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and soil**, v. 240, p. 331-342, 2002.
- DUBOC, E.; MORAES NETO, S. P. de; MELO, J. T. **Sistemas agroflorestais e Cerrado**. In: PARRON, *et al.* (ed.). **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 305-344.
- INOMOTO, M. M.; ASMUS, G. L. **Adubos verdes das famílias Fabaceae e Mimosaceae para o controle de fitonematóides**. In: LIMA FILHO, *et al.* (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 441-479.

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.

LIMA FILHO, *et al.* (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 2.

LÓPEZ-HERRERA, M.; BRICEÑO-ARGUEDAS, E. Efecto de la frecuencia de corte y la precipitación en el rendimiento de *Cratylia argentea* orgánica. **Nutrición Animal Tropical**, v. 10, n. 1, p. 24-44, 2016.

MATRANGOLO, *et al.* **Aspectos de *Cratylia argentea* na região central de Minas Gerais e potencialidades em sistemas agrobiodiversos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 41 p.

MATRANGOLO, *et al.* **Introdução de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã na região Central de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. 16 p.

MATRANGOLO, W. J. R.; MOREIRA, J. A. A.; AVELAR, G. M.; SILVA, I. S. da. *Cratylia argentea* (Fabaceae): parâmetros fitotécnicos e multifuncionalidade na bacia do Ribeirão Jequitibá, região central de Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.

MOJICA-RODRÍGUEZ, J. E.; CASTRO-RINCÓN, E.; CARULLA-FORNAGUERA, J.; LASCANO-AGUILAR, C. E. Efecto de la especie y la edad de rebrote en el perfil de ácidos grasos de leguminosas y arbustivas tropicales. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 18, n. 3, p. 463-477, 2017.

NAVAS PANADERO, A.; DAZA CÁRDENAS, J. I.; MONTAÑA BARRERA, V. Desempeño de bancos forrajeros de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, en suelos degradados en el departamento de Casanare. **Revista de medicina Veterinaria**, n. 39, p. 29-42, 2019.

PIMENTEL, N. R.; PAULETTO, D.; DUARTE, H. M. A.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, A. J. C. 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.

REIS, D. R. L. **Caracterização agrônômica de *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze sob diferentes alturas e frequências de corte**. 2021. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2021.

REYES SÁNCHEZ, N.; LEDIN, S.; LEDIN, I. Biomass production and nutritive composition of *Cratylia argentea* under different planting densities and harvest intervals. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 29, n. 4, p. 5–22, 2007.

ROSETO ALPALA, J.; ORTIZ GRISALES, S.; FRANCO, L. H.; PETERS, M.; RAMÍREZ, G. Sowing systems of *Cratylia argentea* cultivar veranera in two localities of the valle del río Cauca, Colombia. **Acta Agronómica**, v. 59, n. 4, p. 429–434, 2010.

SÁNCHEZ, N. R.; LEDIN, S.; LEDIN, I. Biomass production and nutritive composition of *Cratylia argentea* under different planting densities and harvest intervals. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 29, n. 4, p. 5-22, 2007.

SANTANA, M. O.; MEDINA S. M. Forage quality and production of dry matter of *Cratylia argentea* (desv.) O. Kuntze harvested at three different heights and re-growth intervals. *Livestock Research for Rural Development*, v. 17, n. 10, p. 116, 2005.

SCHULTZE-KRAFT, R.; LASCANO, C. E. *Cratylia argentea*—review of a tropical shrub legume: Biology and agronomy. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicais**, v. 12, n. 2, p. 49-72, 2024.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. 7<sup>a</sup> ed. – Porto Alegre: Artmed, 2024. 834p.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L.; SILVA, D. M. N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.

TIEMANN, T. T.; FRANCO, L. H.; PETERS, M.; FROSSARD, E.; KREUZER, M.; LASCANO, C. E.; HESS, H. D. Effect of season, soil type and fertilizer on the biomass production and chemical composition of five tropical shrub legumes with forage potential. **Grass and Forage Science**, v. 64, n. 3, p. 255-265, 2009.

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, *et al.* **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para uso**. In: LIMA FILHO, *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.