

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Veterinária
Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Leonardo Campos Teatini Climaco

**Determinação da curva de crescimento da cratília (*Cratylia argentea*) (Desv.)
Kuntze para estabelecimento do ponto de corte.**

Belo Horizonte
2023

Leonardo Campos Teatini Climaco

**Determinação da curva de crescimento da cratília (*Cratylia argentea*) (Desv.)
Kuntze para estabelecimento do ponto de corte**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Prof. Orientador: Ângela Maria Quintão Lana

Prof. Coorientador: Walter José Rodrigues
Matrangolo

Belo Horizonte

2023

C639d

Climaco, Leonardo Campos Teatini, 1995 -

Determinação da curva de crescimento da cratília (*Cratylia argentea*) (Desv.) Kuntze para estabelecimento do ponto de corte / Leonardo Campos Teatini Climaco. – 2023.
53 f.

Orientadora: Ângela Maria Quintão Lana

Coorientador: Walter José Rodrigues Matrangolo

Dissertação (Mestrado) apresentado à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal

Inclui Bibliografia

1. Leguminosas - Teses - 2. Medicina veterinária- Teses – 3. Produção animal - Teses –
I. Lana, Ângela Maria Quintão - II. Matrangolo, Walter José Rodrigues – III. Universidade
Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - IV. Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569

Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
FOLHA DE APROVAÇÃO

**Determinação da curva de crescimento da cratília (*Cratylia argentea*)
(Desv.)Kuntze para estabelecimento do ponto de corte**

Belo Horizonte

2023

LEONARDO CAMPOS TEATINI CLIMACO

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia vinte e oito de fevereiro de dois mil e vinte e três, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas


Gerais, constituída pelos seguintes professores:



Documento assinado digitalmente
Daniele Cristina da Silva Kazama
Data: 30/03/2023 11:05:42-0300
CPF: ***.732.009-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>


Daniele Cristina da Silva Kazama

Universidade Federal de Santa Catarina

Documento assinado digitalmente
 **KARINA TOLEDO DA SILVA**
Data: 28/03/2023 08:39:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Karina Toledo da Silva

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 **ANGELA MARIA QUINTAO LANA**
Data: 27/03/2023 14:43:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Angela Maria Quintão Lana - Orientador

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 28 de Fevereiro de 2023.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado, *in memoriam*, a todos os seres humanos que perderam a vida, intoxicados diretamente ou indiretamente pelos agrotóxicos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) por possibilitar a realização do mestrado, mesmo com todas adversidades originadas pela pandemia da Covid-19

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e todos os trabalhadores da unidade Embrapa Milho e Sorgo que permitiram residir na unidade e realizar a pesquisa.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) do Campo Experimental Santa Rita pela infraestrutura e apoio.

Ao CNPQ pelos recursos financeiros concedidos.

À minha orientador e ao meu co-orientador pelos grandes apoios durante a realização do trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver o conhecimento e técnicas para uso da cratília (*Cratylia argentea*) para produção de biomassa visando o fornecimento de forragem para a criação animal. A revisão de literatura evidenciou as contradições que a criação animal enfrenta em relação ao fornecimento de alimento nos períodos de estresse climático. Também buscou-se apresentar os benefícios que o uso da cratília pode proporcionar na pecuária brasileira e latino-americana. O experimento realizado teve como finalidade de avaliar o perfil de crescimento e a composição bromatológica da cratília foram feitos cortes e avaliações periódicas em diferentes indivíduos. O experimento foi conduzido com a cratília plantada em dois espaçamentos de 2 e 3 metros entre fileiras, com a distância fixa de 0,5 m entre plantas. Elas foram avaliadas durante 126 dias, com cortes a cada 21 dias, totalizando 6 avaliações para cada tratamento. Foram avaliados parâmetros de composição bromatológica (MS, PB, FDN, FDA) da fração comestível da planta (hastes com diâmetro menor que 0,5 cm e folhas) e produtividade (produtividade total em MS, produtividade da fração comestível em MS). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e os contrastes entre os espaçamentos foram avaliados pelo teste de Fisher ($p < 0,05$). As variações ao longo dos dias foram avaliadas através de análise de regressão. Os modelos de regressões para os parâmetros produtivos que melhor se encaixaram foram exponenciais e logísticos, enquanto que para os parâmetros bromatológicos os modelos polinomiais e Gompertz. A taxa de crescimento da cratília reduz significativamente com a evolução dos dias e sugere-se o corte ou pastoreio à partir dos 86 dias para o espaçamento 2 e à partir dos 91 dias para o espaçamento 3. Para a finalidade de produção de forragem, sugere-se utilizar o espaçamento de 2 m, pois produz mais por hectare e tem maior teor de PB. Nesse período avaliado, ambos os espaçamentos apresentam valores de PB, FDN, e FDA de 20,26, 60,29 e 40,63% para o espaçamento 2 m e 18,97, 60,61 e 42,11% para o espaçamento 3 m, respectivamente. A utilização da cratília após os 105 dias de rebrote nas condições experimentais resulta em uma redução na eficiência produtiva em ambos os espaçamentos.

Palavras-chave: leguminosas tropicais; arbustos forrageiros, sistemas silvipastoris intensivos, agroecologia, pastoreio racional Voisin,

ABSTRACT

This work aimed to develop the knowledge and techniques of using *Cratylia* (*Cratylia argentea*) for biomass production aiming supplying fodder for livestock. The literature review exposed the contradictions that animal husbandry faces in relation to food supply during periods of climatic stress. We also sought to present the benefits that the use of *Cratylia* can provide in Brazilian and Latin American livestock. Intending to evaluate the growth profile and the chemical composition of *Cratylia* (*Cratylia argentea*), periodic pruning and evaluations were made in different plants. The experiment was conducted with *Cratylia* planted in two-line spacings of 2 and 3 meters between lines and 0,5 meters between plants. They were evaluated in a cycle of 126 days, cutting every 21 days and totalizing 6 assessments for each treatment. The bromatological composition (DM, CP, NDF, ADF) of the edible part and productivity were evaluated. The study was planned in a completely randomized design and the differences in spacing were compared by Fisher test ($p < 0,05$). Variations over the days were evaluated using regression analysis. The models that had the best fit for productivity was exponential and logistic, whereas, for the bromatological composition it was Gompertz and polynomial. Plants with 3 meters spacing had higher individual production, but lower productivity. The spacing of 2 meters resulted in higher CP contents. The growth rate reduces as time goes by and it is suggested to prune from 86 days for 2 meters spacing and 91 days for 3 meters spacing. The spacing of 2 meters between lines is more suggested to use, because it is more productive and have higher CP contents. Both spacings presented values of CP, NDF, and ADF of 20.26, 60.29 and 40.63% for spacing 2 m and 18.97, 60.61 and 42.11% for spacing 3 m, respectively for 105 days of pruning. Pruning *Cratylia* after 105 days results in less productive use for both spacings.

Keywords: *Cratylia argentea*, tropical legumes, forage shrubs, silvopastoral systems, agroecology, Voisin Rational Grazing,

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental.....	29
Tabela 2 – Estimativas de equações de regressão das variáveis Prod(g) ¹ , Prod FC(g) ² , em função de tempo de avaliação nos espaçamentos 2 e 3 m entre linhas	33
Tabela 3 - Análise de variância e estimativas de médias e erro padrão Prod MS ¹ (g) Prod da FC ² (g) nos espaçamentos 2 e 3 m entre linhas, independente dos dias de avaliação	36
Tabela 4 – Estimativas de equações de regressão para os teores de MS(%), PB(%), FDN(%) e FDA(%) em função de tempo de avaliação nos espaçamentos 2 e 3 m entre linhas.....	37
Tabela 5 – Análise de variância e estimativas de médias e erro padrão da composição bromatológica da Fração Comestível (FC) da cratília nos espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas, independente dos dias de avaliação.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação acumulada e temperaturas máximas e mínimas de janeiro de 2021 a julho de 2022. Em laranja estão as precipitações que ocorreram durante o período avaliado.....	30
Figura 2. Estimativas de regressões produção de matéria seca/planta da planta inteira em logaritmo natural (LN) para espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado.....	34
Figura 3. Estimativas de regressões da produção de matéria seca/planta da Fração Comestível (FC), em logaritmo natural (LN), para espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado	35
Figura 4. Estimativas de regressões dos teores de proteína bruta (PB) em porcentagem para os espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado.....	38
Figura 5 Estimativas de regressões dos teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) em porcentagem para os espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado.....	39

Figura 6 Estimativas de regressões dos teores de Fibra em Detergente Ácido (FDN) em porcentagem para os espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado 40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIC – Critério Akaike de desempenho dos ajustes dos modelos de regressão
Al – Alumínio
ACV – Avaliação do Ciclo de Vida
°C – Temperatura em graus *Celsius*
Ca – Cálcio
CH⁴ - Metano
CTC – Capacidade de Troca de Cátions
Cu – Cobre
Cwa – Clima mesotérmico de inverno seco segundo a classificação de Köppen
EP – Erro padrão de média
exp – Exponencial na base “e”
ExD – Interação entre Espaçamento e Dias
FBN – Fixação Biológica de Nitrogênio
FC – Fração Comestível
FDA – Fibra Insolúvel em Detergente Ácido
FDN – Fibra Insolúvel em Detergente Neutro
Fe – Ferro
FL – Fração Lenhosa
g – Grama
GEE – Gases de Efeito Estufa
H – Hidrogênio
ha – Hectare
K – Potássio
Kg – Kilograma
Ln – Logaritmo Neperiano
Log - Logaritmo

m – Metro

m² – Metro quadrado

mm – Milímetro

Mn – Magnésio

MS – Matéria Seca

N – Nitrogênio

P – Fósforo

PB – Proteína Bruta

pH – Potencial Hidrogeniônico

PI – Planta Inteira

POR – Ponto Ótimo de Repouso

PRV – Pastoreio Racional Voisin

P-Valor – Valor de Probabilidade

R² – Coeficiente de Determinação

SSPI – Sistema Silvipastoril Intensivo

t – Tonelada

UGM – Unidade de Gado Maior

Zn – Zinco

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	10
INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPITULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	15
1.1 Produção Pecuária.....	15
1.2 Cratília (<i>Cratylia argentea</i>): características e utilização na pecuária	17
1.3 Referências Bibliográficas	20
CAPITULO 2: DETERMINAÇÃO DA CURVA DE CRESCIMENTO DA CRATÍLIA (<i>CRATYLIA ARGENTEA</i>) PARA ESTABELECIMENTO DO PONTO DE CORTE.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
2.1 Introdução	26
2.2 Materiais e Métodos	28
2.3 Resultados	33
2.3.1 Curva de Crescimento	33
2.3.2 Composição Bromatológica	36
2.4 Discussão.....	41
2.5 Conclusões.....	49
2.6 Referências Bibliográficas	49
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

INTRODUÇÃO GERAL

Um dos principais desafios na nutrição dos ruminantes em sistemas de produção a pasto é o fornecimento uniforme de alimentos durante o ano, diante da sazonalidade produtiva das pastagens. A ensilagem de alimentos é uma das principais estratégias utilizadas para compensar a flutuação de produção das pastagens (Bernardes e Chizzotti, 2012), como também para suplemento em pastagens de baixa qualidade ou períodos de menor oferta (Miguel et al., 2019).

O milho é uma das principais forrageiras utilizadas para alimentação animal no Brasil e no mundo (Melo et al., 2021). Porém a produção de milho para a criação animal, inclusive em sistema de integração lavoura-pecuária, é realizada sobre altas doses de adubação química e herbicidas, especialmente o glifosato, que leva à perda de fertilidade e da atividade biológica do solo (Helander et al., 2019).

O uso de agrotóxicos para a cultura do milho silagem é uma prática frequente. Esse sistema de produção em conjunto com a produção agropecuária leva o Brasil a ser o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Na pecuária leiteira é comum encontrar resíduos de agrotóxicos no leite, sendo encontrados até em amostras de leite orgânico, mostrando o vasto nível de contaminação ambiental (Wendling e Machado Filho, 2018)

Não obstante, a maior parte das sementes de milho comercializadas no Brasil hoje é transgênica, chegando a 88,9% do milho plantado na safra de 2018/9 no Brasil (CÉLERES 2019). Esse fato impossibilita a reprodução do material de plantio pelos produtores (Silva et al., 2021), e resulta em um aumento no custo de produção da silagem de milho. Além disso, deve-se adicionar aos custos das sementes transgênicas o pagamento de *royalties* pela tecnologia às transnacionais que dominam os oligopólios do setor agrícola (Silva et al., 2021).

Por esses motivos, é importante considerar o desenvolvimento de alternativas à produção de silagem de milho como principal fonte para alimentação animal em períodos de escassez, pelo menos na forma como é implementada no sistema de produção hegemônico.

Uma das alternativas que vem sendo estudada em climas tropicais é a utilização de arbustos forrageiros para pastoreio direto (ou ramoneio) ou forragem conservada. Uma característica que desponta em alguns arbustos forrageiros é tolerância à seca, uma das principais causas da flutuação estacional das pastagens no Brasil. Monjardino et al. (2020) recomendam a utilização de arbustos forrageiros como estratégia de melhorar a produtividade e resiliência dos ecossistemas pastoris no enfrentamento à seca e mudanças climáticas em região da Austrália, cuja precipitação anual é de 350-600mm. Nesse sentido, destaca-se o potencial forrageiro da cratília (*Cratylia argentea*), uma leguminosa arbustiva nativa resistente à seca.

A cratília pode ser utilizada como planta forrageira, adubo verde e como fonte de biomassa para recuperação de solos degradados. É uma planta rústica de fácil cultivo e bom valor forrageiro, chegando a valores de proteína bruta de 20 a 25% em matéria seca na folha. Sua rusticidade propicia o cultivo livre de agrotóxicos com altos valores de produtividade (Matrangolo, et al., 2018).

A propagação é feita através de sementes, que podem ser coletadas em plantas adultas na própria unidade de produção e replicadas com facilidade. O plantio pode ser realizado diretamente no campo ou através do preparo de mudas no viveiro para posterior transplante. Além disso, o caráter perene da planta propicia que possam ser feitos sucessivos cortes ao longo dos ciclos de cultivo sem necessitar de novos preparos de solo ou replante.

A literatura sobre esse tema é escassa e, portanto, existem várias questões não elucidadas sobre sua utilização como fonte de alimento na pecuária. A falta de estudos sobre a cratília no Brasil, faz com que apesar de ser uma planta com bastante potencial, ainda seja pouco utilizada pelos produtores. Diante da carência de informações sobre a cratília, o objetivo dessa pesquisa foi estimar a curva de crescimento da planta visando o estabelecimento do ponto de corte.

CAPITULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Produção Pecuária

A pecuária contribui com mais de 40% do produto interno agrícola global e ocupa entre 30 a 45% da superfície global (Herrero et al., 2016). O Brasil se destaca na produção pecuária, tendo aproximadamente 155 milhões de hectares destinados para pastagens (Mapbiomas, 2020). A bovinocultura brasileira, que tem grande relevância nesse quadro, possui um rebanho bovino de aproximadamente 218 milhões de cabeças (IBGE, 2020). No entanto, essa posição de destaque ocorre principalmente pela extensão territorial do país, uma vez que os índices produtivos ainda estão muito abaixo dos aceitáveis. Telles et al., (2021), utilizando dados do último censo agropecuário do IBGE, encontraram que a taxa de lotação média do Brasil é de 1,08 cab/ha. Pode-se concluir que ao passar esses dados para UGM/ha, que uniformiza o número de cabeças para o equivalente a um bovino de 500kgs de peso vivo, essa taxa de lotação resultaria em um valor consideravelmente menor.

De uma maneira geral, a bovinocultura brasileira e latino-americana ocorre de forma extensiva e com baixas capacidades de suporte. Além disso, predominam pastagens degradadas ou em processo de degradação (Guerra et al., 2018). Não raro, as taxas de lotações são inferiores a 0,6 UGM/ha e ganhos médios diários inferiores a 300 g animal⁻¹ dia⁻¹ (Arguello-Rangel et al., 2019). Além disso, a produção é baseada principalmente na monocultura (Chará et al., 2017) e a área ocupada possui mais que 150 milhões de hectares no Brasil (Mapbiomas, 2020), sem considerar o total na América Latina (Arguello-Rangel et al., 2019).

A falta de eficiência produtiva aliada às pressões ambientais torna o panorama da pecuária brasileira uma questão preocupante. Isso é agravado pelo fato da criação de ruminantes (em especial a bovinocultura) ser considerada grande emissora de Gases de Efeito Estufa (GEE), e portanto, um dos fatores responsáveis pelas mudanças climáticas (Machado Filho et al., 2021).

Essa reputação se dá principalmente pela emissão de metano entérico (CH₄), que é um importante gás poluente. Uma das principais metodologias utilizadas nesse sentido é a avaliação do ciclo de vida (ACV), baseadas em diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que é uma ferramenta

importante para a compreensão das emissões (IPCC 2006, IPCC 1996). Contudo, essas metodologias possuem algumas limitações, dentre elas, presumir que o carbono (C) do solo está em equilíbrio (Ricard e Viglizzo, 2020) e subestimar a capacidade fotossintética, além do sequestro de C realizado pelas forrageiras (Machado Filho et al., 2021; Viglizzo et al., 2019). Dessa forma, essas metodologias superestimam o potencial de aquecimento global ocasionado pelo CH₄ emitido pelos ruminantes (Cain et al., 2019). Isso pode levar a conclusões equivocadas como a de que os sistemas de criação confinados com dietas à base de grãos são menos poluentes que sistemas à base de pasto. A metodologia da ACV é mais aceita internacionalmente, mas pode falhar em obter o balanço correto das emissões e sequestro de C em um ecossistema pastoril bem manejado e de base ecológica (Machado Filho et al., 2021).

Existem diversos sistemas que podem ser considerados de base ecológica, como o Pastoreio Racional Voisin (PRV), o Manejo Holístico, o Pastoreio Mob, Pastoreio Regenerativo, Sistema Silvipastoril Intensivo (SSPI) e outros. Todos se baseiam no aumento da biodiversidade dos ecossistemas em relação aos sistemas convencionais, na divisão racional das pastagens em piquetes com objetivo de possibilitar o pastoreio no Ponto Ótimo de Repouso (POR) e utilizar a luz solar como principal insumo que sustenta a produção forrageira. Alguns desses sistemas possuem maior enfoque na recuperação da fertilidade solo, enquanto outros conciliam esse fator com um aumento significativo na produção forrageira e na produtividade animal (Arguello-Rangel et al., 2019; Machado 2010; Machado Filho et al., 2021).

A intensificação produtiva baseada na monocultura possui baixa capacidade de fornecimento de alimento de qualidade durante períodos de estresse climático (baixa umidade do solo e altas temperaturas). Isso ocorre também em função da estacionalidade das pastagens utilizadas e do empobrecimento da qualidade do solo, que reduz a sua capacidade de retenção de água (Sartor et al., 2020).

Além disso, a monocultura de gramíneas para pastoreio carece de sombreamento e diversidade de sistemas radiculares, levando à perda de água mais rápida no sistema (Chará et al., 2017, Dalposso et al., 2020). Não obstante, esse modelo de intensificação produtiva é altamente dependente da utilização frequente de

adubos solúveis de síntese química para manutenção de altos níveis de produtividade (Machado 2010).

Como a demanda por alimento pelos animais é relativamente constante ao longo do ano, esse sistema de produção leva à necessidade de fornecimento de grãos em períodos de baixa umidade no solo (estação seca). Esse cenário resulta um aumento na exploração de terras e recursos naturais, além da degradação e desertificação das terras agricultáveis (Arguello-Rangel et al., 2019; Chará et al., 2017).

Nesse sentido, destaca-se a utilização de arbustos forrageiros como alternativa de produção de forragem para períodos críticos de umidade e temperatura, uma vez que poderão atender às necessidades de intensificação e produzir forragem de alta qualidade (Arguello-Rangel et al., 2019). Uma parcela expressiva dos arbustos utilizados tem a capacidade de melhorar as características do solo e aumentar a resiliência de agroecossistemas pastoris em relação aos estresses ambientais.

1.2 Cratília (*Cratylia argentea*): características e utilização na pecuária

A cratília é uma planta nativa do Brasil, Peru, Bolívia e nordeste da Argentina, presente em diversos locais do território nacional, sobretudo no Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga e Floresta Amazônica (Mattar, 2018). Pertence à família *Fabaceae*, possui caráter perene; propaga-se facilmente através de sementes e realiza fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Matrangolo et al., 2018; Panadero et al., 2020).

Apesar do porte arbustivo, a cratília pode assumir arquiteturas distintas, dentre elas um arbusto prostrado, uma trepadeira que forma um cipoal de ramos entrelaçados e um arbusto ereto. Na ausência de podas, a parte aérea da planta pode superar os 3 metros de altura e cobrir áreas superiores a 25 m² aos 3 anos de idade. As diferentes arquiteturas ocorrem em função do tipo de poda, da luminosidade e proximidade com cercas e outras plantas (Matrangolo et al., 2018).

O florescimento ocorre uma vez ao ano e a inflorescência da cratília é denominada pseudo-rácemo nodoso e seus cachos podem chegar a 70 cm de comprimento. O florescimento e a maturação dos cachos são desuniformes e suas flores atraem polinizadores diversos, além de atrair outros insetos que fazem controle biológico das pragas agrícolas. A fase reprodutiva da cratília se inicia entre fevereiro e

março para a região de Minas Gerais, quando ocorre a diferenciação floral. Portanto, podas após esse período prejudicam a produção de sementes pela eliminação dos botões florais (Matrangolo et al., 2018).

A cratília se destaca por sua resistência à seca, sendo utilizada como planta forrageira, adubo verde e como fonte de biomassa para recuperação de solos degradados. Além disso, se destaca pela sua resiliência, apresentando rebrota vigorosa mesmo após queimadas, geadas e desfolhações severas causadas por ataque de formigas (Matrangolo et al., 2019). Panadero et al. (2020) destacaram o potencial da cratília para produção de forragem e recuperação de um solo ácido, que foi degradado pelo excesso de agrotóxicos na província de Casanare, Colômbia.

É uma planta rústica de fácil cultivo e bom valor forrageiro, chegando a valores de proteína bruta (PB) de 20 a 25% em matéria seca (MS) na folha, sobretudo na estação seca, período em que a qualidade e produtividade das gramíneas são prejudicadas (Matrangolo et al., 2018, Panadero et al., 2020). Além do alto teor proteico, a cratília tem potencial de controle de nematoides gastrointestinais em pequenos ruminantes (Silva et al., 2018).

A cratília possui boa aceitabilidade por parte dos bovinos (Mora et al., 2017) e ovinos (Silva et al., 2018). Além disso, existem relatos que carecem de investigação científica de aceitabilidade por caprinos. Ela pode ser utilizada para pastoreio direto ou triturado e fornecido para os animais. Também pode ser conservada na forma de feno e utilizada pelos produtores. Outra possibilidade seria a comercialização da planta como fonte de renda extra, uma vez que é rústica e de fácil cultivo.

Em função dos altos teores proteicos encontrados, o aumento na ingestão diária de cratília pode levar a uma economia no consumo de concentrado. A maior parte dos concentrados encontrados no Brasil possuem teores proteicos iguais ou inferiores aos encontrados na cratília. Além disso, representam grande parte do gasto com alimentação dos ruminantes (Teixeira et al., 2019)

Cabe ressaltar que existem ainda poucas informações científicas sobre essa planta, tais como técnicas para maximização da produtividade e melhor aproveitamento forrageiro para as diversas regiões do Brasil. Assim, despontam duas questões ainda

pouco compreendidas sobre a cratília: a definição do Ponto Ótimo de Repouso (ou ponto de corte) e a frequência de corte ou pastoreio da planta.

De acordo com Voisin (1981), Machado (2010) e Machado Filho et al. (2021) as espécies forrageiras devem ser utilizadas no seu ponto ótimo de repouso, que é o ponto de inflexão na curva de crescimento (curva sigmóide) em que a produção de biomassa perde o caráter exponencial de crescimento e começa a reduzir em função do tempo. Também, de acordo com Machado (2010) e Machado Filho et al. (2021) utilizar as plantas forrageiras no ponto ótimo de repouso maximiza o aproveitamento da energia solar fixada em biomassa e a recomposição das reservas nas raízes para produzir uma boa rebrota e garantir a perenidade das forrageiras.

Muitos autores trabalham com tempo fixo de corte, a partir de uma observação empírica dos dados de produção. Para *Cratylia argentea*, Matrangolo et al. (2018) trabalharam com podas drásticas a cada 90 dias na região de Sete Lagoas (MG); Panadero et al. (2020) trabalharam com podas a cada 45 dias na província de Casanare, na Colômbia. Arguello-Rangel et al. (2019) ao avaliar diversos trabalhos com cratília encontraram podas sendo feitas com intervalos de 60 a 550 dias, contudo sem apontamentos de quais seriam os períodos de maior aproveitamento.

O crescimento das plantas depende de uma série de fatores que possuem grande variação como a fertilidade do solo, a temperatura, luminosidade, água disponível no solo, a umidade relativa do ar e outros. Inclusive, essas condições podem variar no mesmo local e na mesma época em anos diferentes. Portanto, utilizar um tempo de corte fixo como principal critério de utilização pode levar a um subaproveitamento da produção de biomassa e até comprometer a perenidade da forrageira, uma vez que o momento do corte pode não coincidir com o tempo ótimo de repouso daquela planta.

Como a cratília floresce uma vez ao ano (Matrangolo et al., 2018) não é possível utilizar a pré floração como principal critério de manejo para determinar o tempo ótimo de repouso, como é utilizado para algumas gramíneas (Machado, 2010) e alguns arbustos como o margaridão (*Tithonia diversifolia*) (Navarro e Rodrigues, 1990). Como o ponto ótimo de repouso é altamente variável de acordo com a espécie, não se pode indicar mesmos critérios para avaliação dos períodos de repouso (Klapp, 1977). De

modo geral, as leguminosas tropicais utilizadas como plantas forrageiras apresentam algumas características fenológicas que auxiliam na identificação do ponto ótimo de repouso. Uma característica utilizada como indicadora do ponto ótimo de repouso ou ponto de corte é a presença e a porcentagem de folhas basilares senescentes (Machado, 2010).

Ao analisar a curva de crescimento ao longo do ano, é possível aperfeiçoar o manejo ao determinar o pastoreio ou corte mecânico de acordo com o tempo ótimo de repouso nas diferentes épocas do ano, observando as características fenológicas da planta nesse ponto para facilitar o manejo na produção agropecuária.

1.3 Referências Bibliográficas

ARGUELLO-RANGEL, J.; MAHECHA-LEDESMA, L.; ANGULO-ARIZALA, J. Fodder shrubs: Relevance in cattle systems of Colombian low altitude lands. **Agronomia Mesoamericana**, v. 30, n. 3, p. 899–915, 2019.

CAIN, M.; LYNCH, J.; ALLEN, M. R.; FUGLESTVEDT, J. S.; FRAME, D. J.; MACEY, A. H. Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. **npj Climate and Atmospheric Science**, v. 2, n. 1, 2019.

CHARÁ, J.; RIVERA, J.; BARAHONA, R.; MURGUEITIO R., E.; DEBLITZ, C.; REYES, E.; MAURICIO, R. M.; MOLINA, J. J.; FLORES, M.; ZULUAGA, A. Intensive Silvopastoral Systems: Economics and Contribution to Climate Change Mitigation and Public Policies. *Em*: MONTAGNINI, Florencia (org.). **Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty**. Cham: Springer International Publishing, 2017. (Advances in Agroforestry). v. 12, p. 395–416. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-69371-2_16. Acesso em: 14 dez. 2022.

DALPOSSO, D. M.; BRUN, E. J.; SCHROEDER, F.; CANÔNICO, C. M.; MACEDO, V. D. P. Qualidade física do solo sob sistema silvipastoril com *Peltophorum dubium* e *Panicum maximum* cv. Aruana. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 40, 2020. Disponível

em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1645>. Acesso em: 14 dez. 2022.

GUERRA, M. G.; VERAS, A. S. C.; SANTOS, V. L. F.; FERREIRA, M. A.; NOVAES, L. P.; BARRETO, L. M. G.; CÂMARA, P. L. C. O.; SILVA, L. R. Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 4, p. 1266–1274, 2018.

HERRERO, M.; HENDERSON, B.; HAVLÍK, P.; THORNTON, P. K.; CONANT, R. T.; SMITH, P.; WIRSENIUS, S.; HRISTOV, A. N.; GERBER, P.; GILL, M.; BUTTERBACH-BAHL, K.; VALIN, H.; GARNETT, T.; STEHFEST, E. Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 5, p. 452–461, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal – Efetivo dos rebanhos (cabeças). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021>. Acesso em: 14 dez. 2022.

IPCC. Good Practical Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories. In IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories; Mosier, A., Kroeze, C., Hiraishi, T., Minxing, W., Gibbs, M., Ruiz-Suarez, L., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland, 2006.

IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J., Callender, B.A., Eds.; IPCC/OECD/IEA-UK Meteorological Office: Bracknell, UK, 1996.

KLAPP, E.; Prados e Pastagens, Lisboa: **Fundação Calouste Gulbenkian**, 1977. 872p.

MACHADO FILHO, L. C. P.; SEÓ, H. L. S.; DAROS, R. R.; ENRIQUEZ-HIDALGO, D.; WENDLING, A. V.; PINHEIRO MACHADO, L. C. Voisin Rational Grazing as a Sustainable Alternative for Livestock Production. **Animals**, v. 11, n. 12, 2021.

MACHADO, L. C. P. Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. 2. ed. São Paulo: **Expressão Popular**, 2010. 376p.

MAPBIOMAS Projeto MapBiomas. Disponível em: <https://mapbiomas.org/> Acesso em: 14 dez. 2022.

MATRANGOLO, W. J. R.; BRASILEIRO, B. P.; SILVA, C. J.; NETO ALECIA, D.; NETO, M.; PACA, E.; MATTAR, L.; FERREIRA, E.; JUNIOR, F.; FERREIRA DA SILVA, I. H.; SENA DA SILVA, I.; CAROLINA, J.; CRIVELARO, B.; PAULO, J.; RIBEIRO, O.; DE CASTRO, L.; FERRAZ, L.; SULFI ERY CORREA COSTA, L.; DA CONCEIÇÃO, P.; MALTA, C.; DA CRUZ, S. C. B.; GOMES, S. X.; AUGUSTO, V.; GONÇALVES, D. Aspectos de *Cratylia argentea* na região central de Minas Gerais e potencialidades em sistemas agrobiodiversos. **Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico**, p. 42, 2018.

MATRANGOLO, W. J. R.; GONÇALVES, V. A D.; GOMES, S. X.; SILVA, I. H. da; FERRAZ, L. de C. L; CAMPANHA, M. M. Produção de fitomassa por *Cratylia argentea* (Fabaceae) em sistema de aleias na região central de Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2019.

MATTAR, E. P. L. Propagação e conservação de espécies arbustivas de uso múltiplo: *Tithonia diversifolia* e *Cratylia argentea*. 2018. 74p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa

MORA, B. V.; CASTILLO-GALLEGOS, E.; ALONSO-DÍAZ, M. Á.; OCAÑA-ZAVALETA, E.; JARILLO-RODRÍGUEZ, J. Live-weight gains of Holstein × Zebu heifers grazing a

Cratylia argentea/Toledo-grass (*Brachiaria brizantha*) association in the Mexican humid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 91, n. 6, p. 1057–1068, 2017.

NAVARRO, F.; RODRÍGUEZ, E. F. Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) como posible alternativa de alimentación animal. 2019. Tese (Doutorado) Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima.

PANADERO, A. N.; DAZA C., J. I.; MONTAÑA B., V. Desempeño de bancos forrajeros de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, en suelos degradados en el departamento de Casanare. **Revista de Medicina Veterinaria**, v. 1, n. 39, p. 29–42, 2020.

RICARD, M. F.; VIGLIZZO, E. F. Improving carbon sequestration estimation through accounting carbon stored in grassland soil. **MethodsX**, v. 7, 2020.

SARTOR, L. R.; RAMÃO, J.; SILVA, V. P. da; CASSOL, L. C.; BRUN, E. J. Resistência mecânica do solo à penetração em sistema silvipastoril após onze anos de implantação. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 231, 2020.

SÁNCHEZ, N. R. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua 2006. 51p. Tese (Doutorado). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala

SILVA, M. E. da; ARAÚJO, J. V. de; SILVEIRA, W. F. da; CARVALHO, L. M. de; RIBEIRO, R. R. Effectiveness of *Cratylia argentea* as an animal feed supplement in the control of gastrointestinal nematodes in sheep. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 657, 2018.

TELLES, T. S.; FILHO, J. E. R. V.; RIGHETTO, A. J.; RIBEIRO, M. R. TD 2638 - Desenvolvimento da Agricultura de Baixo Carbono no Brasil. **Texto para Discussão**, No. 2638, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília. 1–41, 2021.

VIGLIZZO, E. F.; RICARD, M. F.; TABOADA, M. A.; VÁZQUEZ-AMÁBILE, G. Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and review. **Science of the Total Environment**, v. 661, p. 531–542, 2019.

VOISIN, A. A produtividade do pasto. 2. ed. São Paulo: **Mestre Jou**, 1981. 520p

CAPITULO 2: DETERMINAÇÃO DA CURVA DE CRESCIMENTO DA CRATÍLIA (*CRATYLIA ARGENTEA*) PARA ESTABELECIMENTO DO PONTO DE CORTE

RESUMO

Com a finalidade de avaliar o perfil de crescimento e a composição bromatológica da cratília (*Cratylia argentea*) foram feitos cortes e avaliações periódicas em diferentes indivíduos. O experimento foi conduzido com a cratília plantada em dois espaçamentos de 2 e 3 metros entre fileiras, com a distância fixa de 0,5 m entre plantas. Elas foram avaliadas durante 126 dias, com cortes a cada 21 dias, totalizando 6 avaliações para cada tratamento. Foram avaliados parâmetros de composição bromatológica (MS, PB, FDN, FDA) da fração comestível da planta (hastes com diâmetro menor que 0,5 cm e folhas) e produtividade (produtividade total em MS, produtividade da fração comestível em MS). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e os contrastes entre os espaçamentos foram avaliados pelo teste de Fisher ($p < 0,05$). As variações ao longo dos dias foram avaliadas através de análise de regressão, com tentativas de ajustes por diversos modelos. Os modelos para os parâmetros produtivos que melhor se encaixaram foram exponenciais e logísticos, enquanto que para os parâmetros bromatológicos os modelos polinomiais e Gompertz tiveram melhor ajuste. O espaçamento de 3 metros teve maior produtividade individual, porém menor produtividade por hectare. O espaçamento de 2 metros produziu plantas com maiores teores de PB e não diferiu para FDN, FDA e MS. A taxa de crescimento da cratília reduz significativamente com a evolução dos dias e sugere-se o corte ou pastoreio à partir dos 86 dias para o espaçamento 2 e à partir dos 91 dias para o espaçamento 3. Para a finalidade de produção de forragem, sugere-se utilizar o

espaçamento de 2 m, pois produz mais por hectare e tem maior teor de PB. Nesse período avaliado, ambos os espaçamentos apresentam valores de PB, FDN, e FDA de 20,26, 60,29 e 40,63% para o espaçamento 2 m e 18,97, 60,61 e 42,11% para o espaçamento 3 m, respectivamente. A utilização da cratília após os 105 dias de rebrote nas condições experimentais resulta em uma redução na eficiência produtiva em ambos os espaçamentos.

Palavras-chave: leguminosas tropicais; arbustos forrageiros, sistemas silvipastoris intensivos, agroecologia, pastoreio racional Voisin,

ABSTRACT

Intending to evaluate the growth profile and the chemical composition of cratylia (*Cratylia argentea*), periodic pruning and evaluations were made in different plants. The experiment was conducted with cratylia planted in two-line spacings of 2 and 3 meters between lines and 0,5 meters between plants. They were evaluated in a cycle of 126 days, cutting every 21 days and totalizing 6 assessments for each treatment. The bromatological composition (DM, CP, NDF, ADF) of the edible part and productivity (productivity in DM and edible part productivity) were evaluated. The study was planned in a completely randomized design and the differences in spacing were compared by Fisher test ($p < 0,05$). Variations over the days were evaluated using regression analysis, with attempts to adjust for different models. The models that had the best fit for productivity was exponential and logistic, whereas, for the bromatological composition it was Gompertz and polynomial. Plants with 3 meters spacing between lines had higher individual production, but lower productivity in area. The spacing of 2 meters resulted in higher CP contents and did not differ for NDF, ADF and DM. The growth rate drastically reduces as time goes by and it is suggested to prune or graze from 86 days of growth for 2 meters spacing and 91 days for 3 meters spacing. To forage production purposes, the spacing of 2 meters between lines is more suggested to use, because it is more productive and has higher CP contents. Both spacings presented values of PB, NDF, and ADF of 20.26, 60.29 and 40.63% for spacing 2 m and 18.97, 60.61 and 42.11% for spacing 3 m, respectively for 105 days of pruning. Pruning or grazing cratilia

after 105 days of regrowth results in less productive use under experimental conditions for both spacings.

Key-Words: tropical legumes, forage shrubs, intensive silvipastoral systems, agroecology, Voisin rational grazing,

2.1 Introdução

A cratília (*Cratylia argentea*) é um arbusto pertencente à família *Fabaceae* com alto potencial forrageiro, e que possui ciclo de vida perene; propaga-se facilmente através de sementes e realiza fixação biológica de nitrogênio (FBN). Além disso, possui altos teores de nitrogênio nas folhas, que corresponde aos teores de proteína bruta (PB) (Matrangolo et al., 2018; Panadero et al., 2020).

Em função do valor nutricional, a espécie é promissora para utilização na alimentação de diferentes espécies animais, principalmente ruminantes. (Mora et al., 2017; Silva et al., 2018). Sarria e Martens (2013) avaliaram como boa a qualidade da silagem de *C. argentea* destinada à alimentação de porcos. Contudo, são escassos os estudos que buscam maximizar o seu aproveitamento na pecuária, visto que o manejo adequado das forrageiras requer o conhecimento sobre a fisiologia da planta e seu hábito de crescimento (Machado Filho et al., 2021).

O aumento na eficiência de utilização das forrageiras requer que se compreenda seu ponto ótimo de utilização, para que se obtenha aumento na produtividade de biomassa. Esse ponto de utilização, ou ponto ótimo de repouso, deve garantir que a planta restabeleça sua reserva de nutrientes nas raízes para garantir rebrotes sucessivos sem diminuição da produtividade ao longo dos cortes. O manejo no ponto ótimo de repouso deve favorecer a perenidade da planta pelo fato de não exaurir suas reservas (Machado 2010; Machado Filho et al., 2021). Além disso, o aumento na eficiência da produção de biomassa, especialmente quando essa produção não é dependente de altas doses de adubação química, representa um aumento na fixação de gases de efeito estufa (GEE). O consequente aumento na eficiência fotossintética

leva a uma maior fixação dos GEE em biomassa vegetal, o que também resulta em uma redução da área necessária para dar suporte forrageiro ao mesmo número de animais (Cain et al., 2019; Viglizzo et al., 2019).

É fundamental compreender o valor nutritivo das plantas com potencial forrageiro e determinar os melhores estágios de utilização em função do rebanho e categoria animal. Nesse sentido, a composição bromatológica é o parâmetro utilizado para avaliar o valor nutritivo das forrageiras (Canul-Solis et al., 2020) uma vez que afetam o consumo, digestibilidade e desempenho dos animais (Pereira et al., 2018). Não obstante, a presença de taninos e saponinas presentes em leguminosas tropicais como a cratília, se utilizada de forma adequada, pode promover uma mudança no perfil de fermentação ruminal e promover uma menor emissão de metano, um importante GEE (Canul-Solis et al., 2020).

Assim, dado o potencial da cratília para alimentação animal, torna-se fundamental estudar a adaptação da espécie em sistema de cultivo intensivo, atendendo às exigências produtivas, ambientais e econômicas que estão colocadas para a pecuária nos tempos atuais.

Uma forma prática e difundida de analisar a eficiência produtiva no incremento de biomassa é através do estudo das curvas de crescimento e seus modelos. Modelo é a descrição matemática de um fenômeno biológico que, nesse caso, se expressa no fenômeno de crescimento em função do avanço da idade da planta. Modelos de regressão não-linear são utilizados para descrever curvas de crescimento. Esses modelos possuem parâmetros cuja interpretação biológica deve auxiliar na compreensão dos fenômenos que ocorrem durante o crescimento. Além disso, os modelos de regressão para curva de crescimento permitem estimar qual seria o valor de biomassa acumulada para diferentes idades das plantas dentro do intervalo de avaliação (Cao et al., 2019; Silva, 2010).

O crescimento de biomassa é regido por diversos fatores e processos e relações específicas (Cao et al., 2019). De uma maneira geral, ele é composto por uma fase inicial de crescimento lento, que segue por uma fase de crescimento exponencial que termina com uma fase de estabilização, em que o crescimento continua, mas com uma desaceleração na taxa de crescimento nesse período (Di Crescenzo et al., 2021).

E elaboração do experimento teve como objetivo auxiliar na compreensão sobre a ecofisiologia da cratília, levando em consideração alguns critérios. Determinar o ponto de corte nas condições experimentais, avaliar o efeito do espaçamento nos parâmetros produtivos e na qualidade nutricional e acompanhar a evolução da composição bromatológica ao longo dos dias. Objetivou-se também maximizar o potencial produtivo da cratília à partir da compreensão da curva de crescimento e da utilização no ponto de corte.

2.2 Materiais e Métodos

O experimento ocorreu na estação experimental da Embrapa Milho e Sorgo, cujo endereço é Rodovia MG 424 Km 45, Zona Rural - Sete Lagoas, MG, 35701-970, situada na Zona Metalúrgica de Minas Gerais, nas coordenadas 19°28' de latitude sul e 40°15' de longitude oeste de Greenwich e uma altitude de 732 m, acima do nível do mar (Campos et al., 2019).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa. O solo é profundo, poroso e apresenta grande estabilidade de agregados. Sua estrutura é do tipo granular pequena e muito pequena, com aspecto maciço sendo muito bem drenados. A vegetação predominante é o cerrado (Albuquerque Filho et al., 2022; Santos et al., 2018).

A caracterização do solo da área experimental está expressa tabela 1. Foram amostrados os estratos de 0-20cm, 20-40cm, 40-60cm. Os níveis de matéria orgânica, que são base para fertilização nitrogenada são considerados bons para todas as faixas avaliadas, enquanto os níveis de fósforo (P) são considerados muito baixos para todas as faixas, enquanto os de potássio (K) são considerados baixos. A saturação por bases (V%) é considerada baixa para as faixas 0-20 e 20-40cm e muito baixa para 40-60cm. A acidez trocável (Al^{3+}) é muito baixa para as faixas de 0-20 e 20-40cm e média para faixa 40-60cm (Ribeiro et al., 1999).

A área experimental é manejada com práticas conservacionistas, sem revolvimento de solo e com aporte da biomassa podada, o que contribui para a manutenção dos nutrientes no solo (Oliveira et al., 2021). Mattar et al. (2020) avaliaram acessos de cratília no parque estadual de Terra Ronca, em Goiás. Foram encontrados

indivíduos de cratília em solos diversos como cambissolos, argissolos e neossolos litólicos. Em todos as áreas amostradas os níveis de fósforo encontrados são considerados baixos.

Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental

Determinações	Unidade	0-0,20 cm	20-40cm	40-60cm
Matéria Orgânica	dag/dm ³	3,44	2,89	2,87
pH H ₂ O	unid.	5,5	5,6	5,5
P (Mehlich-1)	mg/dm ³	2,18	1,43	1,62
K (Mehlich-1)	mg/dm ³	39,26	19,98	17,20
Ca (Kcl-1 mol/L)	cmolc/dm ³	2,74	1,94	1,23
Mg (Kcl-1 mol/L)	cmolc/dm ³	0,28	0,20	0,11
Al (Kcl-1 mol/L)	cmolc/dm ³	0,14	0,20	0,52
H + Al (Acetato de cálcio)	cmolc/dm ³	7,11	6,35	7,38
Soma de Bases	cmolc/dm ³	3,12	2,19	1,38
CTC	cmolc/dm ³	10,23	8,54	8,76
V% (Saturação de bases)	%	30,51	25,65	15,71
Sat. Al %	%	4,38	8,36	27,41
Cu	mg/dm ³	0,42	0,41	0,47
Fe	mg/dm ³	19,86	14,99	17,81
Mn mg/dm ³	mg/dm ³	3,33	1,54	1,25
Zn mg/dm ³	mg/dm ³	0,25	0,00	0,00

O clima da região é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, considerado como mesotérmico de inverno seco, também denominado tropical de altitude. Se caracteriza por apresentar temperatura média, no mês mais frio, inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação total do mês mais seco foi inferior a 30 mm. A temperatura média do ar (anual) da região é de 22°C e a precipitação média anual é de 1340 mm (Campos et al., 2019).

A estação meteorológica situada na Fazenda da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, forneceu os dados de pluviosidade e temperatura média do ar durante todo o período experimental. Durante o ciclo de crescimento a área recebeu uma precipitação de 1.260 mm e a temperatura média foi de aproximadamente 23°C. O período que antecede o corte foi composto por uma sequência de baixas temperaturas e pouca pluviosidade. A figura 1 ilustra a distribuição da temperatura e precipitação da área experimental.

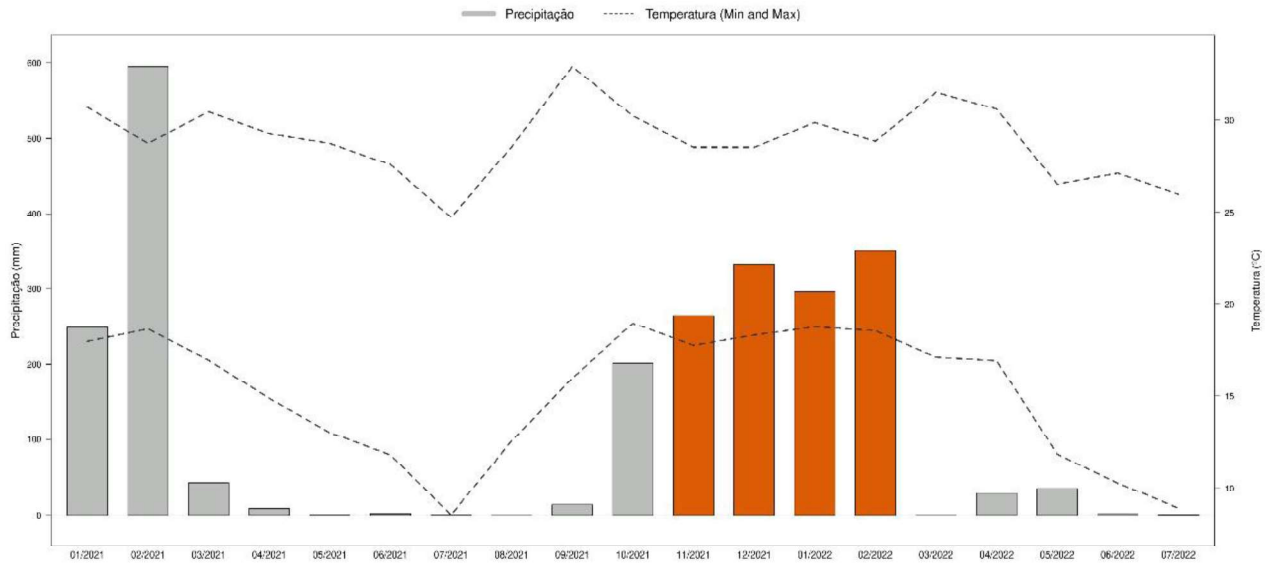


Figura 1. Precipitação acumulada e temperaturas máximas e mínimas de janeiro de 2021 a julho de 2022. Em laranja estão as precipitações que ocorreram durante o período avaliado

O experimento foi conduzido durante um período de 126 dias (de novembro de 2021 a março de 2022). Mudanças de cratília foram transplantadas na gleba no ano de 2009, com espaçamento de 0,5 m entre plantas e espaçamento de 1, 2, 3, 4, e 5 m entre fileiras, em uma área de 450 m² (30x15). Para esse experimento, foram utilizadas somente plantas com espaçamentos de 2 e 3 metros entre as fileiras. A área foi manejada com podas periódicas nas plantas sendo a última poda de uniformização realizada no dia 20/07/2021.

Foi feito um corte a 50 cm do solo para uniformização das plantas de cratília no início do experimento e ao final de cada ciclo de avaliação. A unidade amostral foi composta por 6 plantas em cada corte, para cada espaçamento utilizado (utilizando os espaçamentos de 2 x 0,5 e 3 x 0,5 m), totalizando 72 plantas avaliadas.

Em cada tratamento, dentro das fileiras, foram avaliadas as plantas no momento da uniformização. Foram selecionadas as plantas que mais se aproximavam da

condição média da população, eliminando as discrepantes, as bordas e as que possuem falhas nas linhas em sua adjacência. Após a seleção das plantas que fizeram parte da avaliação, foi feito um sorteio aleatório para atribuir em qual data cada unidade amostral seria avaliada.

Foram feitos cortes de indivíduos de cratília aos 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de rebrote a 50 cm de altura. No momento de cada corte foi avaliado o número de hastes de cada indivíduo, uma vez que o número de ramificações interfere na produtividade (Matrangolo et al., 2018). As amostras foram pesadas para avaliação da produção de biomassa objetivando a determinação da curva de crescimento e da composição bromatológica em cada corte. Após o final do ciclo de avaliação, as plantas foram novamente uniformizadas a 50 cm do solo utilizando roçadeira costal.

As amostras colhidas foram fracionadas em Fração Comestível (FC), que é formada por hastes menores que 5 mm e folhas e Fração Lenhosa (FL), que é formada de hastes e galhos maiores que 5 mm, mesma metodologia utilizada por Junqueira (2018) e Panadero et al. (2020). As amostras foram acondicionadas em papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Posteriormente, foram trituradas em moinhos do tipo Willey com peneiras de 1 mm, identificadas e armazenadas em potes plásticos.

As amostras foram utilizadas para avaliação dos teores de proteína bruta (PB) e matéria seca (MS); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A composição bromatológica foi feita pelo método de bancada em laboratório de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Para determinar a curva de crescimento de biomassa em matéria seca, biomassa da fração comestível (FC), teores de FDN, FDA, PB e MS em função dos dias de avaliação, foram testados diversos modelos de regressões: polinomial, exponencial, logístico, Gompertz e Richards. Esses modelos são amplamente utilizados para representar a curva de crescimento de plantas e demais seres vivos (Cao et al., 2019; Di Crescenzo et al., 2021).

Os modelos foram ajustados conforme metodologia de modelos não lineares generalizados ou modelo linear generalizado (Pinheiro e Bates, 2000) para cada nível de espaçamentos avaliados.

Os modelos que apresentaram adequado ajuste aos dados e significância para todos os parâmetros foram comparados segundo o *Likelihood-ratio test*. Não havendo diferenças entre os modelos, foi selecionado o modelo baseado no critério Akaike (Akaike, 1974) e seu melhor desempenho nos ajustes para cada tratamento. A análise de identidade de modelos foi realizada para avaliar se as equações estimadas para cada tratamento poderiam ser substituídas por uma única equação ou se os parâmetros individuais de cada equação diferiram entre tratamentos conforme Pinheiro e Bates (2000).

Para comparação dos modelos lineares e polinomiais, foi utilizado o valor do coeficiente de determinação (R^2) como critério de escolha. O R^2 representa a proporção da variabilidade de “y” (variável dependente) que é explicada pelo modelo. Também foram utilizados modelos de regressão para avaliar o crescimento da fração comestível (FC). O crescimento da FC representa a biomassa potencialmente utilizável como forragem, uma vez que é a fração mais nutritiva. A comparação entre a FC e a produção de biomassa total durante o período de avaliação pode fornecer informações para escolha do ponto de utilização da cratília para alimentação animal.

A comparação entre os espaçamentos por avaliação para as variáveis %FDN, FDA, MS, PB, Produção de Biomassa e Produção de Biomassa da FC foi feita por meio de análise de variância. A discriminação de médias foi realizada pelo teste Tukey com $p < 0,05$.

O conjunto de dados analisados passaram pelos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade de Bartlett ($p < 0,05$). Quando os pressupostos de normalidades não foram atendidos, os dados foram transformados usando a função de Box-Cox. E quando os dados não apresentaram homocedasticidade, se utilizou o método dos quadrados mínimos ponderados para análise da variância. Além disso, quando necessário foi feita a transformação logarítmica dos dados, utilizando o logaritmo natural (\ln).

Todas as análises foram realizadas utilizando o software de análise estatística R (R Core Team, 2022).

2.3 Resultados

2.3.1 Curva de Crescimento

A tabela 2 apresenta as equações de regressão para a produção de matéria seca da planta inteira (g) e da fração comestível (g) para os espaçamentos de 2 e 3 m. Os modelos de regressões que melhor se ajustaram, levando em consideração os parâmetros do critério AIC, foi o logístico para produção de matéria seca da planta inteira (g) em ambos os espaçamentos. O modelo de regressão que melhor se ajustou para produtividade da FC (g) foi exponencial nos espaçamentos de 2 e 3 metros.

Em função da alta dispersão dos dados, os dados relacionados à produtividade (Produção de matéria seca da planta inteira e Produtividade da FC) foram transformados em logaritmos na base neperiana (logaritmo natural) para melhorar a avaliação e precisão dos dados.

Tabela 2 – Estimativas de equações de regressão das variáveis Prod(g)¹, Prod FC(g)², em função de tempo de avaliação nos espaçamentos 2 e 3 m entre linhas

Variável	Modelos	
	Espaçamento 2	Espaçamento 3
Prod ¹ (g)	$6,177 / (1 + \exp^{2(2,046 - 0,064x)})$ (AIC ⁴ = 63,36)	$6,422 / (1 + \exp^{(1,619 - 0,055x)})$ (AIC = 60,73)
Prod FC ² (g)	$6,6948(1 - \exp^{(-0,0217x)})$ (AIC = 58,64)	$6,525(1 - \exp^{(-0,025x)})$ (AIC = 59,86)

¹ Prod - Produtividade total por planta em g de MS,

² Prod FC - Produtividade da fração comestível em g de MS,

³ exp - Exponencial na base "e"

⁴ AIC - Critério Akaike (Akaike, 1974) de desempenho dos ajustes dos modelos de regressão

A figura 2, apresenta os dados do logaritmo natural (LN) da produção de matéria seca de planta inteira nos espaçamentos de 2 e 3 m.

A curva de crescimento da Prod (g) para os espaçamentos 2 e 3 m apresentaram comportamento semelhante. A função logística é caracterizada por uma fase de baixo crescimento, seguido por uma fase de aceleração e posterior estabilização. O espaçamento de 3 metros teve um crescimento inicial maior e também uma desaceleração menos intensa. Ambos os espaçamentos apresentaram valores semelhantes de crescimento nos períodos finais de avaliação.

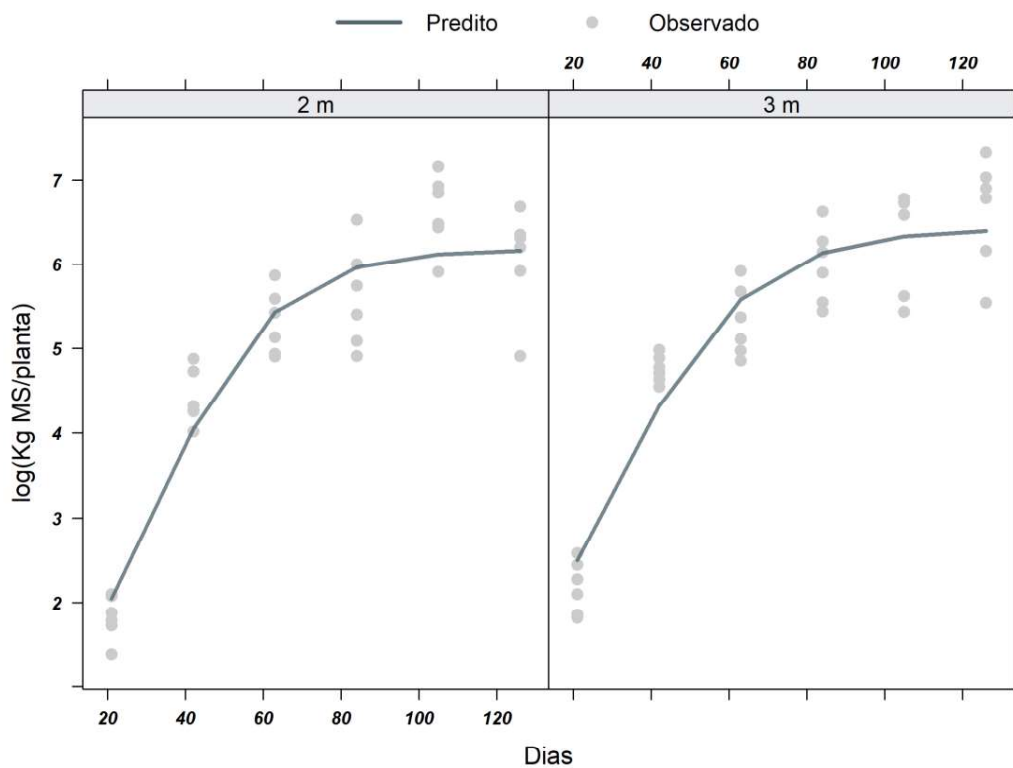


Figura 2. Estimativas de regressões produção de matéria seca/planta da planta inteira, em logaritmo natural (Ln), para espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado

A figura 3, apresenta os dados do logaritmo natural (Ln) da produção de matéria seca da FC para os espaçamentos de 2 e 3 m. As equações de regressão que melhor se ajustou para essa variável é exponencial. Ambos os espaçamentos têm um

comportamento semelhante, em que as taxas de crescimento têm níveis elevados no início do período seguido por um decréscimo. .

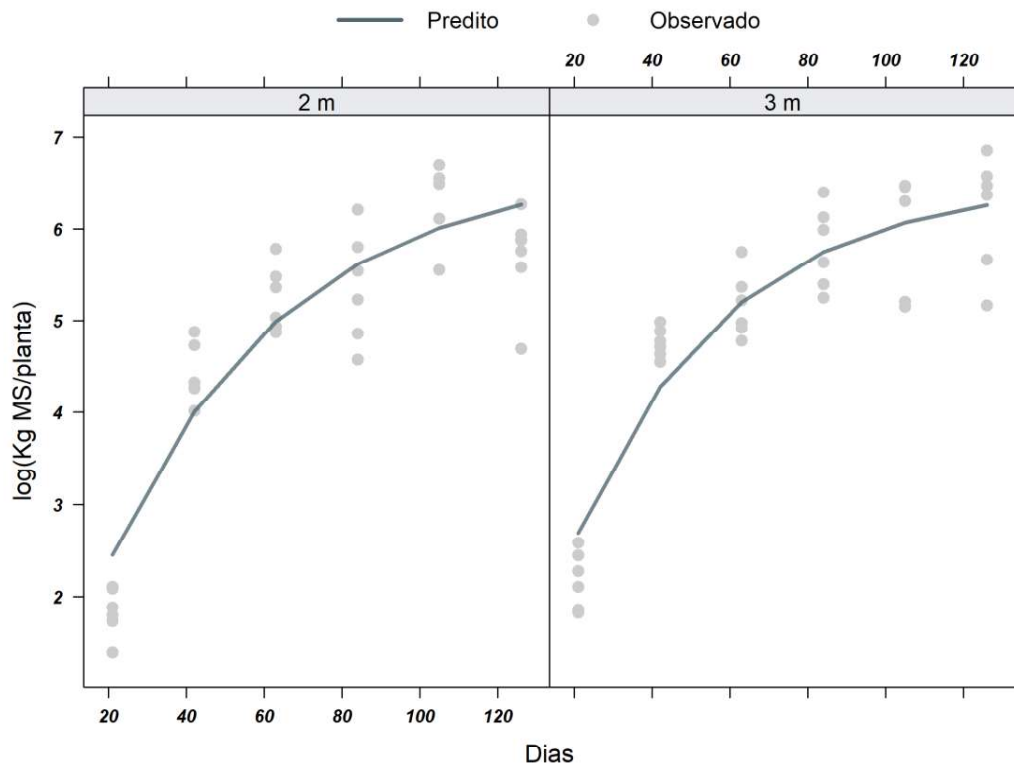


Figura 3. Estimativas de regressões da produção de matéria seca/planta da Fração Comestível (FC), em logaritmo natural (Ln), para espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado

A tabela 3 apresenta os dados da análise de variância para as variáveis produtivas. Na ausência de interação significativa entre os fatores (Espaçamento X Dia) para Prod MS e Prod da FC, a comparação foi feita no efeito médio dos fatores isolados (Espaçamento e Dias de avaliação).

Tabela 3 - Análise de variância e estimativas de médias e erro padrão de Prod MS¹(g) Prod da FC² (g) nos espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas, independente dos dias de avaliação

Variáveis	Espaçamento		EP ³	P-Valor ⁴		
	2	3		Espaç.	Dias	ExD ⁵
Prod MS ¹ (g)	92,81 b	120,66 a	7,37	9,25*10 ⁻³	4,51*10 ⁻⁴¹	0,09
Prod da FC ² (g)	82,79 b	106,73 a	6,48	0,01	1,61*10 ⁻³⁹	0,09

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste Fisher (P<0,05).

¹ Médias da produção por planta em g de MS

² Médias da produção da fração comestível por planta em g de MS

³ Erro Padrão da Média

⁴ Valor de Probabilidade

⁵ Interação entre Espaçamento e Dias

O espaçamento de 3 m apresentou uma produção total e da FC individual maior do que o espaçamento 2 m, independente dos dias de avaliação. Essa ausência de interação para os parâmetros produtivos indica que não há uma resposta diferenciada ao fator espaçamento ao longo dos dias.

2.3.2 Composição Bromatológica

A tabela 4 apresenta os modelos de regressão para as variáveis relacionadas à composição bromatológica. Foram considerados os critérios de ajustes do coeficiente de determinação R² e os parâmetros do critério AIC. Para o teor de MS, o modelo que teve o melhor ajuste foi o modelo de Gompertz em ambos os espaçamentos. Enquanto para os demais parâmetros da composição bromatológica (PB, FDN, FDA) foram os modelos polinomiais.

Tabela 4 – Estimativas de equações de regressão para os teores de MS (%), PB (%), FDN (%) e FDA (%) em função de tempo de avaliação nos espaçamentos 2 e 3 m entre linhas

Variável	Modelos de Regressão	
	Espaçamento 2	Espaçamento 3
MS (%)	$37,771 \exp^{-1}(-\exp(1-0,0185(x+65,2167)))$ (AIC ² = 159,07)	$37,3923 \exp(-\exp(1-0,0258(x+33,4425)))$ (AIC = 161,46)
PB (%)	$0,2608-0,00062x$ (R ^{2 3} = 0,6951)	$0,292-0,001866x+0,00000824x^2$ (R ² = 0,81)
FDN (%)	$0,4554+0,002466x-0,00001x^2$ (R ² = 0,84)	$0,4425+0,003081x-0,00001435x^2$ (R ² = 0,78)
FDA (%)	$0,3312+0,0018x-0,000009468x^2$ (R ² = 0,54)	$0,3354+0,001658x-0,000008103x^2$ (R ² = 0,48)

¹ exp - exponencial na base "e"

² AIC - Critério Akaike (Akaike, 1974) de desempenho dos ajustes dos modelos de regressão

³ R² - Coeficiente de Determinação da Regressão

A figura 4 apresenta as regressões polinomiais (linear e quadrática, respectivamente) dos teores de PB (%) para os dois espaçamentos ao longo do período avaliado. No espaçamento 3 m se observa uma queda mais acentuada seguida de uma estabilização e ligeiro aumento nos teores de PB. Observa-se que para os dois espaçamentos o tempo de rebrote é determinante para os teores de PB.

O valor mínimo não foi alcançado para o espaçamento 2 m e o menor valor encontrado foi no final do período de avaliação, no dia 126. Enquanto, para o espaçamento de 3 m o ponto de mínimo foi estimado no dia 113

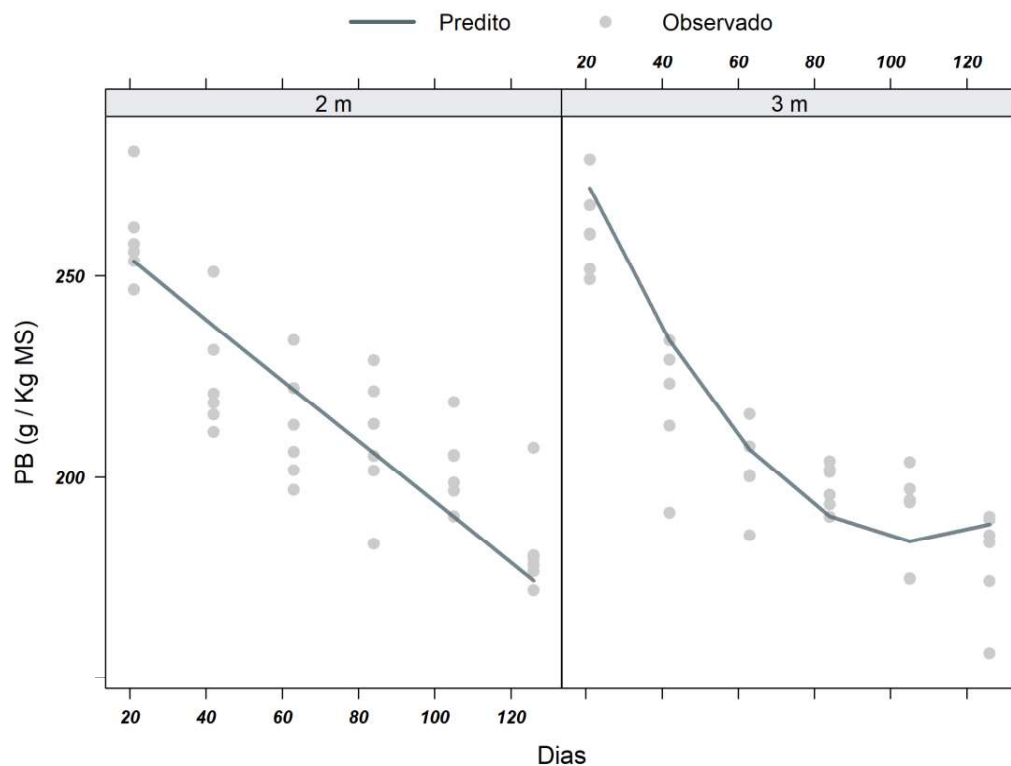


Figura 4. Estimativas de regressões dos teores de proteína bruta (PB) em porcentagem para os espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado

A figura 5 apresenta a estimativa das regressões polinomiais dos teores de FDN. Ambas possuem função quadrática com concavidade voltada para cima, em que ocorre um crescimento, seguido de um ponto de máximo e queda nos valores de FDN. Os pontos de valores máximos de FDN foram estimados para os dias 123,30 e 107,35 para os espaçamentos de 2 e 3m entre linhas, respectivamente.

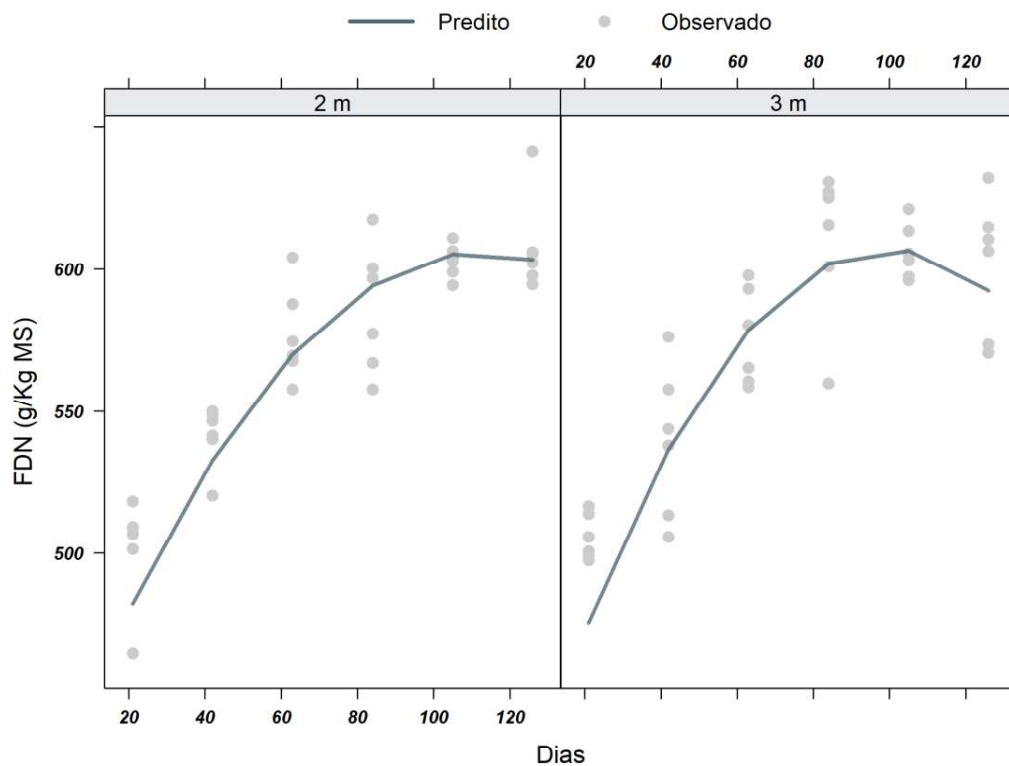


Figura 5. Estimativas de regressões dos teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) em porcentagem para os espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado

A figura 6 apresenta a estimativa das regressões polinomiais dos teores de FDA. Ambas possuem função quadrática e comportamento semelhante às estimativas de FDN. Contudo, os pontos de valores máximos de FDA foram estimados em dias anteriores ao FDN, tendo os valores encontrados para os dias 95,06 e 102,31 para os espaçamentos de 2 e 3m entre linhas, respectivamente.

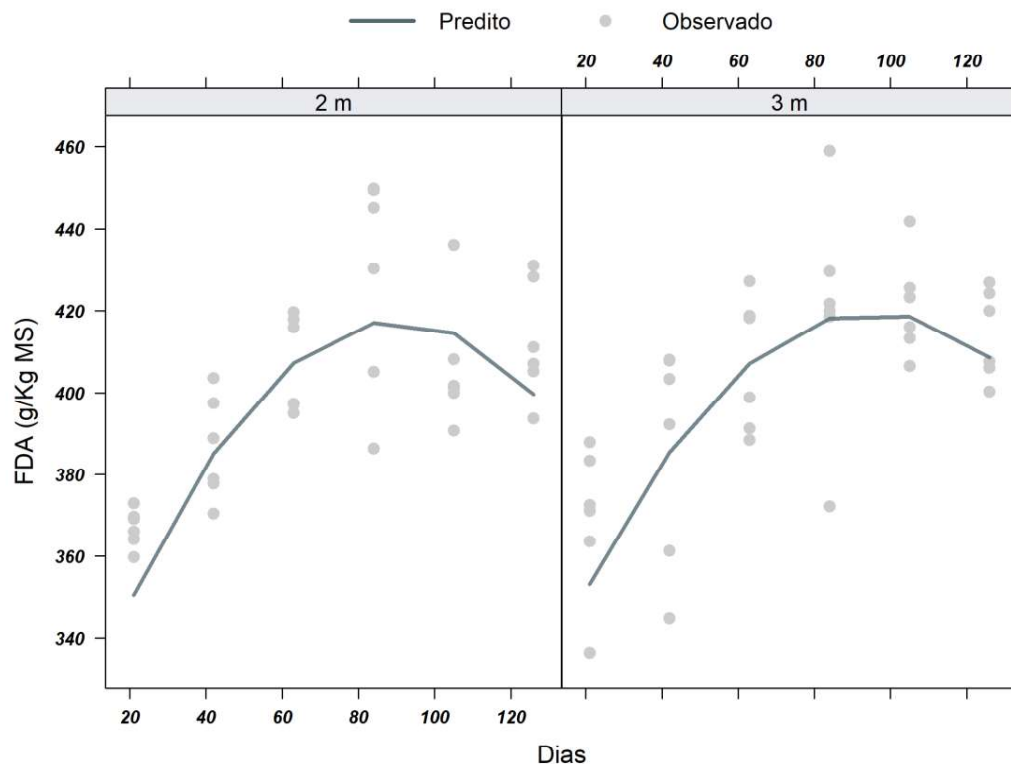


Figura 6. Estimativas de regressões dos teores de Fibra em Detergente Ácido (FDA) em porcentagem para os espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas ao longo do período avaliado

Observa-se de maneira geral, um aumento nos teores das frações fibrosas ao longo das avaliações com uma tendência de estabilização nos períodos finais de avaliação. Os resultados encontrados para FDN e FDA são condizentes com o desenvolvimento da forrageira, contudo a diminuição nos períodos finais após o período de mínimo são resultados incomuns.

A tabela 5 apresenta os dados da análise de variância para os parâmetros da composição bromatológica das plantas. Na ausência de interação significativa entre os fatores (Espaçamento X Dia) para todas as variáveis da composição, a comparação foi feita no efeito médio dos fatores isolados (Espaçamento e Dias de avaliação).

Os teores de MS, não sofreram interferência do espaçamento, somente a variação no tempo que evolui conforme as plantas se desenvolvem. Os teores de FDN e FDA também não sofreram interferência do espaçamento, apenas dos dias, tendo um crescimento ascendente, atingindo um ponto de máximo seguido de uma leva queda.

Tabela 5 – Análise de variância e estimativas de médias e erro padrão da composição bromatológica da Fração Comestível (FC) da cratília nos espaçamentos de 2 e 3 m entre linhas, independente dos dias de avaliação

Variáveis	Espaçamento		EP ⁵	P-Valor ⁶		
	2	3		Espaç.	Dias	ExD ⁷
PB (%) ¹	21,51 a	20,85 b	2,10*10 ⁻³	0,03	1,47*10 ⁻²¹	0,07
FDN (%) ²	56,94 a	57,29 a	3,06*10 ⁻³	0,42	3,49*10 ⁻²²	0,42
FDA (%) ³	40,12 a	40,41 a	2,99*10 ⁻³	0,67	3,97*10 ⁻¹⁰	0,78
MS (%) ⁴	29,62 a	29,61 a	0,33	0,98	3,53*10 ⁻²⁷	0,13

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste Fisher (P<0,05).

¹ Média dos teores de Proteína Bruta em porcentagem

² Média dos teores de Fibra em Detergente Neutro em porcentagem

³ Média dos teores de Fibra em Detergente Ácido em porcentagem

⁴ Média dos teores de Matéria Seca em porcentagem

⁵ Erro Padrão da Média

⁶ Valor de Probabilidade

⁷ Interação entre Espaçamento e Dias

2.4 Discussão

Ainda não se conhece a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento da planta, nem as temperaturas basais, mas sabe-se que baixas temperaturas médias retardam seu crescimento. Em relação à pluviosidade, a quantidade de chuvas no período permite inferir que a cratília não teve seu crescimento retardado pela falta de água no solo (Matrangolo et al., 2018).

Em relação à curva de crescimento de planta inteira, ambos os espaçamentos possuem resposta semelhante, tendo um crescimento muito pequeno aos 21 dias (6,41 g de MS/planta para espaçamento 2 e 9,24 g de MS/planta para espaçamento 3 m), que é seguido de um crescimento acelerado com redução no crescimento a partir dos 84 dias (320,68 g para o espaçamento 2 m e 434,00 g para o espaçamento 3 m).

O comportamento da FC foi muito semelhante ao de planta inteira nos dois espaçamentos. Isso indica que durante o desenvolvimento da planta há surgimento em proporções semelhantes de folhas e hastes jovens, que compõem a FC. Esse resultado aponta que a cratília é uma forrageira capaz de manter a qualidade nutricional com o passar do tempo, pelo menos do ponto de vista da proporção entre FC e planta inteira, indicador interessante do ponto de vista de uso da cratília como alimento na produção de ruminantes.

Aos 105 dias de rebrote, obteve-se valores mais altos de produção em matéria seca e produção de matéria seca da FC. Os valores foram de respectivamente, (816,15 g para espaçamento 2 m, 631,37g para espaçamento 3 m); (555,91g para espaçamento 2, 471,37g para espaçamento 3 m); (43,27g para espaçamento 2 m, 38,14g para espaçamento 3 m). Após 105 dias, o crescimento cessa ou continua muito lentamente, o que indica uma tendência de desaceleração no crescimento para as variáveis de produtividade.

De acordo com a análise do modelo de regressão, os pontos de incremento máximo de biomassa em MS, ocorreram no dia 86 e 91 para os espaçamentos 2 e 3 respectivamente. Levando em consideração os valores de produtividade encontrados e os modelos de regressão, sugere-se, dentro das condições experimentais, esses dois tempos de descanso como o ponto de corte para os espaçamentos avaliados. A utilização em períodos posteriores representa uma diminuição na eficiência produtiva nos dois espaçamentos, especialmente após os 105 dias de rebrote

A utilização da cratília em períodos anteriores aos pontos de corte pode fornecer uma forragem com maior teor proteico e menores teores de FDN e FDA. Porém, corre-se o risco de comprometer os futuros rebrotos e a perenidade da planta, uma vez que a utilização das plantas antes do seu ponto ótimo de repouso pode prejudicar o

estabelecimento de reservas na planta para um novo rebrote (Machado Filho et al., 2021).

Contudo, esses intervalos de tempo podem não ser fixos, uma vez que a disponibilidade hídrica, as condições climáticas, o nível de desfolhamento, a fertilidade e outros fatores influenciam no ritmo de crescimento das plantas forrageiras (Lima et al., 2020). Nesse sentido, são importantes trabalhos que buscam compreender a ecofisiologia da cratília com objetivo de utilização da sua biomassa de forma otimizada. A compreensão sobre relacionar o tempo de repouso, o estabelecimento de reservas e o impacto no rebrote com cortes sucessivos para diferentes condições edafoclimáticas podem auxiliar no aumento na eficiência produtiva.

O espaçamento de 3 m entre linhas produziu mais biomassa individualmente, independente do período de avaliação, que o espaçamento de 2 m. Isso pode ter ocorrido em função da maior radiação solar absorvida e do maior espaço para o desenvolvimento das hastes. Contudo, levando em conta a densidade de plantas/ha, o espaçamento de 2 m entre linhas produz mais por hectare que o espaçamento de 3 m.

Esse resultado aponta também que nesse espaçamento de 2 m a competição intraespecífica não está sendo um fator decisivo para a queda na produção. No período final de avaliação, também se observa que as taxas de crescimento da planta inteira e da FC são muito semelhantes entre os espaçamentos. Por isso, é possível apontar que o desenvolvimento da biomassa nos estágios finais de avaliação não foi prejudicado pelo espaçamento de 2 m em relação ao espaçamento de 3 m pela competição intraespecífica.

A utilização das plantas nesse período de 105 dias como forrageira representa uma produtividade de 8,16 t/ha (MS) para o espaçamento 2 m e uma produtividade de 4,21t/ha (MS) para 3 m em cada ciclo de corte. Isso indica também que o espaçamento de 2m entre fileiras é mais eficiente, uma vez que mesmo que a produtividade individual possa ser menor, a produtividade total da área supera o espaçamento de 3m entre fileiras. Pode-se inferir então que o aumento da densidade populacional está promovendo um aumento na produtividade da cratília. Outros estudos poderiam

encontrar qual seria o adensamento máximo que a cratília convive sem diminuição na produtividade.

Existem dificuldades em avaliar a curva de crescimento de produtividade em função do método destrutivo de avaliação necessitar novas plantas em cada ciclo de corte (Santos et al., 2021). A produtividade foi um parâmetro com muita variação entre plantas, uma vez que a cratília não possui cultivares, apenas ecótipos com variabilidade genética alta. A possibilidade de avaliar a produção de biomassa através de tecnologias que não necessitem o corte da planta permitiriam que as avaliações de crescimento pudessem ser realizadas nos mesmos indivíduos sorteados para cada espaçamento. Destaca-se ainda a necessidade de programas de melhoramento para seleção de plantas visando especificamente o uso na alimentação animal.

Já existem técnicas e tecnologias para realizar esse tipo de avaliação em pastagem (Santos et al., 2021), contudo, ainda não se tem conhecimento da viabilidade em arbustos forrageiros como a cratília. Uma possibilidade seria estimar a biomassa através da medição da altura, seguido da contagem do número de hastes, quantidade e tamanho de folhas. Outras possibilidade seria o uso de imagens feitas por drones de forma periódica.

Devido à escassez de trabalhos relacionados à cratília e seu ponto de corte, as comparações realizadas estão em condições diferentes do experimento. Matrangolo et al. (2019) utilizaram tempo fixo de 90 dias para realizar o corte da cratília como fonte de adubação verde, na estação experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG. Os autores encontraram um valor de produtividade por planta de 2.600 g com um espaçamento de 4 m entre fileiras e 0,5 entre plantas. Panadero et al. (2020) avaliaram o potencial da cratília como banco forrageiro na Colômbia tropical. Realizando cortes aos 45 dias de rebrote, encontraram valores de 157 g por planta utilizando um cultivo adensado com espaçamento de 1 m entre fileiras e 1 m entre plantas. Trabalhando com plantas jovens, cuja produtividade é menor comparada com plantas a partir de 2 anos (Matrangolo et al., 2018), a produtividade foi superior à encontrada aos 42 dias de rebrote em ambos os espaçamentos utilizados nesse trabalho. Os valores de produtividade encontrados por Panadero et al. (2020) e em comparação com trabalho

este presente trabalho e os resultados de Matrangolo et al. (2018) indicam que a utilização da cratília aos 45 dias de rebrote representa uma redução no potencial produtivo.

Em função da pouca disponibilidade de informações a respeito do desenvolvimento da fisiologia da planta para sua utilização, os trabalhos de revisões ainda que limitados, podem contribuir para a eficiência na utilização da cratília. Arguello-Rangel et al. (2019) fizeram uma revisão a respeito da utilização da cratília para alimentação animal e avaliaram diversas estimativas. É importante ressaltar a dificuldade de realizar uma revisão para uma espécie cujos trabalhos são escassos e estão espalhados por diferentes condições na América Latina. Esse fato resulta em falta de padronização das informações para se chegar em conclusões consistentes. Arguello-Rangel et al. (2019) encontraram tempos de corte que variam de 60 a 550 dias, contudo não foi apontado quais seriam os melhores períodos de utilização da planta. Em função dos resultados obtidos, pode-se estimar que tempos superiores a 105 dias de corte podem reduzir a eficiência produtiva na utilização da planta. Além disso, com idades de uso muito avançadas, os ramos tornam-se espessos e muito lignificados (Matrangolo et al., 2018), o que poderia reduzir o potencial nutricional.

O espaçamento de 2 m resultou em plantas com maiores teores de PB na FC na média entre os dias de avaliação. Esse resultado pode ter ocorrido em função do maior sombreamento das folhas provocado pelo maior adensamento. Ainda não há estudos que avaliaram o efeito do sombreamento na produtividade e composição nutricional da cratília, porém resultados semelhantes são encontrados em gramíneas e leguminosas tropicais (Faria et al., 2018; Lista et al., 2019).

Pode-se afirmar que os teores de PB aliados à produção de matéria seca são informações decisivas para tomada de decisão de qual ponto deve-se utilizar a forrageira para corte ou pastoreio. Nesse sentido, além da maior produtividade, o espaçamento de 2 m entre linhas, fornece maiores teores de PB independente do dia de avaliação. Aos 105 dias de rebrote, tem-se valores de PB para o espaçamento 2 e 3 m de 20,26 e 18,97% na FC, respectivamente.

Contudo, as estimativas de regressões forneceram modelos diferentes para os espaçamentos, enquanto o modelo para o espaçamento 2 m é linear, então a PB diminui no tempo e o valor mínimo foi encontrado no dia 126. O espaçamento 3 m possui um modelo quadrático, e os teores de PB assumem um mínimo no dia 113 seguido de um aumento. Isso pode ter ocorrido em função do aumento do sombreamento das plantas no espaçamento 3 pela própria planta nas folhas basilares e pelas plantas próximas em função do tamanho e arquitetura das plantas.

Os teores de proteínas encontrados para ambos os espaçamentos são semelhantes aos encontrados para a cratília na literatura. Braga et al. (2018) ao avaliar os teores de proteínas extraídos das folhas de cratília aos 55 e 75 dias de rebrote encontraram valores de 27,62 e 22,42%. Os valores de PB estimados para os espaçamentos 2 e 3 m, respectivamente para 55 dias são de 22,67 e 21,36% e para 75 dias são de 21,43 e 19,72%. Também é possível observar a queda nos teores proteicos ao longo dos dois dias avaliados. Cabe ressaltar que no presente trabalho foram avaliadas somente as folhas, o que leva a teores de proteínas maiores do que a avaliação de toda a FC.

Panadero et al. (2020) encontraram valores de PB inferiores para a cratília. Ao avaliar planta inteira, somente as folhas e talos; encontraram valores de 15,5, 17,5 e 11,5%, respectivamente. Essa diferença pode ter ocorrido em função das condições de fertilidade do solo, da diferença de clima e material genético. Cabe ressaltar que os autores trabalharam com avaliações aos 45 dias de rebrote. Nesse mesmo período, os níveis de proteínas estimados para a FC são de 23,29 e 22,43% para os espaçamentos 2 e 3 m, respectivamente. Essa diferença permite inferir que os teores proteicos além de serem sensíveis ao espaçamento, sofrem interferência da fertilidade do solo.

Os valores de PB encontrados no experimento são maiores que das gramíneas tropicais utilizadas na pecuária no Brasil central. Cassimiro et al. (2020) ao avaliarem a resposta do capim marandu à diferentes fontes e doses de adubação (*Brachiaria brizantha*) encontrou valores máximos de 11,30% de PB na planta inteira. Barbero et al. (2021) ao elaborar uma revisão sobre a pecuária brasileira à pasto e principais espécies, encontrou valores máximos de PB de 15% para gramíneas na estação chuvosa.

Os níveis de PB também são superiores aos encontrados em outras leguminosas tropicais comumente utilizadas na pecuária bovina. Lista et al. (2019) encontraram valores de PB de 16,64% para a soja perene (*Neonotonia wightii* Lackey) cultivada a pleno sol no período chuvoso. Albores-Moreno et al. (2020) encontraram valores de PB de 14,24% para a leucena (*Leucaena leucocephala*), outra leguminosa arbustiva tropical utilizada na bovinocultura e muito disseminada no Brasil.

De acordo com Teixeira et al. (2019), cerca de 90% dos concentrados utilizados para vacas leiteiras que são comercializados no Brasil tem teores de PB entre 20 e 22%. São valores próximos aos encontrados para a cratília neste experimento e na literatura (Canul-Solis et al., 2020). Um importante avanço na utilização da cratília seriam trabalhos que buscassem avaliar a digestibilidade da cratília e os efeitos sobre o desempenho animal.

O aumento na ingestão diária de PB que a cratília pode promover em substituição às gramíneas tropicais de tipo C4 pode promover não só um aumento no desempenho, como uma redução na emissão dos GEE (Canul-Solis et al., 2020; Albores-Moreno et al., 2020). Além disso, a cratília se mantém com as folhas verdes durante todo o período de seca em diversas condições avaliadas (Matrangolo et al., 2018; Mattar, 2018). Essa propriedade da cratília é um diferencial para o fornecimento de forragem de alta qualidade, no período em que as gramíneas diminuem a produção e, principalmente, perdem qualidade nutricional (Barbero et al., 2021). A utilização da cratília como forragem pode diminuir os efeitos do período de stress hídrico e aumentar a eficiência na pecuária.

Panadero et al. (2020) ao avaliar a composição bromatológica da cratília com 45 dias de rebrote em um solo degradado na região tropical colombiana encontrou valores de fibra substancialmente maiores. Avaliando porções de folhas, planta inteira e talos, encontrou respectivamente 72,4, 70,3 e 82,8% para FDN e 45,6, 50,5 e 65,5% para FDA. Os valores encontrados para todas as porções são maiores que as porções fibrosas encontradas para os espaçamentos de 2 e 3 m. Estimando as porções fibrosas da FC para 45 dias nos espaçamentos 2 e 3 m tem se, respectivamente 54,61 e 55,21% de FDN e 39,30 e 39,36% para FDA. Levando em consideração os valores encontrados das porções fibrosas e da PB, pode-se dizer que a cratília avaliada no

trabalho de Panadero et al. (2020) é inferior do ponto de vista nutricional aos valores estimados para 45 dias e encontrados em demais intervalos neste trabalho.

Também é possível encontrar o aumento da porção fibrosa em dois períodos avaliados no trabalho de Braga et al. (2018). Ao avaliar a composição forrageira da cratília na região leste da Amazônia brasileira aos 55 e 75 dias de rebrote encontraram respectivamente, 63,3 e 65,92% para FDN e 55,61 e 56,59 para FDA. Os valores estimados para os espaçamentos 2 e 3 m aos 55 dias são 56,08 e 56,85% para FDN e 40,15 e 40,21% para FDA. Enquanto, que os valores estimados para os 75 dias são de 58,41 e 59,29% para FDN e 41,29 e 41,42% para FDA, respectivamente. Os valores de FDN estimados neste trabalho são inferiores aos encontrados por Braga et al. (2018), enquanto os valores de FDA são muito próximos aos estimados.

Os valores de FDN e FDA encontrados possuem comportamento muito semelhante entre as duas variáveis e entre os dois espaçamentos. Contudo, a diminuição da porção fibrosa após o ponto de máximo, é um resultado incomum, uma vez que o mais encontrado na literatura é um aumento progressivo nos teores de fibras conforme o tempo avança (Braga et al., 2018). Essa diminuição encontrada após os períodos de máximo pode ser explicada pela metodologia utilizada: se avaliou sempre a FC, que é constituída de folha e ramos menores que 5mm. Essa diminuição da porção fibrosa na FC pode estar ocorrendo pelo sombreamento das folhas ocasionados pelo aumento do tamanho das plantas.

Braga et al. (2018) indica que a cratília em ambos os períodos de rebrote obteve uma digestibilidade *in-situ* adequada para utilização na dieta como banco de proteína em ovinos. Os espaçamentos utilizados no experimento abrem a possibilidade da utilização em consórcio com outras plantas, dentre elas gramíneas. O consórcio com gramíneas permite outras formas de uso para a cratília, como o pastoreio direto em pastagem polifítica. Matrangolo et al. (2022) obtiveram bons resultados no consórcio entre a cratília e o capim piatã (*Brachiaria brizantha*) na sobrevivência das plantas de cratília. Outro uso possível é o consórcio com outras plantas de interesse como feijão e milho e a utilização da biomassa da cratília para fornecimento aos animais ou fenação

(Matrangolo et al., 2018). Nesse sentido, são importantes pesquisas que busquem novas tecnologias para a colheita mecanizada da biomassa e eficiência de fenação.

2.5 Conclusões

Para as condições do experimento e para o período avaliado sugere-se o ponto de corte da cratília com tempo de repouso de 86 dias para espaçamento de 2m e 91 dias para espaçamento de 3m. A utilização em períodos posteriores, especialmente após 105 dias de repouso representa uma diminuição na qualidade da composição bromatológica e na eficiência produtiva. O espaçamento de 2 metros entre linhas foi mais eficiente em produtividade e apresentou maiores teores de PB na FC.

2.6 Referências Bibliográficas

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, n. 6, p. 716–723, 1974.

ALBORES-MORENO, S.; ALAYÓN-GAMBOA, J. A.; MIRANDA-ROMERO, L. A.; ALARCÓN-ZÚÑIGA, B.; JIMÉNEZ-FERRER, G.; KU-VERA, J. C.; PIÑEIRO-VÁZQUEZ, A. T. Effect of supplementation with tree foliage on in vitro digestibility and fermentation, synthesis of microbial biomass and methane production of cattle diets. **Agroforestry Systems**, v. 94, n. 4, p. 1469–1480, 2020.

ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; VIANA, J. H. M.; CLEMENTE, E. de P. Avaliação de qualidade do solo no sistema ILPF (URTP Embrapa Milho e Sorgo). **Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, p. 42, 2022.

ARGUELLO-RANGEL, J.; MAHECHA-LEDESMA, L.; ANGULO-ARIZALA, J. Fodder shrubs: Relevance in cattle systems of Colombian low altitude lands. **Agronomia Mesoamericana**, v. 30, n. 3, p. 899–915, 2019.

BARBERO, R. P.; RIBEIRO, A. C. de C.; MOURA, A. M.; LONGHINI, V. Z.; MATTOS, T. F. de A.; BARBERO, M. M. D. Production potential of beef cattle in tropical pastures: a review. **Ciência Animal Brasileira**, v. 22, 2021.

BRAGA, E.; FILHO, E. B.; DA SILVA, J. A. R.; FATURI, C.; DOMINGUES, F. N.; DE BRITO LOURENÇO, J. Ruminal degradability of tropical leguminous plants from eastern Amazonia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 845–853, 2018.

CAIN, M.; LYNCH, J.; ALLEN, M. R.; FUGLESTVEDT, J. S.; FRAME, D. J.; MACEY, A. H. Improved calculation of warming-equivalent emissions for short-lived climate pollutants. **Climate and Atmospheric Science**, v. 2, n. 1, 2019.

CAMPOS, A. G.; SILVA B. M.; FREITAS, D. A. F. de; OLIVEIRA, M. F. Qualidade Física do Latossolo Vermelho Distrófico Cultivado com Milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 27p. 2019

CANUL-SOLIS, J.; CAMPOS-NAVARRETE, M.; PIÑEIRO-VÁZQUEZ, A.; CASANOVA-LUGO, F.; BARROS-RODRÍGUEZ, M.; CHAY-CANUL, A.; CÁRDENAS-MEDINA, J.; CASTILLO-SÁNCHEZ, L. Mitigation of rumen methane emissions with foliage and pods of tropical trees. **Animals**, v. 10, n. 5, 2020.

CAO, L.; SHI, P. J.; LI, L.; CHEN, G. A new flexible sigmoidal growth model. **Symmetry**, v. 11, n. 2, 2019.

CASSIMIRO, J. B.; ROCHETTI, A. C. A.; HEINRICHS, R.; CASTILLO, E. O. F. Volatilização da amônia e avaliação do capim-marandu sob doses e fontes de fertilizantes nitrogenados. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5823>. Acesso em: 19 jan. 2023.

DI CRESCENZO, A.; PARAGGIO, P.; ROMÁN-ROMÁN, P.; TORRES-RUIZ, F. Applications of the multi-sigmoidal deterministic and stochastic logistic models for plant dynamics. **Applied Mathematical Modelling**, v. 92, p. 884–904, 2021.

FARIA, B. M.; MORENZ, M. J. F.; PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; GOMIDE, C. A. de M. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 49, n. 3, p. 529–536, 2018.

JUNQUEIRA, R. M. Consórcio de guandu e milho cultivados para a produção de forragem em sistema orgânico. 2018. 46p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica.

LISTA, F. N.; DEMINICIS, B. B.; DE CARVALHO ALMEIDA, J. C.; DO CARMO ARAUJO, S. A.; ZANELLA, P. G. Forage production and quality of tropical forage legumes submitted to shading. **Ciencia Rural**, v. 49, n. 7, 2019.

LIMA, J. R. L.; RODRIGUES, R. C.; SOUSA, G. O. C.; COSTA, C. D. S.; PARENTE, H. N.; SANTOS, F. N. de S. Ecophysiology of andropogon grass subjected to different cutting frequencies and intensities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 9, p. 610–615, 2020.

MACHADO FILHO, L. C. P.; SEÓ, H. L. S.; DAROS, R. R.; ENRIQUEZ-HIDALGO, D.; WENDLING, A. V.; PINHEIRO MACHADO, L. C. Voisin Rational Grazing as a Sustainable Alternative for Livestock Production. **Animals**, v. 11, n. 12, 2021.

MACHADO, L. C. P. Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. 2. ed. São Paulo: **Expressão Popular**, 2010. 376p.

MATRANGOLO, W. J. R.; BRASILEIRO, B. P.; SILVA, C. J.; NETO ALECIA, D.; NETO, M.; PACA, E.; MATTAR, L.; FERREIRA, E.; JUNIOR, F.; FERREIRA DA SILVA, I. H.; SENA DA SILVA, I.; CAROLINA, J.; CRIVELARO, B.; PAULO, J.; RIBEIRO, O.; DE CASTRO, L.; FERRAZ, L.; SULFERRY CORREA COSTA, L.; DA CONCEIÇÃO, P.; MALTA, C.; DA CRUZ, S. C. B.; GOMES, S. X.; AUGUSTO, V.; GONÇALVES, D.

Aspectos de *Cratylia argentea* na região central de Minas Gerais e potencialidades em sistemas agrobiodiversos. **Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico**, p. 42, 2018.

MATRANGOLO, W. J. R.; GONÇALVES, V. A. D.; GOMES, S. X.; SILVA, I. H. da; FERRAZ, L. de C. L.; CAMPANHA, M. M. Produção de fitomassa por *Cratylia argentea* (Fabaceae) em sistema de aleias na região central de Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2019.

MATRANGOLO, W. J. R.; TEIXEIRA, E. C.; ABREU, L. F.; CLIMACO, L. C. T.; SILVA, K. T. da; LANA, A. M. Q.; PASSOS, A. M. A. dos. Introdução de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã na região Central de Minas Gerais. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)** 17p. 2022

MATTAR, E. P. L.; MATRANGOLO, W. J. R.; BRASILEIRO, B. P.; FRADE JUNIOR, E. F.; ALBUQUERQUE, T. A. de; OLIVEIRA, J. R. de; DE PAULA-SOUZA, J.; DIAS, D. C. F. dos S. Terra Ronca State Park: A potential natural *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze conservation area in Goiás, Brazil. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 8, n. 3, p. 280–288, 2020.

MATTAR, E. P. L. Propagação e conservação de espécies arbustivas de uso múltiplo: *Tithonia diversifolia* e *Cratylia argentea*. 2018. 74p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa

MORA, B. V.; CASTILLO-GALLEGOS, E.; ALONSO-DÍAZ, M. Á.; OCAÑA-ZAVALETA, E.; JARILLO-RODRÍGUEZ, J. Live-weight gains of Holstein × Zebu heifers grazing a *Cratylia argentea*/Toledo-grass (*Brachiaria brizantha*) association in the Mexican humid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 91, n. 6, p. 1057–1068, 2017.

OLIVEIRA, M. W.; NASCIF, C.; OLIVEIRA, T. B. A.; RODRIGUES, T. C.; ASSIS, W. O.; SANTOS, D. de F.; MOURA, S. C. de S. Adubação verde com *crotalária juncea* em áreas de implantação ou reforma de canaviais, em pequenas propriedades rurais. **Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar - Volume 2**. 1. ed.: Editora Científica Digital, 2021. p. 45–66. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/201102246>. Acesso em: 19 jan. 2023.

PANADERO, A. N.; DAZA C., J. I.; MONTAÑA B., V. Desempeño de bancos forrajeros de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, en suelos degradados en el departamento de Casanare. **Revista de Medicina Veterinaria**, v. 1, n. 39, p. 29–42, 2020.

PEREIRA, T. P.; MODESTO, E. C.; NEPOMUCENO, D. de D.; OLIVEIRA, O. F. de; FREITAS, R. S. X. de; MUIR, J. P.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; ALMEIDA, J. C. de C. Characterization and biological activity of condensed tannins from tropical forage legumes. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 1070–1077, 2018.

PINHEIRO, J.; BATES, D. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. 1st ed. 2000. Corr. 3rd printing 2002 edition ed. **New York: Springer**.

R CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**, 2022.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. H. V. Calagem. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa: **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**, 1999. 359p.

SANTOS, A. P. da S. dos; PIRES, A. J. V.; FRIES, D. D.; DIAS, D. L. S.; BONOMO, P.; JARDIM, R. R.; SEIXAS, A. A.; ROSSA, F.; SANTOS, C. P. da S. dos; CRUZ, N. T.; PAIVA, L. S. Métodos de avaliação de pastagem: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e52101622864, 2021.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SARRIA, P.; MARTENS, S. D. The voluntary intake in growing pigs of four ensiled forage species. **Agricultural and Food Science**, v. 22, n. 1, p. 201–206, 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, M. E. da; ARAÚJO, J. V. de; SILVEIRA, W. F. da; CARVALHO, L. M. de; RIBEIRO, R. R. Effectiveness of *Cratylia argentea* as an animal feed supplement in the control of gastrointestinal nematodes in sheep. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 657, 2018.

SILVA, N. A. M. Seleções de modelos de regressão não lineares e aplicação do algoritmo saem na avaliação genética do crescimento de bovinos Nelore. 2010. 60p. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TEIXEIRA, R. M. A.; MARTINS, J. M.; SILVA, N. G.; SILVA, E. A.; FERNANDES, L. O.; OLIVEIRA, A. S.; SALVADOR, F. M.; FARIA, D. J. G. Protein supplementation of dairy cows grazing Tifton 85 during the dry season. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 1027–1036, 2019.

TJØRVE, K. M. C.; TJØRVE, E. The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-model approach: An addition to the Unified-Richards family. **PLOS ONE**, v. 12, n. 6, p. 17, 2017.

VIGLIZZO, E. F.; RICARD, M. F.; TABOADA, M. A.; VÁZQUEZ-AMÁBILE, G. Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and review. **Science of the Total Environment**, v. 661, p. 531–542, 2019.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, T. F.; CHIZZOTTI, F. H. M. Technological innovations in silage production and utilization. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 629–641, 2012.

CÉLERES. Informativo de biotecnologia Céleres. 2019. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/informativo-debiotecnologia-celeres/>. Acesso em: 14 dez. 2022.

HELANDER, M.; PAUNA, A.; SAIKKONEN, K.; SALONIEMI, I. Glyphosate residues in soil affect crop plant germination and growth. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 19653, 2019.

MATRANGOLO, W. J. R.; BRASILEIRO, B. P.; SILVA, C. J.; NETO ALECIA, D.; NETO, M.; PACA, E.; MATTAR, L.; FERREIRA, E.; JUNIOR, F.; FERREIRA DA SILVA, I. H.; SENA DA SILVA, I.; CAROLINA, J.; CRIVELARO, B.; PAULO, J.; RIBEIRO, O.; DE CASTRO, L.; FERRAZ, L.; SULFERRY CORREA COSTA, L.; DA CONCEIÇÃO, P.; MALTA, C.; DA CRUZ, S. C. B.; GOMES, S. X.; AUGUSTO, V.; GONÇALVES, D. Aspectos de *Cratylia argentea* na região central de Minas Gerais e potencialidades em sistemas agrobiodiversos. **Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico**, p. 42, 2018.

MELO, M. L. A. D.; CAMILO, J. A.; ANDRADE, C. D. L. T. D.; AMARAL, T. A.; SOUZA, I. R. P. de; SIMEÃO, R. M. SOWING PERIOD AND ESTIMATED MAIZE PRODUCTION FOR SILAGE UNDER TROPICAL CONDITIONS. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 20, 2021. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/1219>. Acesso em: 14 dez. 2022.

MIGUEL, M. F.; DELAGARDE, R.; RIBEIRO-FILHO, H. M. N. Corn silage supplementation for dairy cows grazing annual ryegrass at two pasture allowances.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 71, n. 3, p. 1037–1046, 2019.

MONJARDINO, M.; MACLEOD, N.; REVELL, D. Economic Trade-Offs of Novel Forage Use in Livestock Production Systems: Insights from Australia. **International Grassland Congress Proceedings**, 2020. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/igc/23/2-8-1/3>. Acesso em: 14 dez. 2022.

SILVA, E. J. de S.; SILVA-MANN, R.; CALAZANS, C. C. Royalties para cultivares, legislação e regulação: Uma meta-análise. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e31710414231, 2021.

TEIXEIRA, R. M. A.; MARTINS, J. M.; SILVA, N. G.; SILVA, E. A.; FERNANDES, L. O.; OLIVEIRA, A. S.; SALVADOR, F. M.; FARIA, D. J. G. Protein supplementation of dairy cows grazing Tifton 85 during the dry season. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 1027–1036, 2019.

WENDLING, A. V.; MACHADO FILHO, L. C. P. Characterization of silage production and the use by dairy farmers in the West of Santa Catarina state. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 4, p. 1639, 2018.

ZHAO, M.; FENG, Y.; SHI, Y.; SHEN, H.; HU, H.; LUO, Y.; XU, L.; KANG, J.; XING, A.; WANG, S.; FANG, J. Yield and quality properties of silage maize and their influencing factors in China. **Science China Life Sciences**, v. 65, n. 8, p. 1655–1666, 2022.