

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

RITA DE CÁSSIA MANSO SILVA

**RESPOSTAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAS DE LEGUMINOSAS
FORRAGEIRAS À FREQUÊNCIA DE CORTE E BALANÇO HÍDRICO
NEGATIVO**

RECIFE

2021

RITA DE CÁSSIA MANSO SILVA

**RESPOSTAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE
LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS À FREQUÊNCIA DE CORTE E
BALANÇO HÍDRICO NEGATIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha (Orientador)
Prof. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
(Co-orientadora)
Prof. Dr. Valdson José da Silva (Co-orientador)

RECIFE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586r

Silva, Rita de Cássia Manso

Respostas morfogênicas e estruturais de leguminosas forrageiras à frequência de corte e balanço hídrico negativo /
Rita de Cássia Manso Silva. - 2021.
51 f.

Orientador: Marcio Vieira da Cunha.

Coorientadora: Mercia Virginia Ferreira dos Santos.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Recife, 2021.

1. Altura da planta. 2. Clitoria ternatea. 3. Desmanthus pernambucanus. 4. Stylosanthes. 5. Taxa de aparecimento foliar. I. Cunha, Marcio Vieira da, orient. II. Santos, Mercia Virginia Ferreira dos, coorient. III. Título

CDD 636

RITA DE CÁSSIA MANSO SILVA

**RESPOSTAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE
LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS À FREQUÊNCIA DE CORTE E
BALANÇO HÍDRICO NEGATIVO**

Dissertação defendida e aprovada em 30/06/2021, pela comissão examinadora

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia (Orientador)

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia

Dra. Maria da Conceição Silva
Instituto Agronômico de Pernambuco
Estação Experimental de Caruaru

Todas as coisas foram criadas por Ele e para Ele.

(Colossenses 1:16)

“Às pessoas que olham as estrelas e desejam (...)
Às estrelas que ouvem e aos sonhos que são atendidos.”

Aos meus amados avós, Givaldo Cordeiro Manso, Amélia Maria da Silva e Antônio Manoel da Silva (*in memoriam*), que, mesmo ausentes fisicamente, sei que ainda olham por mim.

Aos meus pais, Cicero Manoel da Silva e Quiteria Manso Silva, meus principais apoiadores e incentivadores. Sem vocês, eu não teria chegado tão longe! Meu amor e eterna gratidão!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir concluir mais essa etapa e, mesmo nos momentos difíceis, Sua presença me guiou e me sustentou.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), por me permitir realizar um sonho que vem sendo trilhado desde 2013. Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), pela oportunidade de cursar o mestrado.

À Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC), pelo espaço físico do experimento e apoio durante todos os meses de avaliação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

Ao professor Márcio Vieira da Cunha, pela orientação, todo apoio e dedicação durante o curso.

Aos meus coorientadores, professores Mércia Virgínia Ferreira dos Santos e Valdson José da Silva, pela disponibilidade e contribuições ao longo da pesquisa.

A todos os professores do PPGZ-UFRPE, por todo o conhecimento transmitido.

A todos do grupo de pesquisa de Forragicultura, que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão desta pesquisa, em especial a Lisandra dos Santos Silva e Ercvânia Rodrigues Costa, que foram essenciais durante a execução da pesquisa e durante o curso pela amizade que tornou tudo mais fácil.

Aos meus amigos, que estiveram presente durante todo o tempo, que me apoiaram e foram essenciais, em especial, a Rebeca Paulino, Myrna Sanguinetti, Juliene Neris, Letícia Aline e Dayane Albuquerque, que tornaram tudo mais leve a cada encontro, seja presencial ou virtual.

À minha família, que é minha base e meu porto seguro, por todos os conselhos e palavras de incentivo que me deram.

A Renato Santos, que, apesar de ter entrado na minha vida nessa reta final do mestrado, sempre me apoiou e sempre escutava com atenção quando eu falava do projeto. Grata por sua presença.

Às minhas leitoras, que me animavam com as mensagens que me enviavam e foram pacientes com a minha ausência nesse final.

A todos, que, de alguma forma, contribuíram para que essa etapa tenha sido concluída.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Gênero <i>Stylosanthes</i>	14
2.2 Cunhã (<i>Clitoria ternatea</i> L.)	16
2.3 Gênero <i>Desmanthus</i>	17
2.4 Respostas morfogênicas e estruturais de leguminosas à frequência de corte	19
2.5 Influência do balanço hídrico negativo no desenvolvimento de plantas forrageiras	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	42
6. REFERÊNCIAS	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Altura da planta, comprimento de ramos e interceptação de luz de leguminosas forrageiras.	35
Tabela 2. Número de folhas expandidas, número de folhas em expansão de três leguminosas forrageiras em função das frequências de corte de 60 e 90 dias.	37
Tabela 3. Efeito da interação leguminosa x ano sobre o número de folhas expandidas, número de folhas total, comprimento de folhas expandidas, comprimento de folhas em expansão, largura de folhas expandidas e largura de folhas em expansão.	38
Tabela 4. Efeito da interação frequência de corte x ano para a altura da planta, comprimento do ramo, número de folha em expansão, comprimento de folha em expansão, largura de folha expandida, largura de folha em expansão, e interceptação de luz.	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluvial, temperaturas máxima, mínima e média do ar (A) e balanço hídrico (B) na área durante o período experimental. As avaliações ocorreram de setembro a dezembro de 2019 e 2020 (áreas destacadas em cinza claro em B). Fonte: APAC (2021).	25
Figura 2. Taxa de aparecimento foliar (folhas.dia ⁻¹) de leguminosas forrageiras sob diferentes frequências de corte.	27
Figura 3. Filocrono (dia.folha ⁻¹) de leguminosas forrageiras manejadas sob duas frequências de corte (60 e 90 dias).	28
Figura 4. Taxa de alongamento foliar (cm.dia ⁻¹) de leguminosas forrageiras manejadas com diferentes frequências de corte (60 e 90 dias) em função do ano.	29
Figura 5. Taxa de expansão lateral foliar (cm.dia ⁻¹) das leguminosas em função do ano.	30
Figura 6. Taxa de alongamento de ramos (cm.dia ⁻¹) de leguminosas forrageira manejadas sob duas frequências de corte.	31
Figura 7. Taxa de alongamento de ramos (cm.dia ⁻¹) das leguminosas forrageiras em função do ano e da frequência de corte.	32
Figura 8. Taxa de crescimento (cm.dia ⁻¹) das leguminosas forrageiras Campo grande, Cunha e Jureminha, respectivamente.	33
Figura 9. Efeito da interação frequência de corte x ano na taxa de crescimento (cm.dia ⁻¹) de leguminosas forrageiras.	34

RESUMO – As leguminosas constituem uma importante família de forrageiras de alto teor proteico cultivadas no Brasil. Para a adoção da frequência de corte adequada a cada espécie forrageira, é importante conhecer as respostas morfogênicas e estruturais das mesmas, uma vez que estão relacionadas ao crescimento e, portanto, à produção de forragem. Ainda, considerando que, em condições naturais, as plantas forrageiras estão sujeitas ao déficit hídrico anual, que tende a se agravar por conta das mudanças climáticas vigentes, com ocorrência de secas mais frequentes e mais longas, é necessário entender como as leguminosas crescem durante a época seca. Objetivou-se estudar respostas morfogênicas e estruturais de leguminosas forrageiras [*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande; *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung e *Clitoria ternatea* L.] à frequência de corte (60 e 90 dias) e ao balanço hídrico negativo no município de Carpina-PE, Brasil, em 2019 e 2020. O delineamento experimental foi blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições, onde as parcelas principais foram compostas pelas leguminosas e as subparcelas compostas pelas frequências de corte. As leguminosas diferiram na sua estrutura em função de suas características morfogênicas, conforme a frequência de corte e a intensidade do estresse hídrico anual. A frequência de corte de 90 dias favoreceu a uma maior quantidade de folhas de Campo Grande em virtude da maior taxa de aparecimento foliar e menor filocrono. A *D. pernambucanus* apresentou maior altura e comprimento de ramos em virtude da maior taxa de crescimento e taxa de alongamento de ramos. A *C. ternatea* se destacou no alongamento das folhas, que apresentaram maiores dimensões. Há indicativos que as plantas sob mesma frequência de corte realizaram ajustes na alocação de recursos para o desenvolvimento de órgãos de acordo com a intensidade do estresse hídrico anual. Mesmo sob balanço hídrico negativo no solo, as leguminosas mantiveram o crescimento, demonstrando, assim, uma adaptação ao déficit hídrico. As diferenças nas características estruturais e morfogênicas das leguminosas pode permitir o múltiplo uso destas plantas segundo o sistema de cultivo e o manejo adotado.

Palavras-chave: Altura da planta, *Clitoria ternatea*, *Desmanthus pernambucanus*, *Stylosanthes*, taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento de ramos.

ABSTRACT - Legumes are an important family of high-protein forages cultivated in Brazil. In order to adopt the appropriate cutting frequency for each forage species, it is important to know their morphogenic and structural responses, since they are related to growth and, therefore, to forage production. Also, considering that, under natural conditions, forage plants are subject to annual water deficit, which tends to worsen due to current climate changes, with more frequent and longer droughts, it is necessary to understand how legumes grow during the dry season. The objective was to study morphogenic and structural responses of forage legumes [*Stylosanthes* spp. cv. Large field; *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung and *Clitoria ternatea* L.] at cut-off frequency (60 and 90 days) and negative water balance in the municipality of Carpina-PE, Brazil, in 2019 and 2020. The experimental design was randomized complete blocks, with subdivided plots and four replications, where the main plots were composed by legumes and the subplots composed by the cut frequencies. Legumes differed in structure due to their morphogenic characteristics, according to cutting frequency and intensity of annual water stress. Cutting frequency of 90 days favored a greater quantity of Campo Grande leaves due to the higher leaf appearance rate and lower phyllochron. *D. pernambucanus* showed greater height and branch length due to the higher growth rate and branch elongation rate. *C. ternatea* stood out in the elongation of the leaves, which presented larger dimensions. There are indications that plants under the same cutting frequency made adjustments in the allocation of resources for the development of organs according to the intensity of the annual water stress. Even under negative soil water balance, legumes maintained their growth, thus demonstrating an adaptation to the water deficit. The differences in the structural and morphogenic characteristics of the legume plants can allow the multiple use of these plants according to the cultivation system and the adopted management.

Keywords: Plant height, *Clitoria ternatea*, *Desmanthus pernambucanus*, Morphogenesis, *Stylosanthes*, leaf appearance rate, branch elongation rate

1.0 INTRODUÇÃO

A adoção de leguminosas forrageiras no sistema de produção pode promover aos animais uma dieta rica em proteína, além de reduzir a necessidade do uso de fertilizantes nitrogenados e a emissão de gases de efeito estufa (LOUARN e FAVERJON, 2018; BARRETA et al., 2020). Além disso, as leguminosas apresentam baixos teores de fibra e, quando comparadas às gramíneas no mesmo estágio de desenvolvimento fisiológico (SILVA et al., 2015), mostram maior digestibilidade e menor proporção de tecidos vasculares, devido ao seu metabolismo fotossintético C₃ (SUTER et al., 2015).

No Brasil, muitas leguminosas fazem parte dos sistemas de produção animal, a exemplo dos gêneros *Stylosanthes*, *Desmanthus* e *Clitoria*, dentre outros. O *Stylosanthes* é um gênero de leguminosas com diversas espécies, com distribuição em todo o continente americano, tendo algumas cultivares disponíveis no mercado. A cultivar Campo Grande é adaptada aos solos de baixa fertilidade e arenosos. Essa cultivar apresenta o sistema radicular profundo e crescimento vigoroso, podendo atingir até 1,5 m de altura de planta (CASTAGNARA et al., 2013). O gênero *Desmanthus* possui uma ampla distribuição geográfica, podendo ser encontradas espécies em vários países do continente americano. No Brasil, destaca-se a Jureminha [*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung], espécie nativa da Região Nordeste, perene, com porte subarbustivo (FREITAS et al., 2011), ocorrendo em grande parte dessa região do país. A Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) é uma leguminosa forrageira tropical, resistente à seca e apresenta alto potencial forrageiro (CAMPOS et al., 2017).

Compreender como ocorre o processo de crescimento de plantas forrageiras é um dos caminhos para definir estratégias racionais de manejo, visando melhorar a eficiência de utilização da planta forrageira, bem como sua persistência. Assim, para a adoção da frequência de corte adequada a cada espécie forrageira, é importante conhecer as respostas morfogênicas e estruturais das mesmas, uma vez que estão relacionadas ao crescimento e, portanto, com a produção de forragem.

A morfogênese pode ser definida como a geração e expansão dos componentes da planta em um determinado intervalo de tempo e espaço (GASTAL e LEMAIRE, 2015). Dentre as características morfogênicas, têm-se as taxas de aparecimento foliar e de alongamento de foliar, que possuem relação direta com o índice de área foliar e a

interceptação de luz e, conseqüentemente, com a capacidade fotossintética da planta e produção de forragem (RODRIGUES et al., 2012).

Considerando o déficit hídrico que as leguminosas forrageiras, notadamente no Nordeste do Brasil, estão sujeitas anualmente, que tende a se agravar por conta das mudanças climáticas vigentes, com ocorrência de secas mais frequentes e mais longas (WHEELER et al., 2013), é necessário entender como as leguminosas crescem durante a época seca.

Diante do exposto, objetivou-se estudar respostas morfogênicas e estruturais de leguminosas forrageiras [*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande; *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung e *Clitoria ternatea* L.] à frequência de corte e ao balanço hídrico negativo no solo.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, muitas leguminosas forrageiras fazem parte dos sistemas de produção animal. Nesta dissertação, serão estudadas a Estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes* spp.), Jureminha (*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung e a Cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

2.1 Gênero *Stylosanthes*

O gênero *Stylosanthes* possui uma ampla distribuição geográfica, estando presente, principalmente, em regiões tropicais e subtropicais. Sua distribuição é registrada desde o continente asiático até o americano, onde o Brasil se destaca por sua diversidade do gênero, possuindo cerca de 25 espécies registradas (VALENTIM, 2018). Algumas cultivares estão disponíveis. A cultivar Campo Grande possui, em sua composição, 20% da espécie *S. macrocephala*, que é uma planta que possui crescimento semiereto ou decumbente, podendo atingir de 20 a 80 cm de altura, e 80% de *S. capitata*, uma leguminosa perene, cespitosa, de porte subarbusivo e altura que varia entre 50 e 120 cm (EMBRAPA et al., 2010; CORADIN et al., 2018). O *S. macrocephala* possui folhas pontiagudas e folhas amarelas, enquanto o *S. capitata* possui folhas mais arredondadas e suas flores podem variar a coloração entre bege e amarelo. Uma das suas principais características da Campo Grande é a sua persistência proveniente da ressemeadura natural (EMBRAPA et al., 2010).

Desenvolvida pela EMBRAPA para recuperação de pastagens degradadas, a cultivar Campo Grande pode ser utilizada como adubo verde para consorciação com gramíneas, formação de banco de proteína e silagem. Além disso, devido ao seu sistema radicular profundo, é uma planta que contribui para a descompactação do solo (NEGREIROS NETO et al., 2010).

Segundo Karia et al. (2010), a Campo Grande é adaptada a solos arenosos e de baixa fertilidade. Ademais, apresenta melhor desempenho em solos com teores de argila abaixo de 15%, porém, consegue manter um desempenho satisfatório em solos com até 35% de argila (EMBRAPA, 2007). O plantio da Campo Grande é realizado através do uso de sementes, entretanto, deve-se considerar o objetivo de utilização. Para consórcios, é recomendada que a taxa de semeadura seja de 2 a 2,5 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis, em profundidade de até 2 cm, em virtude do tamanho reduzido da semente (EMBRAPA, 2000).

A Campo Grande é uma leguminosa que possui bom potencial produtivo. Segundo a EMBRAPA (2007), essa cultivar pode atingir 8 a 14 t de matéria seca.ha⁻¹.ano⁻¹ em monocultivo. Quando consorciada, a produção de matéria seca varia de 3 a 6 t.ha⁻¹.ano⁻¹, considerando participação de 30 a 40% da MS na forragem produzida. Silva et al. (2013), após realizar o corte da Campo Grande aos 100 dias de idade para a produção de feno, obtiveram 1,09 t.ha⁻¹ e relação folha/caule de 0,6, valor inferior ao encontrado por Silva Neto (2020), que relatou relação folha/caule de 2,1.

A proteína bruta pode variar entre 120 e 240 g.kg⁻¹, podendo atingir valores mais elevados dependendo do estágio fisiológico da planta e da fração coletada (EMBRAPA, 2007; MOURA et al., 2011). Silva et al. (2013) auferiram valores médios de 118,88 g.kg⁻¹ MS de PB aos 100 dias de idade.

Moura et al. (2011) estudaram a relação folha/caule da Campo Grande submetida a diferentes idades de corte e concluíram que, nas idades de 30 e 50 dias, houve pequenos decréscimos na relação folha/caule, da mesma forma que nos teores de PB, FDN e FDA, mostrando que Campo Grande é uma leguminosa que mantém a qualidade em função do tempo.

O uso de Campo Grande no consórcio com gramíneas auxilia na redução da perda de qualidade da forragem durante o ano, influenciando diretamente no ganho de peso animal. Jardim et al. (2021) recomendaram o consórcio entre o capim-xaraés (*Brachiaria brizantha*) e a Campo Grande devido ao rendimento de massa seca satisfatório, além da possibilidade de reduzir a dependência do uso de fertilizantes químicos.

A Campo Grande também pode ser usada para produção de silagem. Ribeiro et al. (2020), ao testarem diferentes níveis de inclusão de capim-elefante em silagens de Campo Grande, concluíram que a silagem sem adição de capim-elefante apresentou melhor composição química e menor produção de efluentes, entretanto, houve maior população de fungos e leveduras.

2.2 Cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

A Cunhã é uma leguminosa forrageira sem origem definida, podendo ser encontrada informações divergentes sobre sua origem. Alguns autores afirmam que sua origem é proveniente da Ásia e na Indonésia (GUPTA et al., 2010; AVALOS et al., 2004;), enquanto outros afirmam que sua origem ocorreu na América (COOK et al., 2020). É uma leguminosa perene, bem adaptada a climas tropicais, possui hábito de crescimento volúvel, é semiarbastiva com alta presença de ramificações e apresenta uma altura que pode variar de 60 a 70 cm. É considerada uma planta trepadeira. Possui caule principal subereto e lenhoso na base, seus ramos secundários são finos, entrelaçados e podem atingir de 0,5 a 3 m de comprimento (COOK et al., 2020). Suas folhas são pinadas, com cinco folíolos que variam de 5 a 7 centímetros de comprimento (ABREU et al., 2014).

A Cunhã vem se destacado entre as leguminosas forrageiras devido a sua adaptação a solos argilosos e apresentar alto potencial forrageiro (CAMPOS et al., 2017). É uma leguminosa adaptada a uma ampla variedade de solos, de fertilidade moderada, é extremamente bem adaptada a solos alcalinos de argila pesada e adequada para solos argilosos. É uma espécie tolerante à seca, podendo sobreviver em áreas de 400 mm de pluviosidade, tendo melhor desempenho em pluviosidade de 700 e 1500 mm (COOK et al., 2020).

A germinação e estabelecimento da Cunhã ocorre melhor quando a temperatura está entre 24 e 32 °C e quando as sementes são semeadas em solo úmido, a 2,5-5 cm de profundidade e 20-30 cm de distância. Para um bom estabelecimento é recomendado que o plantio seja feito com 2-6 kg de sementes.ha⁻¹ (COOK et al., 2020). Segundo Oguis et al. (2019), a baixa taxa de germinação das sementes é um dos principais impedimentos de sua propagação.

A Cunhã é uma planta cultivada em uma variedade de habitats e é comumente usada em consórcio para auxiliar na regeneração do nitrogênio do solo, como uma cultura

fornageira para animais ruminantes ou para uso medicinal, devido a sua composição química (OGUIS et al., 2019). É uma leguminosa que apresenta diversas formas de utilização, indicada para pastejo, banco de proteína, cobertura vegetal e produção de feno (ABREU, 2012). Devido a sua boa adaptabilidade e resistência à seca, como também seu alto potencial de regeneração após o início do período chuvoso, é uma planta adaptada ao clima quente e semiárido do Nordeste brasileiro (ABREU et al., 2014). Mafhouz et al. (2020) testaram diferentes níveis de irrigação e datas de plantio da Cunhã. Os autores observaram que as plantas de Cunhã submetidas ao déficit hídrico mantiveram constantes a produtividade e os teores de proteína bruta.

A Cunhã indica bom potencial produtivo. Abreu et al. (2014) relataram produção que variou de 592 kg de MS.ha⁻¹ aos 35 dias até 3.129 kg de MS.ha⁻¹ aos 90 dias de idade. Sutedi (2013) obteve produção de 2,77 t de MS.ha⁻¹ em intervalo de corte de 42 dias, evidenciando uma boa produtividade da espécie. Teixeira et al. (2011) captaram produção de 45,6 t de MS.ha⁻¹ aos 432 dias. Os autores também auferiram relação folha/caule de 1,3, enquanto Silva Neto (2020) relatou maior relação folha/caule (2,0).

A Cunhã é uma leguminosa com elevado valor nutritivo (COOK et al., 2020). Abreu et al. (2014) estudaram a composição química da Cunhã em diferentes idades e verificaram teores de proteína bruta que variaram de 320 g.kg⁻¹ a 326 g.kg⁻¹ de MS aos 35 e 90 dias, respectivamente, para a fração da folha, enquanto, no caule, obtiveram valores de proteína bruta entre 108 e 123 g.kg⁻¹ de MS.

Teixeira et al. (2011) relataram, no primeiro corte aos 102 após, o transplântio, realizado 30 dias depois que a muda estava estabelecida, em que, a Cunhã apresentou valores de 270 e 338 g.kg⁻¹ de PB e FDN, respectivamente, na matéria seca da folha.

Silva et al. (2020) estudaram o efeito da inclusão (50, 67 e 83%) de feno de Cunhã na dieta de caprinos alimentados com feno de palma e concluíram que, independentemente dos níveis de inclusão, o rendimento de carcaça foi superior aos animais alimentados apenas com o farelo de palma.

2.3 O gênero *Desmanthus*

O gênero *Desmanthus* apresenta uma ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado em diversos países, como os Estados Unidos (no Texas), México, Argentina, Brasil e Peru (NASCIMENTO, 2018). No Brasil, é conhecida popularmente por

Jureminha e as duas principais espécies são a *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung e *Desmanthus virgatus* (L.) Willd.

A *D. pernambucanus* (L.) Thellung é uma leguminosa arbustiva, perene, que possui hábito de crescimento ereto e pode atingir cerca de 2,5 metros de altura. Possui pouca ramificação basal, e suas folhas são compostas e bipinadas. E detém a presença de inflorescências de coloração branca e seus frutos são vagens com sementes de coloração marrom. Uma de suas características importantes é a sua alta produção de sementes viáveis. Além disso, tem raízes pivotantes e apresentam a formação de xilopódios, que são órgãos utilizados para armazenar água e nutrientes, resultando na sua alta capacidade de resistência a períodos secos (COSTA et al., 2017).

A Jureminha ocorre em solos arenosos e desenvolve-se bem em solos poucos argilosos, comum em solos pedregosos e salinos argilosos ou arenosos, com variação de pH de 5,0 a 9,0, tendo maior afinidade em solos alcalinos (COOK et al., 2020). Como também se adaptam a regiões com pluviosidade de 700 até 3.000 mm/ano, sua propagação é realizada através do uso de sementes, porém, sendo necessário o uso da escarificação das sementes para a quebra de dormência da semente.

Características como rusticidade, agressividade e persistência, fazem com a Jureminha possa ser utilizada de diversas formas, tais como: pastejo direto, formação de banco de proteína e consórcio (NOGUEIRA et al., 2012).

Segundo Cook et al. (2020), a data de corte indicada é de 90-120 dias após a semeadura, com intervalos de cortes podendo variar de 35-45 dias durante a estação chuvosa e 45-60 dias durante a estação seca, em intensidade de corte de 30 cm do solo, para maior rendimento e maior proporção de folhas. Entretanto, os autores afirmam que a qualidade é maior quando os cortes são realizados a 50 cm de altura do solo. O rendimento anual de matéria seca pode chegar a 7,6 t de MS.ha⁻¹, com pluviosidade média de 2000 mm e de 2-2,4 t de MS.ha⁻¹ em baixas precipitações 600-750 mm.

A produção de MS do acesso 7G de Jureminha, submetida a duas intensidades de corte (40 e 80 cm), variou de 1,52 a 0,74 t de MS.ha⁻¹ aos 70 dias (DINIZ et al., 2021). Calado et al. (2016) verificaram produção de forragem no acesso 7G da Jureminha de 1102,06 kg de MS.ha⁻¹ aos 60 dias. Silva Neto (2020) encontrou aumento expressivo da produção de caules neste mesmo acesso da frequência de corte de 60 dias para 90 dias, com valores de 290 e 995 kg de MS.ha⁻¹, respectivamente.

No estudo de Diniz et al. (2021), foi verificado que o acesso 7G de *D. pernambucanus* apresentou valores de proteína bruta de 235,0 a 117,8 g.kg⁻¹ na MS aos

70 dias, nas folhas e ramos, respectivamente. Medeiros et al. (2020) obtiveram valores de proteína bruta de 218,8 e 7,9 g.kg⁻¹ de MS para folhas e caules da Jureminha com cerca de 56 dias.

2.4 Respostas morfogênicas e estruturais da frequência de corte em leguminosas

A frequência de corte, assim como a intensidade de corte, é um aspecto do manejo que afeta diretamente a capacidade de regeneração da planta. O corte em uma planta forrageira causa alterações na sua morfologia e fisiologia, como diminuição na absorção de água e nutrientes, menor eficiência fotossintética e paralisação temporária do crescimento da raiz (SHEN et al., 2013).

A digestibilidade matéria seca na planta tende a reduzir durante o seu desenvolvimento, pois ocorre o aumento da proporção de caules e celuloses lignificadas, assim como há aumento da concentração de fibras e na espessura da parede celular e, em consequência, redução da proteína bruta e dos carboidratos não fibrosos. Porém, essa redução da qualidade difere entre as espécies de leguminosas devido às diferenças no hábito de crescimento e da alocação de nutrientes entre os tecidos do caule e da folha (ERGON etv al., 2016).

Edvan et al. (2014), ao estudarem o efeito da frequência de corte em gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth), concluíram que foi na frequência de 90 dias onde a planta apresentou maior produção, independente do período seco ou chuvoso, assim como também proporcionou maior diâmetro de caule, número de brotos e altura da planta.

A frequência de corte adequada varia de acordo com cada espécie utilizada, bem como com o objetivo da utilização. Monteiro et al. (1999) estudaram frequências de corte de 28, 35 e 42 dias para duas cultivares de alfafa e concluíram que a frequência de 28 e 35 dias foram melhores, pois proporcionaram maior número de brotações quando comparadas à frequência de 42 dias. Silva et al. (2010) analisaram o efeito de duas frequências de corte em leguminosas forrageiras e observaram que, para a Cunhã, a frequência de corte de 56 dias proporcionou maior número de ramos do que cortes a cada 28 dias.

A frequência de corte influencia diretamente à produção das plantas forrageiras. Araújo Filho et al. (1994) investigaram diferentes frequências de corte (42, 56, 70 e 84 dias) na Cunhã e observaram que a produção de MS aumentou de forma progressiva até 84 dias, com média de 4,86 t de MS.ha⁻¹.

A morfogênese de uma planta forrageira é definida como a geração e expansão dos componentes da planta num determinado intervalo de tempo e espaço (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). As características morfogênicas são influenciadas por fatores genéticos e é um indicativo da capacidade de produção da planta e sua capacidade de ser utilizada como forragem (SILVA et al., 2010).

A produção de forragem é garantida pelos processos de aparecimento e crescimento de folhas e perfilhos, no caso das gramíneas, e ramos, quando se trata de leguminosas (EMBRAPA, 2015). Dessa forma, as variáveis morfogênicas, como as taxas de aparecimento, alongamento de folhas e tempo de vida das folhas, são importantes características no estabelecimento de modelos de manejo da planta forrageira (Silva, 2010). Ainda segundo os autores, a morfogênese pode ser descrita por três principais características, que são: taxa de aparecimento de folhas; taxa de alongamento de folhas, e duração de vida da folha. A taxa de aparecimento e a de alongamento de folhas possuem relação direta com o índice de área foliar e, conseqüentemente, com a capacidade fotossintética da planta e produção de forragem.

Segundo Lemaire e Agnusdei (2000), a dinâmica do fluxo de tecidos da planta está diretamente relacionada ao processo de formação das folhas que, por sua vez, é determinado pela morfogênese. As características morfogênicas são definidas geneticamente, porém, sofrem influência do clima, da disponibilidade de água e do manejo adotado. O desenvolvimento da área foliar é um processo-chave para compreender o crescimento e produtividade de uma cultura. Há duas principais atividades: emergência foliar, caracterizada pela divisão celular, e expansão foliar, caracterizada pela expansão celular (MANANDHAR et al., 2017). As folhas compostas apresentam padrões mais complexos do que as folhas simples, principalmente devido a um processo morfogenético específico (iniciação e arranjo dos folíolos) que ocorre durante seu desenvolvimento (HE et al., 2020).

As folhas das plantas se desenvolvem de acordo com um programa básico comum, que é flexível e ajustado à espécie, ao estágio de desenvolvimento e ao ambiente. Dois estágios principais do desenvolvimento da folha são morfogênese e diferenciação. No caso das folhas compostas, o estágio de morfogênese é prolongado em relação às folhas simples, permitindo o início dos folíolos (BAR e ORI, 2015).

Conhecer o comportamento das características morfogênicas das plantas de interesse forrageiro é importante para compreender os processos que alteram sua forma e a disposição do seu aparato fotossintético, que está diretamente ligado ao processo de

fotosíntese (RESENDE JÚNIOR, 2011), auxiliando também na definição do manejo mais adequado para determinada planta, em função da sua utilização.

A frequência de corte possui grande importância, pois é um dos principais fatores que interferem na qualidade e na quantidade da forragem produzida, como também na rebrota das plantas.

O período de crescimento entre os cortes influencia na produção de matéria seca, na digestibilidade e em sua rebrota (VELLINGA et al., 2004). De forma geral, maiores intervalos de corte resultam na diminuição da qualidade nutricional da planta, devido ao maior acúmulo de fibra, diminuindo a capacidade de ingestão pelos animais. Chapman e Lemaire (1993) concluíram que menores intervalos de corte resultam em uma forragem com o teor de proteína bruta mais elevado do que em intervalos menos frequentes, porém, na adoção de alta frequência de corte, deve-se considerar se as condições serão favoráveis para a rebrota da planta.

Silva et al. (2010) analisaram duas frequências de corte em diferentes leguminosas forrageiras e observaram que a *Clitoria ternatea* L. apresentou maior crescimento, número de folhas vivas e maior massa de raízes na frequência de 56 dias, comportamento esperado em consequência do maior tempo de reposição da área perdida, como também maior acúmulo de carboidratos de reserva. Medeiros et al. (2020) verificaram que a frequência de corte de 56 dias promoveu redução na produção de biomassa da *D. pernambucanus* e sugeriram maior intervalo de corte para as plantas recuperarem suas reservas. Moura et al. (2011) estudaram diferentes intervalos de corte, além da adubação fosfatada, e verificaram que não houve diferença significativa na relação folha/caule da Estilosante cv. Campo Grande para os intervalos de 30, 35, 40, 45 e 50 dias. Em contrapartida, uma maior produção foi observada no maior intervalo de rebrota, independente da presença ou não de adubação.

Os estudos que envolvem a morfogênese e as mudanças estruturais na rebrota são relevantes para a compreensão dos processos de crescimento das leguminosas, notadamente quando submetidas a diferentes frequências de corte. Uma maior frequência de corte pode limitar gradualmente a produção da forragem, a rebrota e a sobrevivência das plantas, já que o intervalo entre os cortes é insuficiente para que haja acúmulo de reservas, que é a responsável por garantir a rebrota (ERGON et al, 2016). Por outro lado, o manejo com menores frequências de corte pode proporcionar maior produção de forragem, mas com alterações desfavoráveis nas características estruturais, podendo comprometer a qualidade da forragem produzida.

2.5 Influência do balanço hídrico negativo no desenvolvimento de plantas forrageiras

O balanço hídrico é definido como a contabilização de entradas e saídas de água no solo em uma área de solo que engloba o sistema radicular da planta, em um determinado intervalo de tempo (ESTEVES, 2019). Além de envolver os processos de retenção e circulação da água no sistema solo-planta-atmosfera, o balanço hídrico é um dos métodos mais utilizados para a determinação da evapotranspiração (SILVA et. al, 2014).

Devido à estacionalidade na produção de forragem durante o período seco é importante optar pelo uso de plantas que tenham maior resistência ao estresse hídrico. O estresse hídrico pode ser considerado um dos principais fatores que afetam a persistência e a produtividade de espécies forrageiras. Quando ocorre na fase de crescimento da planta, o estresse hídrico pode causar redução do crescimento da planta, assim como afetar o valor da biomassa total da mesma. O período de déficit hídrico pode ser observado quando a água presente no solo fica indisponível por pequenos ou longos períodos, causando, dessa forma, uma redução das atividades fisiológicas da planta (EMBRAPA, 2009).

O estresse hídrico ocorre quando a taxa de transpiração é maior que a taxa de absorção e de transporte de água na planta, que é detectado pelas raízes, que percebem o déficit de água no solo através das células dos estômatos e de sinais que são enviados à parte aérea da planta (BERKOWITZ, 1998). Quando o potencial hídrico do solo está baixo, as plantas apresentam dificuldade na extração de água do solo, tornando ineficiente o balanceamento de sua perda por transpiração. Nesses casos, as plantas indicam perda de turgor, resultando no emurchecimento da planta (MARANHÃO, 2017).

A água tem como função a manutenção da turgescência da célula, que é responsável pela sustentação da morfologia de plantas herbáceas e pela movimentação das folhas, além de atuar promovendo o alongamento celular e as trocas gasosas nas folhas. No balanço hídrico negativo, a redução do turgor faz com que haja o fechamento dos estômatos, diminuição da fotossíntese e redução da respiração (TAIZ e ZEIGER, 2009). Outras consequências do déficit hídrico na planta são a redução do crescimento, o aumento da velocidade de senescência dos tecidos da planta, a redução da expansão foliar, da fotossíntese e, das taxas de aparecimento foliar, além da senescência foliar, que reduz a área foliar (VIANA et al., 2021).

O déficit hídrico provoca mudanças na planta, cujo objetivo principal é a manutenção da sobrevivência. Segundo Duarte (2012), as primeiras respostas da planta

ao déficit são a divisão e a expansão celular, podendo ser retardada ou interrompida, e o crescimento das folhas e caules, que diminuem antes do estresse se tornar severo, levando ao fechamento dos estômatos e consequente diminuição na fotossíntese.

As plantas apresentam mecanismos de resistência à seca, que são definidos por escape, retardo e tolerância (EMBRAPA, 2017). O escape consiste no adiantamento do ciclo fenológico, completando o ciclo de vida antes do déficit causar danos irreversíveis. O retardo é a tentativa da planta de manter a turgidez da célula através do aumento do sistema radicular para, assim, aumentar a busca de água no solo, e por meio da redução da perda por transpiração. Por fim, a tolerância a seca ocorre quando a planta mantém seu metabolismo mesmo com o déficit hídrico mais severo (MARCHIORETTO, 2018).

A produção forrageira está diretamente relacionada à disponibilidade de água no solo, uma vez que o excesso ou a falta de água pode causar estresse hídrico, influenciando negativamente no seu desenvolvimento (MARCHIORETTO et. al, 2018). Dessa forma, o balanço de água no solo e a evapotranspiração são fatores importantes para determinar a disponibilidade hídrica, buscando possibilitar melhores condições para o desenvolvimento vegetal (SILVA et. al, 2015).

É previsto que as mudanças climáticas no futuro levarão à ocorrência de secas mais frequentes e mais longas (WHEELER et al., 2013), o que pode gerar uma instabilidade nos sistemas de produção de forragem. Uma forma de lidar com este problema é a adoção de espécies de leguminosas atualmente subutilizadas nestes sistemas de produção (KOMAINDA et al., 2019), mas com maior tolerância ao estresse hídrico, suscitando a necessidade de compreender os processos envolvidos no crescimento das leguminosas durante a época seca.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina (EECAC), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada no município do Carpina, Pernambuco (latitude 07°51'0" sul e longitude 35°15'17" oeste). O município possui altitude média de 180 m e clima, segundo classificação de Köppen, As" tropical seco. A temperatura média do ar e a precipitação pluvial anuais são 24,6 °C e 1.100 mm, respectivamente. O tipo de solo da região é o Argissolo Amarelo Distrocoeso (SANTOS et al., 2018).

Foram estudadas três espécies de leguminosas sob duas frequências de corte (60 e 90 dias). As espécies estudadas foram: *Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande (mistura física de sementes de 80% de *Stylosanthes capitata* Vog. e 20% de *Stylosanthes macrocephala* M. B. Ferr. e N. S. COSTA); Jureminha (*Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung) e Cunhã (*Clitoria ternatea* L.) Para Jureminha, foi usado o acesso 7G, oriundo de Santa Cruz do Capibaribe-PE (CALADO et al., 2016; DINIZ et al., 2021).

O experimento foi implantado em março de 2019, sob delineamento experimental de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições, onde as parcelas (9m²) foram compostas pelas leguminosas, e as subparcelas (4,5 m²), pelas frequências de corte. A área útil foi representada pelas quatro plantas centrais da subparcela. A distância entre blocos foi de 2 m e, entre parcelas, de 1 m. As avaliações ocorreram dos meses de agosto a dezembro de 2019 e de setembro a dezembro de 2020, correspondentes às épocas secas de cada ano, com o solo sob balanço hídrico (Figura 1).

Antes do plantio, a área experimental foi roçada e o solo, preparado com gradagem pesada. O solo da área experimental, na camada até 20 cm de profundidade, apresentou as seguintes características: pH em água= 5,7; P (Mehlich-I) = 24 mg.dm⁻³; Ca⁺²= 2,70 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺²= 2,20 cmol_c.dm⁻³; Na⁺= 0,08 cmol_c.dm⁻³; K⁺= 0,26 cmol_c.dm⁻³; Al⁺³= 0,00 cmol_c.dm⁻³; H⁺+Al⁺³ = 4,20 cmol_c.dm⁻³; CTC= 9,44 cmol_c.dm⁻³; matéria orgânica = 2,33% e V= 55,53%.

As leguminosas foram propagadas na casa de vegetação do Departamento de Zootecnia da UFRPE a partir de sementes (três sementes por saco) em sacos plásticos de muda (10 x 15cm), com areia lavada e solo argiloso, na proporção de 1:3, respectivamente. As sementes de Jureminha e Cunhã foram submetidas à escarificação mecânica com lixa (NASCIMENTO, 2013). As mudas foram irrigadas frequentemente e, após 60 dias, foram plantadas, na área experimental, em covas de 20 cm de profundidade, com espaçamento de 0,5 m x 0,5 m.

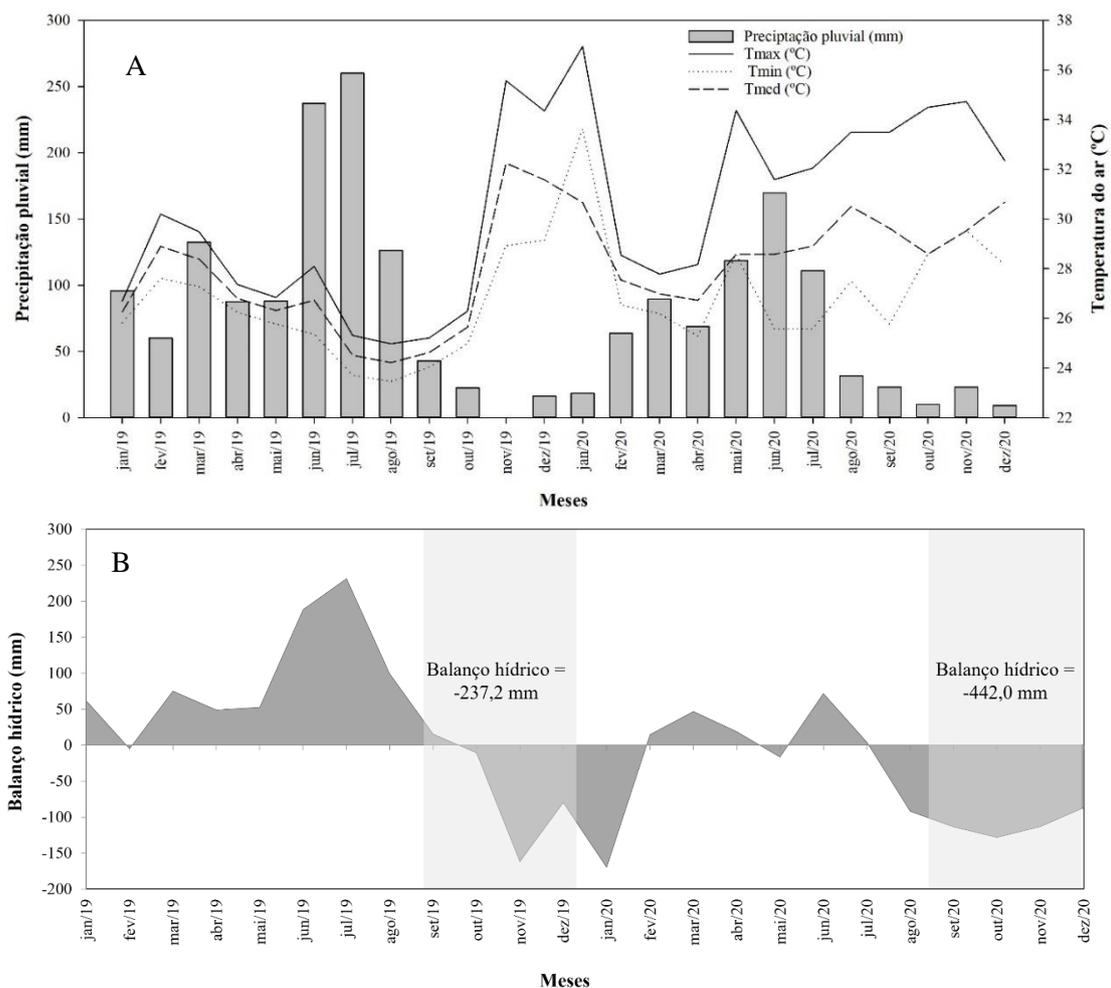


Figura 1. Precipitação pluvial, temperaturas máxima, mínima e média do ar (A) e balanço hídrico (B) na área durante o período experimental. As avaliações ocorreram de setembro a dezembro de 2019 e 2020 (áreas destacadas em cinza claro em B). Fonte: APAC (2021).

No plantio, foi realizada a adubação de fundação com o equivalente a 40 kg de P_2O_5 e 40 kg de K_2O /ha, com superfosfato simples e cloreto de potássio, aplicados no fundo da cova. O controle das plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manuais, e o combate de formigas cortadeiras, por meio da aplicação de formicidas a base de fipronil, sulfluramida e deltametrina.

As plantas foram submetidas a um corte de uniformização a 20 cm do solo em junho de 2019, após 90 dias do plantio. A partir daí os cortes das plantas ocorreram conforme a frequência de corte na mesma intensidade do corte de uniformização.

As avaliações das características estruturais ocorreram a cada 15 dias, entre os meses de setembro e dezembro de 2019 e 2020, durante os períodos secos dos dois anos, sob balanço hídrico negativo no solo (Figura 1). Foram marcadas duas plantas

representativas de cada subparcela. Nessas plantas, foram marcados dois ramos representativos e, em cada ramo, duas folhas foram utilizadas para as mensurações.

As características avaliadas foram altura da planta, quantidade de folhas por ramo (folhas em expansão e expandidas, onde as folhas expandidas foram definidas por ter a estrutura completa e os folíolos já definidos pela estrutura final da folha), comprimento e largura das folhas e comprimento do ramo. A altura da planta foi medida do nível do solo até o ápice das folhas mais altas com uma trena graduada em milímetros, a mesma utilizada para as mensurações de comprimento e largura das folhas. A quantidade de folhas por ramo foi determinada por meio de contagem. O comprimento da folha foi medido da inserção do pecíolo no ramo até a extremidade do limbo foliar.

A partir dos dados obtidos com as mensurações das características estruturais, foram estimadas as características morfogênicas: taxa de crescimento (considerando os dados de altura da planta em cm.dia^{-1} ; taxas de aparecimento de folhas ($\text{folhas.ramo}^{-1}.\text{dia}^{-1}$); filocrono ($\text{dias.folhas}^{-1}.\text{ramo}^{-1}$); de alongamento foliar; de expansão lateral foliar, e de alongamento de ramos (cm.dia^{-1}). As taxas foram obtidas por meio da diferença entre as avaliações consecutivas para uma determinada característica estrutural divididas pelo período entre avaliações (15 dias). O filocrono foi calculado como o inverso da taxa de aparecimento de folhas.

Através de um analisador de dossel (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR-80 (DECAGON Devices), o índice de área foliar e a interceptação de luz foram estimados com avaliações realizadas em três pontos acima do dossel e três abaixo do dossel, na altura que foi realizado o corte a cada 15 dias, na área útil da subparcela.

Os dados foram analisados quanto à normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Hartley. Foi realizada análise de variância por meio de modelos mistos, e o teste de Tukey para comparação das médias, mediante o SAS OnDemand for Academics. As leguminosas, frequências de corte, ano e suas interações, exceto a interação tripla, foram consideradas como efeito fixo. Os blocos experimentais foram classificados como efeito aleatório. O ano foi analisado como medida repetida no tempo. O nível de significância adotado foi de 5% de probabilidade.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfogênese

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação leguminosas x frequência de corte sobre a taxa de aparecimento foliar (Figura 2).

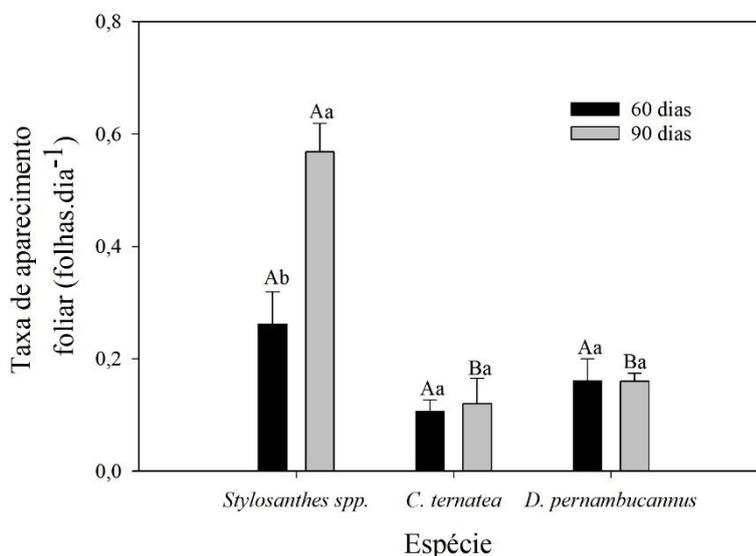


Figura 2. Taxa de aparecimento foliar (folhas.dia⁻¹) de leguminosas forrageiras sob diferentes frequências de corte.

Barras com mesma letra minúscula dentro de leguminosas não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras com mesma letra maiúscula entre leguminosas e dentro da mesma frequência de corte não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não houve diferença entre as leguminosas na frequência de 60 dias, porém, com 90 dias, a Campo Grande apresentou maior taxa de aparecimento foliar. Comparando a frequência de corte dentro de cada leguminosa, as médias da Cunhã e da Jureminha não apresentaram diferença em função das frequências de corte, e apenas a Campo Grande apontou maiores médias com 90 dias (Figura 2).

Nesse sentido, EMBRAPA (2002) mencionam que a Campo Grande caracteriza-se por ser uma cultivar com alto número de ramificações. Assim, essa característica, aliada à sua satisfatória adaptação a períodos com escassez de água, pode explicar a maior taxa de aparecimento foliar. Outro aspecto importante mencionado por Wheeler et al. (1999) é que as leguminosas com rápida taxa de produção de folhas seriam mais adequadas para competir com plantas invasoras, produzindo maior biomassa a curto prazo.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) das leguminosas sobre o filocrono, onde a cunhã apresentou a maior média quando comparada à Campo Grande, enquanto a Jureminha não diferiu das demais (Figura 3).

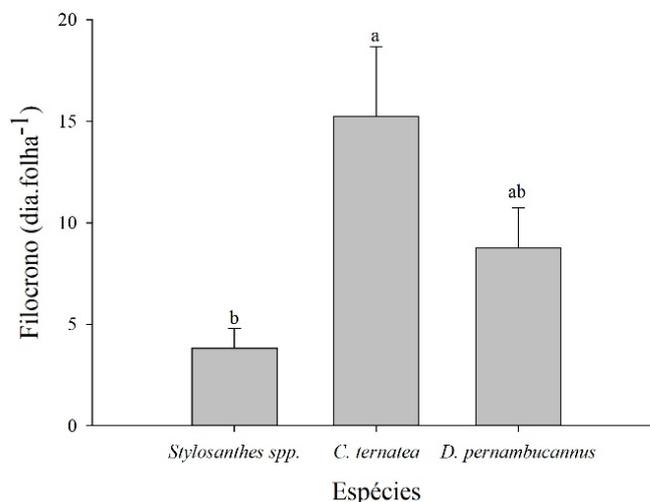


Figura 3. Filocrono (dia.folha⁻¹) de leguminosas forrageiras manejadas sob duas frequências de corte (60 e 90 dias).

Barras com mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em geral, em condições ambientais uniformes, o filocrono sofre pouca variação, durante o seu desenvolvimento vegetativo, porém, Gomide (1997) considera que, além do genótipo, os fatores ambientais e de manejo, como a estação do ano, a intensidade e frequência de desfolhação, também podem afetar o filocrono. No presente estudo, foi observado efeito apenas da leguminosa sobre o filocrono. O déficit hídrico também influencia o filocrono, no entanto, apenas em situações extremas (SGANZERLA, 2010). Este resultado está em consonância com a taxa de aparecimento foliar, uma vez que a maior taxa de aparecimento foliar da Campo Grande proporcionou também menor filocrono, ou seja, menor quantidade de dias para o surgimento de folhas. No caso da Jureminha, o filocrono intermediário em relação à Campo Grande e à Cunhã pode ser explicado devido à presença de xilopódios, que são órgãos especializados, capazes de armazenar água durante o período seco, possibilitando que o déficit hídrico, provavelmente, não afetasse de forma marcante o surgimento de folhas (COSTA et al., 2017).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação leguminosa x ano sobre a taxa de alongamento foliar (Figura 4). Considerando o efeito do ano dentro de cada leguminosa, apenas as médias da Campo Grande não diferiram entre os anos. A Cunhã e a Jureminha obtiveram maiores médias de taxas de alongamento foliar no ano de 2019. Em 2020, a taxa de alongamento foliar não diferiu entre as leguminosas.

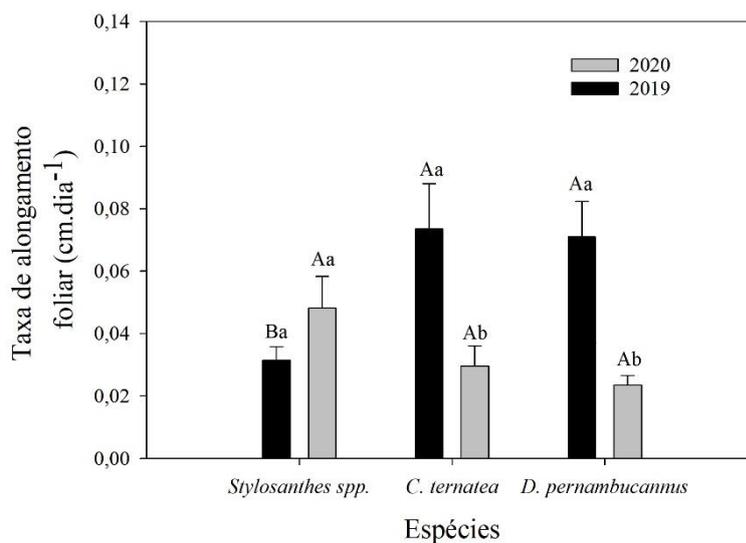


Figura 4. Taxa de alongamento foliar (cm.dia⁻¹) de leguminosas forrageiras manejadas com diferentes frequências de corte (60 e 90 dias) em função do ano.

Barras com mesma letra minúscula dentro de leguminosas não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras com mesma letra maiúscula entre leguminosas e dentro do mesmo ano não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em 2020, a Jureminha e a Cunhã foram as mais afetadas pelo déficit hídrico. Segundo Ludlow e Ng (1997), o alongamento foliar é uma característica fortemente influenciada pelo déficit hídrico, pois o crescimento de folhas e raízes é cessado, fazendo com que os processos de fotossíntese e divisão celular sejam afetados. Assim, esse mecanismo de sobrevivência pode explicar os resultados obtidos para Jureminha e Cunhã. Em contrapartida, a Campo Grande conseguiu manter a taxa de alongamento foliar, fator que fez aumentar a área fotossinteticamente ativa, resultando em maior aparecimento de folhas (Figura 2).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação leguminosas x ano para a taxa de expansão lateral foliar (Figura 5). Observando as leguminosas separadamente, houve

diferença do ano apenas para a Jureminha, que apresentou maior taxa de expansão lateral foliar no ano de 2019

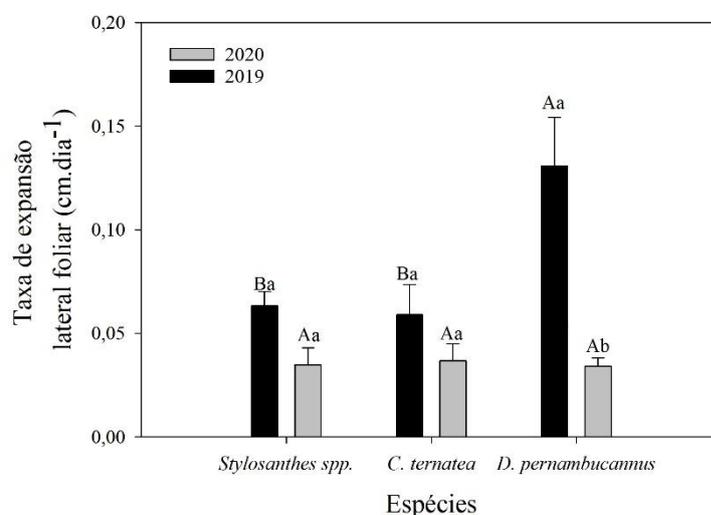


Figura 5. Taxa de expansão lateral foliar (cm.dia⁻¹) das leguminosas em função do ano.

Barras com mesma letra minúscula dentro de leguminosas não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras com mesma letra maiúscula entre leguminosas e dentro do mesmo ano não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As taxas de expansão lateral da Campo Grande e Cunhã não sofreram efeito do ano, no entanto, a Jureminha apresentou maiores médias no ano de 2019, havendo redução drástica no ano de 2020. Tal comportamento pode ser explicado pela menor pluviosidade e maior temperatura nesse ano, tendo, conseqüentemente, o balanço hídrico mais negativo (Figura 1), possivelmente submetendo a planta a maior estresse. Assim, a redução da taxa de expansão lateral foliar da Jureminha pode ter sido resultado das menores taxas de expansão celular e da área foliar, podendo ocasionar a redução da superfície de transpiração foliar (JIANG et al., 2004).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) das leguminosas para taxa de alongamento de ramos. A Jureminha apresentou maior taxa de alongamento de ramos que as demais leguminosas (Figura 6).

Segundo Ergon et al. (2017), a morfologia das leguminosas difere bastante entre as espécies, já que a alocação de nutrientes é modificada em função de fatores como hábito de crescimento da planta, manejo pelo qual ela está sendo submetida, fatores abióticos do local onde estão inseridas, assim como a estratégia de sobrevivência de cada espécie. Dessa forma, a Jureminha é uma planta de porte subarbustivo, com maior adaptabilidade a déficit hídrico, comparado às demais leguminosas estudadas, o que

contribuiu para que houvesse o maior crescimento dos ramos. Durante o período experimental, a Cunha e a Campo Grande indicaram menor crescimento que a Jureminha, pois essas leguminosas possuem porte mais herbáceo, o que pode ter contribuído para esses resultados.

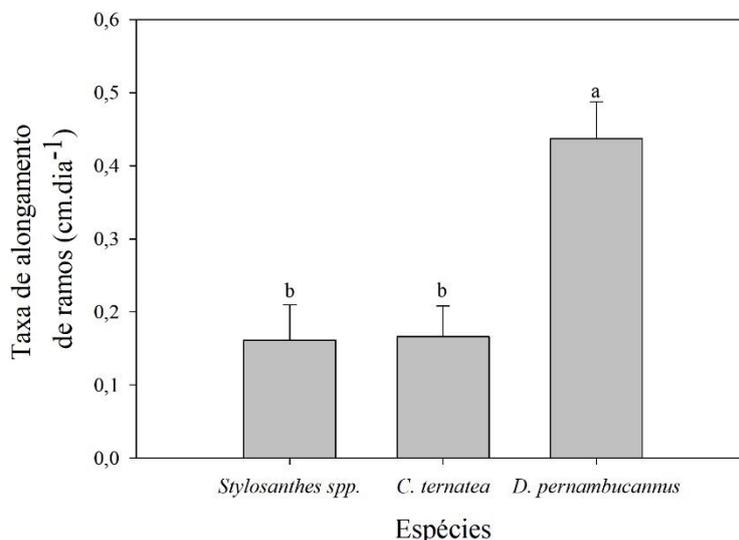


Figura 6. Taxa de alongamento de ramos (cm.dia⁻¹) de leguminosas forrageiras manejadas sob duas frequências de corte.

Barras com mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Possivelmente, houve maior alocação dos recursos da Jureminha no alongamento de ramos em detrimento ao aparecimento de folhas, supostamente sendo uma forma de aumentar a interceptação de luz (Figura 2 e 3). Tal comportamento pode diminuir a relação folha/caule e comprometer a qualidade da forragem colhida, devido à maior participação de caules na biomassa aérea. O mesmo comportamento foi observado por Silva Neto (2020), testando duas frequências de corte (60 e 90 dias) nas mesmas leguminosas. O autor verificou que a Jureminha apresentou alta produção de caules, com relação folha/caule de 0,9, indicando maior proporção de caules na biomassa produzida.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação frequência de corte x ano na taxa de alongamento de ramos (Figura 7). Comparando o efeito do ano dentro de cada frequência de corte, não houve diferença para a frequência de corte de 60 dias, mas, na frequência de 90 dias, a taxa de alongamento de ramos foi maior em 2019. Comparando as frequências entre os anos, em 2019, a taxa de alongamento da ramos foi maior na frequência de 90 dias, enquanto, em 2020, ocorreu o oposto, onde a frequência de corte de 60 dias apontou maior taxa de alongamento de ramos que a de 90 dias.

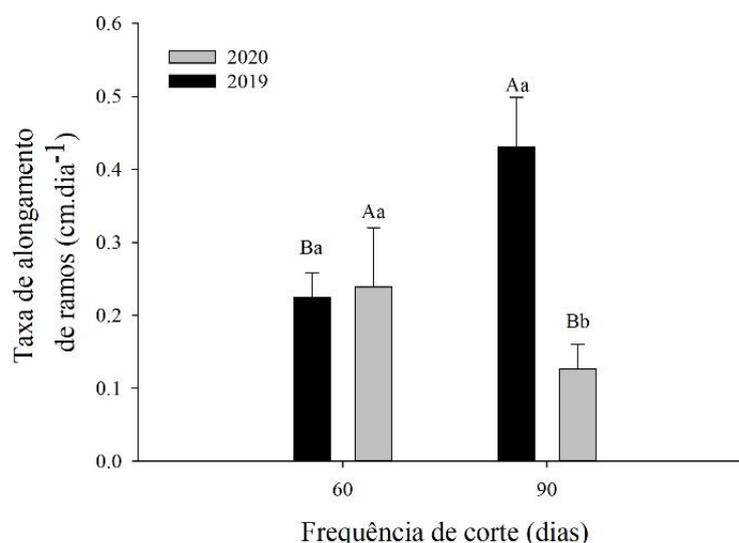


Figura 7. Taxa de alongamento de ramos (cm.dia⁻¹) de leguminosas forrageiras em função do ano e da frequência de corte.

Barras com mesma letra minúscula dentro da frequência de corte não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras com mesma letra maiúscula entre frequências de corte e dentro do mesmo ano não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Durante os meses de setembro a outubro dos dois anos experimentais, período em que foram realizadas as avaliações da frequência de 60 dias, houve pluviosidade média mensal em torno de 50 mm. Isso pode explicar a ausência de diferença no alongamento de ramos na frequência de 60 dias. As maiores taxas de alongamento de ramos na frequência de 90 dias, em 2019, podem ser explicadas devido ao menor balanço hídrico negativo nesse ano. Em 2020, a menor taxa de alongamento de ramos no corte aos 90 dias pode ter ocorrido em virtude do maior déficit hídrico com o decorrer do período seco do ano. O déficit hídrico afeta o processo de divisão celular e, como consequência, a planta estrategicamente direciona os gastos metabólicos para a manutenção dos tecidos (Queiroz, 2016).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) das médias das leguminosas sobre a taxa de crescimento (taxa de incremento em altura), com a Jureminha apresentando as maiores médias (0,48 cm.dia⁻¹), seguida pela Cunhã (0,28 cm.dia⁻¹) e pela Campo Grande (0,18 cm.dia⁻¹) (Figura 8).

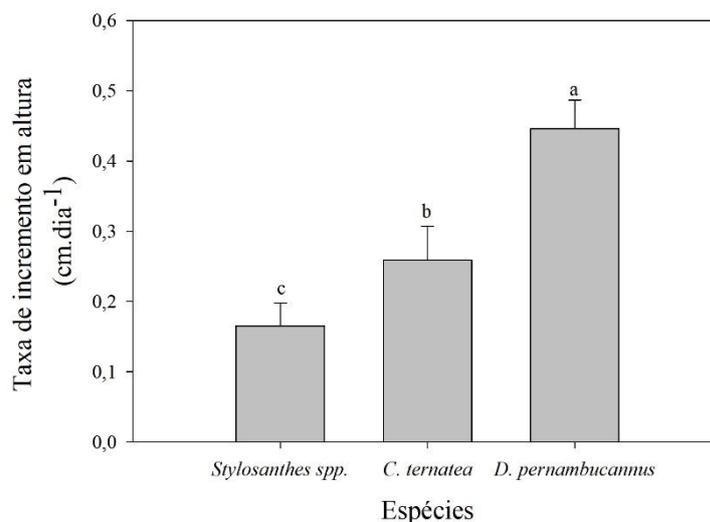


Figura 8. Taxa de incremento em altura (cm.dia⁻¹) das leguminosas forrageiras Campo grande, Cunhã e Jureminha, respectivamente.

Barras com mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A Jureminha é uma espécie que apresenta hábito de crescimento ereto e porte subarbustivo (FONTENELE et al., 2009, VERLOOVE e BORGES, 2018), podendo explicar a maior taxa de incremento na altura que as demais leguminosas.

Assim, provavelmente as características adaptativas da planta contribuíram para que o crescimento da Jureminha tenha sido superior às demais espécies estudadas, pois é a única espécie que possui a presença de órgãos de armazenamento de água, além de um sistema radicular bem desenvolvido, facilitando a busca de água no solo. A maior taxa de alongamento de ramos (Figura 6) também pode ter influenciado a maior taxa de crescimento da Jureminha.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação frequência de corte x ano sobre a taxa de crescimento (cm.dia⁻¹) da leguminosas (Figura 9).

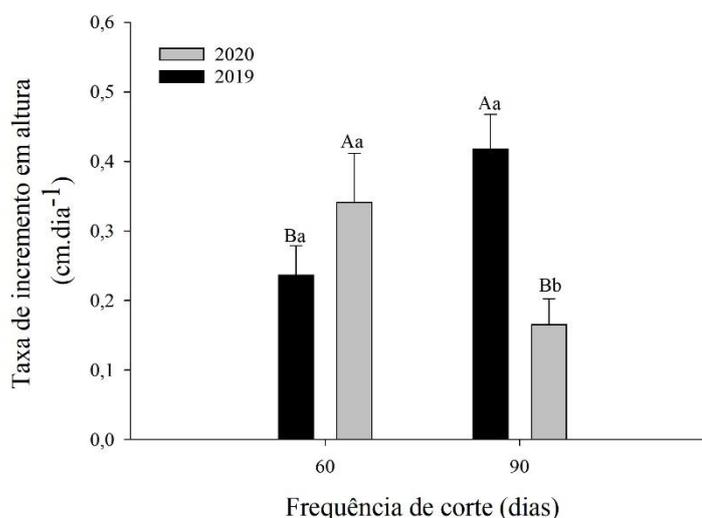


Figura 9. Efeito da interação frequência de corte x ano na taxa de crescimento (cm.dia⁻¹) de leguminosas forrageiras.

Barras com mesma letra minúscula dentro da frequência de corte não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Barras com mesma letra maiúscula entre frequências de corte e dentro do mesmo ano não diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não houve diferença entre os anos na frequência de corte de 60 dias, entretanto, para a frequência de 90 dias, em 2019, a taxa de crescimento foi superior ao ano de 2020. Tal resultado pode ser explicado pelas condições climáticas de 2019, que foram mais favoráveis para o crescimento, bem como pela maior taxa de alongamento de ramos aos 90 dias, também em 2019 (Figura 7).

O crescimento de uma planta é o resultado de suas interações com o ambiente. A menor frequência de corte resulta em maior tempo para crescimento da planta, fator que pode ter resultado no maior incremento na taxa de crescimento na frequência de 90 dias, no ano de 2019, visto que, em maiores frequências de corte como uma estratégia de sobrevivência, as plantas tendem a utilizar os nutrientes e carboidratos de reserva para manutenção, e não para o crescimento. Dessa forma, as plantas podem ter estabilizado o crescimento de forma mais precoce, explicando os menores valores na frequência de 60 dias. Em 2020, ocorreu o efeito o oposto, pois, aos 60 dias, houve maior taxa de crescimento da planta. Esse resultado, provavelmente, se sucedeu pelo fato de que, em 2020, o período de avaliação apresentou maior déficit hídrico, e, devido a isso, as plantas colhidas aos 60 dias permaneceram menos tempo em balanço hídrico negativo, dessa forma, sofrendo menos efeito do déficit hídrico.

Características estruturais

Houve efeito significativo ($P > 0,05$) das leguminosa sobre a altura da planta, o comprimento de ramos e a interceptação de luz (Tabela 1).

Tabela 1. Altura da planta, comprimento de ramos e interceptação de luz de leguminosas forrageiras.

Leguminosas	Altura da planta (cm)	Comprimento de ramos (cm)	Interceptação de luz (%)
Campo grande	25,8b	10,26b	17,26ab
Cunhã	31,15b	12,46b	11,92b
Jureminha	46,55a	27,98a	18,41a

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para altura de planta e comprimento dos ramos, a Campo Grande e a Cunhã não diferiram entre si, enquanto a Jureminha mostrou maior altura e comprimento de ramos. Tal resultado pode ser explicado em consequência da maior taxa de crescimento (Figura 8) e maior alongamento de ramos (Figura 6) na leguminosa, assim como seu hábito de crescimento que difere das demais. Segundo Lemaire e Chapman (1996), as variáveis morfológicas são responsáveis por determinar o crescimento das plantas, pois influenciam as variáveis estruturais que, por sua vez, determinam o IAF. Como o IAF tem alta correlação com a interceptação de luz (IL), é possível que as maiores de taxas de crescimento e de alongamento de ramos tenham também proporcionado maior IL na Jureminha, embora não tenha diferido da Campo Grande.

De acordo com Falster e Westoby (2003), a alocação de recursos nas plantas para investir em altura melhora o acesso à luz, mas incorre em custos de formação e manutenção do caule. Assim, mesmo que possa haver uma vantagem competitiva da Jureminha pela maior altura, isso também pode representar maiores custos de respiração para planta e menor valor nutritivo, devido à maior participação de caules. Diniz et al. (2021) verificaram teores de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca em folhas e caules do acesso 7G da Jureminha de 235,1 e 117,8 g.kg⁻¹ e 429,5 e 334,3 g de MS.kg⁻¹, respectivamente, com cortes a cada 70 dias e intensidade de 60 cm. Queiroz (2016) estudou diferentes genótipos de *Desmanthus* e observou valores de proteína bruta entre

193 e 229 g kg⁻¹ nas folhas e 77 e 86 g kg⁻¹ na fração do caule em plantas submetidas a 21 de suspensão hídrica.

Para IL, a Campo Grande e a Jureminha apresentaram as maiores médias. A Campo Grande é formada por espécies com alto número de ramificações (KARIA et al., 2002), característica que pode explicar a maior taxa de aparecimento foliar e, conseqüentemente, maior área fotossinteticamente ativa. Tais fatores podem ter contribuído para que a Campo Grande não tenha apresentado IL diferente da Jureminha. Conforme Bernardes (1987), existe diversos aspectos morfofisiológicos envolvidos na interceptação da luz pelas plantas em comunidade. Alguns estão relacionados à organização espacial das folhas, que podem ser analisadas pela densidade de cobertura foliar, distribuição horizontal e vertical entre as folhas e pelo ângulo foliar. Outros são os que estão concatenado ao aspectos funcionais, que dependem de fatores da planta e do ambiente, como idade, tipo e tamanho das folhas, flutuações na intensidade e na qualidade de luz e saturação da luz. No estudo, os valores obtidos para interceptação de luz ficaram abaixo do esperado, visto que as plantas tenderam a reduzir o número de folhas durante o período experimental.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da frequência de corte sobre o comprimento de folha expandida, onde, aos 60 dias, as plantas apresentaram comprimento médio de 4,17 cm e, aos 90 dias, 4,55 cm. Segundo Chapman e Lemaire (1993), o número de folhas por ramo é resultado da relação entre a taxa de aparecimento e a duração de vida da folha, enquanto a taxa de alongamento foliar afeta o tamanho final da folha. Então, é possível que o maior comprimento de folha expandida aos 90 dias tenha sido resultado do maior intervalo para o aparecimento e o alongamento das folhas.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação leguminosa x frequência de corte sobre o número de folhas expandidas, em expansão e total (Tabela 2). A Campo Grande apresentou maior número de folhas expandidas e total que a Cunhã, mas não diferiu da Jureminha aos 60 dias. Na frequência de corte de 90 dias, a Campo Grande indicou maior número de folhas expandidas, em expansão e total, que as demais leguminosas. Comparando o efeito das frequências de corte nas leguminosas, apenas a Campo Grande mostrou maior número de folhas expandidas, em expansão e total, na frequência de corte de 90 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Número de folhas expandidas, número de folhas em expansão de três leguminosas forrageiras em função das frequências de corte de 60 e 90 dias.

Variável/Leguminosas	Frequência de corte (dias)	
	60	90
Nº de folhas expandidas		
Campo grande	6,88Ab	21,73Aa
Cunhã	3,79Ba	4,49Ba
Jureminha	5,54ABa	7,11Ba
Nº de folhas em expansão		
Campo grande	4,32Ab	7,51Aa
Cunhã	2,24Aa	2,69Ba
Jureminha	3,38Aa	2,03Ba
Nº de folhas total		
Campo grande	11,2Ab	29,24Aa
Cunhã	6,04Ba	7,19Ba
Jureminha	8,91ABa	9,14Ba

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Silva Neto (2020), a Campo Grande é uma leguminosa que possui alta eficiência na renovação de tecido foliar, o que pode resultar no maior acúmulo de biomassa que, conseqüentemente, é refletido pelo número de folhas presentes (Silva et al., 2010). A menor frequência de corte possibilitou às plantas melhores condições para o desenvolvimento de fitômeros. Vale ressaltar que a Campo Grande apresentou maior taxa de aparecimento de folhas (Figura 2) na frequência de corte de 90 dias, refletindo em menor filocrono, notadamente comparado à Cunhã (Figura 3).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação leguminosa x ano sobre o número de folhas expandidas, número de folhas total, comprimento de folhas expandidas, comprimento de folhas em expansão, largura de folhas expandidas e largura de folhas em expansão (Tabela 3).

Para o número de folhas expandidas e total, a Campo Grande apresentou maiores médias dentro e entre os anos. Para o comprimento e largura da folha expandida e em expansão, merece destaque a Cunhã, que apresentou, em 2019, maiores dimensões foliar que as demais leguminosas, exceto para largura da folha em expansão, onde não diferiu da Jureminha. Em 2020, o comprimento e largura das folhas em expansão não foram diferentes entre as leguminosas, enquanto a Jureminha mostrou maior o comprimento e largura das folhas expandidas. Um fator que pode ter contribuído para as maiores

dimensões foliares da Cunhã é a própria morfologia da espécie, que expõe maiores folíolos quando comparado às demais.

Tabela 3. Efeito da interação leguminosa x ano sobre o número de folhas expandidas, número de folhas total, comprimento de folhas expandidas, comprimento de folhas em expansão, largura de folhas expandidas e largura de folhas em expansão.

Variável/Leguminosa	Ano	
	2019	2020
Nº de folhas expandidas		
Campo grande	12,97Ab	15,64Aa
Cunhã	3,63Ca	4,66Ba
Jureminha	6,84Ba	5,81Ba
Nº de folhas total		
Campo grande	17,97Ab	22,47Aa
Cunhã	5,69Ba	7,54Ba
Jureminha	8,71Ba	9,34Ba
Comprimento de folhas expandidas (cm)		
Campo grande	3,02Ca	3,68Ba
Cunhã	6,19Aa	3,31Bb
Jureminha	4,59Ba	5,37Aa
Comprimento de folhas em expansão		
Campo grande	2,93Ca	2,61Aa
Cunhã	5,98Aa	2,38Ab
Jureminha	4,21Ba	2,71Ab
Largura de folha expandida (cm)		
Campo grande	3,28Ca	3,15Ba
Cunhã	4,94Aa	2,80Bb
Jureminha	4,12Bb	5,26Aa
Largura de folha em expansão (cm)		
Campo grande	3,07Ba	2,26Ab
Cunhã	4,56Aa	2,16Ab
Jureminha	3,93ABa	2,78Ab

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparado ao ano de 2019, todas as leguminosas manifestaram a redução da largura de folha em expansão, porém, apenas a Cunhã e a Jureminha apresentaram redução do comprimento de folhas em expansão no segundo ano de avaliação. A Cunhã indicou menores comprimento e largura de folhas expandidas em 2020.

Em algumas plantas, o déficit hídrico pode limitar, além do tamanho, também quantidade de folhas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Vale ressaltar que muitas espécies perdem suas folhas na seca, o que também colabora para redução do número folhas. A diferença de temperatura e balanço hídrico entre os anos (Figura 1) podem ter contribuído para essa diferença entre os anos. O balanço hídrico é um fator de grande importância para a vida de todos os seres vivos, pois exerce grande influência em todas as atividades fisiológicas, por controlar as taxas das reações metabólicas nas células. Para os vegetais, as adaptações às alterações de temperatura devem ser rápidas e eficientes, para garantir sua sobrevivência (BROWSE e XIN, 2001).

As diferenças na quantidade e dimensões foliares apresentadas pelas leguminosas entre os anos podem ser devido a ajustes que cada leguminosa foi submetida para manter a sobrevivência com o déficit hídrico. Estes ajustes da área foliar possuem importância a longo prazo, permitindo que a planta mantenha a área fotossintética, que atua beneficiando a adaptação da planta a ambientes com deficiência hídrica.

Houve efeito significativo da interação frequência de corte x ano para altura da planta, comprimento do ramo, número de folha em expansão, comprimento de folha em expansão, largura de folha expandida, largura de folha em expansão, e interceptação de luz (Tabela 4).

A altura e comprimento de ramo foi maior na frequência de corte de 90 dias em 2019, mas, em 2020, não houve diferença entre as frequências de corte para estas características. Entre os anos e dentro da mesma frequência, apenas para frequência de corte de 90 dias, a altura e comprimento de ramos foi menor em 2020.

As taxas de crescimento da planta e assimilação de carbono estão intimamente associadas, no entanto, à medida em que assimilação aumenta, o crescimento da planta depende da atividade dos órgãos drenos (BAATH et al., 2020), notadamente de folhas. Considerando a redução do comprimento das folhas (Tabela 4) e, conseqüentemente, da área fotossintética, provavelmente promoveu redução da altura da planta.

Além da redução do crescimento das folhas, as plantas em estresse hídrico tendem também a priorizar a utilização e translocação das reservas de nutrientes para áreas mais necessárias como exemplo para o desenvolvimento radicular da planta, levando à redução do comprimento do ramo (PIMENTEL, 2004).

Tabela 4. Efeito da interação frequência de corte x ano para a altura da planta, comprimento do ramo, número de folha em expansão, comprimento de folha em expansão, largura de folha expandida, largura de folha em expansão, e interceptação de luz.

Variável/Frequência de corte	Ano	
	2019	2020
Altura da planta (cm)		
60	33,08Ba	30,71Aa
90	44,88Aa	29,34Ab
Comprimento de ramos (cm)		
60	15,58Ba	11,53Aa
90	28,83Aa	11,65Ab
Nº de folhas em expansão		
60	2,21Bb	4,42Aa
90	3,75Aa	4,40Aa
Comprimento de folhas em expansão		
60	4,24Aa	1,98Bb
90	4,51Aa	3,16Ab
Largura de folha expandida		
60	4,14Aa	3,28Bb
90	4,08Aa	4,19Aa
Largura de folha em expansão		
60	3,84Aa	1,76Bb
90	3,87Aa	3,04Ab
Interceptação de luz (%)		
60	9,86Bb	18,60Aa
90	17,56Aa	17,44Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o número de folhas em expansão, a menor frequência apresentou maior número de folhas em 2019. Em 2020, as frequências não diferiram entre si. A maior frequência de corte mudou entre os anos. Em 2020, houve aumento do número de folhas em expansão. Tal caso também reflete os resultados obtidos para alongamento de ramos (figura 7), visto que há a maior possibilidade de aparecimento de novas folhas.

O comprimento da folha em expansão diminuiu no segundo ano de avaliação. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que, em 2020, houve um aumento no número de folhas em expansão, como visto anteriormente, pois sabe-se que a taxa de aparecimento foliar e a taxa de expansão foliar apresentam uma correlação negativa, já

que quanto maior a taxa de aparecimento foliar, menor será o tempo necessário para o alongamento da folha (GONÇALVES, 2002).

Para a largura de folha expandida e em expansão, observando o efeito da frequência de corte dentro de cada ano, não houve diferença entre as frequências no ano de 2019, enquanto, em 2020, os maiores valores ocorreram na menor frequência de corte. Comparando os anos, houve redução da largura das folhas no ano de 2020 nas duas frequências de corte, provavelmente consequência do maior número de folhas e menor comprimento no mesmo ano.

Para IL, na frequência de 90 dias as plantas indicaram maior interceptação no primeiro ano de avaliação, porém, em 2020, não houve diferença entre as frequências de corte. Apenas na frequência de corte de 60 dias, houve maior interceptação em 2020. Esse resultado pode ser reflexo do aumento de número de folhas total das plantas (Tabela 4) no ano de 2020, expandindo conseqüentemente a área fotossinteticamente ativa da planta, além disso, o tamanho de cada folha influencia a área foliar total, instigando também a eficiência de interceptação de luz no dossel (HUYGHE, 1998).

As espécies de leguminosas estudadas responderam de formas diferentes ao manejo de corte empregado. A Campo Grande aumentou o número de folhas por meio da maior taxa de aparecimento de folhas, enquanto a Jureminha investiu no comprimento de ramos por meio do maior alongamento de ramos. A Cunhã foi a leguminosa que priorizou o alongamento das folhas, produzindo folhas com maiores dimensões. Tais resultados expressam as mudanças estruturais que as plantas sofreram com o objetivo de aumentar a interceptação luminosa, e garantir a sobrevivência sob déficit hídrico.

Em relação à frequência de corte, as características estruturais, como altura, comprimento de ramos e IL, foram maiores na frequência de corte de 90 dias, devido ao maior alongamento de ramos e à taxa de crescimento nessa frequência, mas apenas em 2019. Sob maior balanço hídrico negativo, como em 2020, as diferenças na estrutura da planta conforme as frequências não ocorreram. Entretanto, apenas em 2020, a frequência de corte de 90 dias proporcionou folhas com maiores dimensões comparada à frequência de 60 dias. Isso demonstra que as plantas sob mesma frequência de corte realizaram ajustes na alocação de recursos para o desenvolvimento de órgãos, de acordo com a intensidade do estresse hídrico. Assim, na frequência de corte de 90 dias, as plantas priorizaram o desenvolvimento de ramos em 2019 (menor balanço hídrico negativo) e o tamanho da folha, em 2020 (maior balanço hídrico negativo),

As plantas dependem da energia solar que capturam pela fotossíntese, e a radiação solar é a principal força motriz que afeta não apenas a atividade fotossintética, mas também a temperatura, o status hídrico da folha e muitos outros processos fisiológicos da planta (VALLADARES e NIINEMETS, 2007). Logo, é possível que todos os ajustes morfológicos realizados pelas leguminosas, segundo a frequência de corte e a intensidade do estresse hídrico, visaram manter suas atividades fisiológicas vitais.

Os resultados obtidos podem servir como apoio na tomada de decisão da escolha da leguminosa em função do objetivo de utilização. Porém, é importante ressaltar que são necessários mais estudos para verificar se os resultados se confirmam ao longo do tempo e em ambientes diferentes.

4.0 CONCLUSÕES

A estrutura das leguminosas estudadas sofre influência da espécie, da frequência de corte e da intensidade do déficit hídrico.

A frequência de corte de 90 dias favoreceu maior quantidade de folhas na Campo Grande em virtude da maior taxa de aparecimento foliar e menor filocrono. A Jureminha apresentou maior altura e comprimento de ramos devido à maior taxa de crescimento e de alongamento de ramos. A Cunhã priorizou o alongamento das folhas, levando a folhas com maiores dimensões.

Há indicativos que as plantas sob mesma frequência de corte realizaram ajustes na alocação de recursos, priorizando o desenvolvimento de determinados órgãos conforme a intensidade do estresse hídrico anual.

Mesmo sob balanço hídrico negativo no solo, as leguminosas mantiveram o crescimento, demonstrando adaptação das espécies ao déficit hídrico.

As diferenças nas características morfogênicas e estruturais das leguminosas podem permitir o múltiplo uso dessas plantas, de acordo com o sistema de cultivo e o manejo adotado.

5.0 REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. C. **Avaliação nutricional da cunhã (*clitoria ternatea* L.) em diferentes idades de corte.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). 2012. 78p. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos do Goytacazes.

ABREU, M. L. C. et al. *Clitoria ternatea* L. as a potential high quality forage legume. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27, n. 2, p. 169-168, 2014.

APAC. "Agência Pernambucana de Águas e Clima", 2021. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php#>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ARAÚJO, J. A. et al. Efeito da altura e intervalo de corte na produção de forragem da cunhã (*Clitoria ternatea* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 6, p. 979-982, 1994.

AVALOS, J. F. V; BUSTAMANTE GUERREIRO, J. J; RUBIO CEJA, J. V. Agrotecnia e utilización de *C. ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. **Revista Técnica Pecuaria en México**, v. 1, n. 42, p.79-96, 2004.

BAATH, G. S. et al. Growth and physiological responses of three warm-season legumes to water stress. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2020.

BAR, M; ORI, N. Compound leaf development in model plant species. **Current opinion in plant biology**, v. 23, p. 61-69, 2015.

BARRETA, D. A. et al. Production, nutritive value and estimated milk yield from intercropped pastures of cold season. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 2, p. 599-606, 2020.

BARRO, C; RIBEIRO, A. The study of *Clitoria ternatea* L. hay as a forage alternative in tropical countries. Evolution of the chemical composition at four different growth stages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, p. 780-782, 1983.

BERKOWITZ, G. A. Water and salt stress. In: RAGHAVENDRA, A. S. (Ed.). **Photosynthesis: comprehensive reatise**. Cambridge: Cambridge University, 1998. p. 226-237.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. S. et al. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 12-48.

BROWSE, John; XIN, Zhanguo. Temperature sensing and cold acclimation. **Current opinion in plant biology**, v. 4, n. 3, p. 241-246, 2001.

CALADO, T. B. et al. Morphology and productivity of "jureminha" genotypes (*Desmanthus spp.*) under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, n.3, p.742-752, 2016.

CASTAGNARA, D. D. et al. Crescimento de *Stylosanthes* cv. Campo Grande em diferentes níveis de densidade de um Latossolo Vermelho. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n. 2, p. 260-266, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009. 50p.

CHAPMAN, D.F; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: **International grassland congress**, 17, 1993, Austrália. Proceedings. ed., 1993, p.95-104.

CHAVARRIA, G; SANTOS, H.P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. In: MONTANARO, G & DICHIO, B (eds.). **Advances in selected plant physiology aspects**. Rijeka: Intech, 2012. p. 105-132.

COOK, B. G. et al. 2020. **Tropical Forages: An interactive selection tool**. 2nd and Revised Edn. International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia and International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya. Disponível em: <https://www.tropicalforages.info/text/intro/citation.html>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CORADIN, L. CAMILLO, J. PAREYN, F. G. C. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade; 51) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html>>, Acesso em: 20 jun 2020.

COSTA, J.C. et al. Genetic diversity of *Desmanthus* sp. accessions using ISSR markers and morphological traits. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, p. 1-9, 2017.

COSTA, M.N.F. **Caracterização morfológica e estrutural de *Desmanthus pernambucanus* (L.) thellung sob diferentes densidades de plantio e altura de colheita**. Dissertação (Mestrado em zootecnia). 2020. 51p. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

COUTINHO, M. J. F. et al. A pecuária como atividade estabilizadora no Semiárido Brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 3, n. 9-17, 2013.

DINIZ NETO, M. A.; VASCONCELOS, R.C.M.; CAVALCANTE, L.F; PIMENTA FILHO, E.C; SILVA, I.F. Disponibilidade hídrica de dois solos e diferentes idades de corte no comportamento agrônomo da Jureminha. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 24-33, 2013.

DINIZ, W. P. S. et al. Morphological, productive, and nutritional characterization of *Desmanthus spp.* accessions under different cutting intensities. **Agroforestry systems**, v. 95, p. 1-11, 2021.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

EDVAN, R. L. et al. The forage yield of *Gliricidia sepium* during the rainy and dry seasons following pruning management in Brazil. **Ciencia e Investigación Agrária**. v. 41, n. 3, p. 309-316, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo e uso do Estilosantes-campo-grande**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007. 11 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Estilosantes Campo Grande: leguminosa forrageira recomendada para solos arenosos do Acre**. Embrapa Acre-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento do déficit hídrico na cultura da soja. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA, 12., 2017, Londrina. **Anais**. Londrina: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso, 2017. p. 119-127.

ERGON, A. et al. Species interactions in a grassland mixture under low nitrogen fertilization and two cutting frequencies: 1. Dry-matter yield and dynamics of species composition. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 4, p. 667-682, 2016.

ERGON, A. et al. Species interactions in a grassland mixture under low nitrogen fertilization and two cutting frequencies. Nutritional quality. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 1, p. 333-342, 2017.

ESTEVEZ, S. H. D. S. **Balço hídrico no solo cultivado com a cultura da cunã (*clitoria ternatea* L.) sob recarga natural**. 2019. 61p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FALSTER, D. S; WESTOBY, M. Plant height and evolutionary games. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 18, n. 7, p. 337-343, 2003.

FONTENELE, A. C. F. et al. Leguminosas tropicais: "*Desmanthus virgatus*"(L.) Willd. Uma forrageira promissora. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 1, p. 121-123, 2009.

FREITAS, A. D. S. et al. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1856-1861, 2011.

GASTAL, F; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the Underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, v.5, n. 4, p. 1146-117, 2015.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 341-348, 2000.

GONÇALVES, A. C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). 2002. 140p. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- GRANT, S. A.; BERTHARM, G. T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perene* swards. **Grass and Forage Science**, v. 36, n. 1, p. 155-168, 1981.
- GUPTA, J. K.; CHAHAL, J; BHATIA, M. *Clitoria ternatea* (L.): Old and new aspects. **Journal of Pharmacy Research**, v. 11, n. 03, p. 2610-2614, 2010.
- HE, Liangliang et al. A molecular framework underlying the compound leaf pattern of *Medicago truncatula*. **Nature plants**, v. 6, n. 5, p. 511-521, 2020.
- HUYGHE, C. Genetics and genetic modifications of plant architecture in grain legumes: a review. **Agronomie**, v. 18, n. 5-6, p. 383-411, 1998.
- JARDIM, R. R. et al. Effect of intercropping and nitrogen fertilization on production characteristics of *Stylosanthes* cv. Campo grande and Xaraés grass. **Grassland Science**, v. 67, n. 1, p. 48-54, 2021.
- JIANG, A. C. et al. Leaf orientation, photorespiration and xanthophyll cycle protect young soybean leaves against high irradiance in field. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, n. 1-2, p.1-10, 2004.
- KOMAINDA, M. et al. Forage legumes for future dry climates: lower relative biomass losses of minor forage legumes compared to *Trifolium repens* under conditions of periodic drought stress. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 205, n. 5, p. 460-469, 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Caracterização morfológica de acessos do gênero *Stylosanthes* no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados – Coleção 1994-1995**. Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2002
- KARIA, C.T. et al. Gênero *Stylosanthes*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p. 366 – 401.
- LANGER, R. M. H. Tillering in herbage grasses. **Herbare abstracts**, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. **Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization**. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Ed.). *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. [s.l.]: CAB International, 2000. p. 265-288.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. **Tissue flows in grazed plant communities**. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems* Wallingford: CAB International, p.3-36, 1996.

LOUARN, G; FAVERJON, L. Part of a special issue on functional–structural plant growth modelling. A generic individual-based model to simulate morphogenesis, C–N acquisition and population dynamics in contrasting forage legumes. **Annals of Botany**, v. 121, n. 5, p. 875-896, 2018.

LUDLOW, M. M., NG, T. T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. Trichoglume following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.4, n.2, p.263-272, 1997

MAFHOUZ, H. et al. Integrated effect of planting dates and irrigation regimes on morpho-physiological response, forage yield and quality, and water use efficiency of clitoria (*Clitoria ternatea* L) in arid region. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 66, n. 2, p. 152-167, 2020.

MANANDHAR, Anju et al. Leaf emergence (phyllochron index) and leaf expansion response to soil drying in cowpea genotypes. **Physiologia plantarum**, v. 160, n. 2, p. 201-208, 2017.

MARANHÃO, S. R. **Morfofisiologia de gramíneas forrageiras tropicais cultivadas sob diferentes suprimentos hídricos e condições edafoclimáticas**. Dissertação (Mestrado em zootecnia). 2017. 266p. Programa de mestrado em zootecnia – Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral.

MARCHIORETTO, L. et al. Tolerance of apple rootstocks to short-term waterlogging. **Ciência Rural**, v. 48, n. 9, p. 1-7, 2018.

MEDEIROS, A. S. et al. Produção de biomassa e composição químico-bromatológica de jureminha submetida a crescentes níveis salinos. **Archivos de zootecnia**, v. 69, n. 265, p. 54-64, 2020.

MONTEIRO, A. L. G; CORSI, M; CARVALHO, D. D. Frequências de corte e intensidades de desfolha em duas cultivares de alfafa (*Medicago sativa*, L). 1. peso, número, produção estacional e dinâmica de aparecimento das brotações basilares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 446-452, 1999.

MOURA, R. L. et al. Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo Grande em cinco idades de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 249-254, 2011.

NASCIMENTO, I. L. Determinação de metodologias para teste de germinação e vigor de sementes de quixabeira (*Bumelia obtusifolia* Roem et Schult. var. *excelsa* (DC) Mig.). **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 701-706, 2013.

NASCIMENTO, I. M. R. D. **Caracterização morfológica e molecular de progênies de *Desmanthus pernambucanus* (L.) Thellung**. Dissertação (Mestrado em agricultura e Biodiversidade). 2018. 36p. Programa de mestrado em agricultura e biodiversidade- Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

NEGREIROS NETO, J. V. et al. Atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-leguminosas no norte do estado do Tocantins. **Revista engenharia na agricultura**, v. 18, n. 2, p. 140-150, 2010.

NICODEMO, M. L. et al. Frequências de cortes em nove leguminosas forrageiras tropicais herbáceas cultivadas ao sol e sob plantação florestal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 809-818, 2015.

OGUIS, G. K. et al. Butterfly pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine. **Frontiers in plant Science**, v. 10, n. 1, p. 645, 2019.

OLIVEIRA, E. N. **Produção e composição bromatológica da *desmanthus pernambucanus*(L.) thellung cultivada em sequeiro na presença ou não da cobertura morta à base de folhas de nim**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). 2019. 41p. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta como alternativa de produção sustentável na atividade leiteira**. Embrapa Gado de Leite-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2015.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. P 142-158.

QI, A. et al. Modelling the effects of temperature on the rates of seedling emergence and leaf appearance in legume cover crops. **Experimental Agriculture**, v. 35, n. 3, p. 327-344, 1999.

QUEIROZ, I. V. **Variabilidade genética e caracterização morfológica, produtiva e qualitativa de acessos de *Desmanthus spp.*** Tese (Doutorado em zootecnia). 2016. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RESENDE JUNIOR, A. J. **Morfogênese, acúmulo de forragem e teores de nutrientes de *Panicum maximum cv. Tanzânia* submetido a diferentes severidades de desfolhação e fertilidades contrastantes.** Dissertação (Mestrado em ciência animal e pastagens). 2011. Programa de pós-graduação em Ciências- Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

RIBEIRO, K. G. et al. Campo grande stylo and elephant grass mixed silages treated with microbial inoculant. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, p. 1729-1738, 2020.

RODRIGUES, O. et al. **Bases fisiológicas para o manejo de forrageiras. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira.** **Embrapa**, v. 2, p. 544, 2012.

SANTANA NETO, J. A; OLIVEIRA, V. S; VALENÇA, R. L. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido – revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 2015.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book.

SGANZERLA, D. C. Variáveis morfogênicas e estruturais de trevo-persa em diferentes estádios e alturas de corte. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 16, n. 1, p. 1-4, 2010.

SHEN, Y. et al. Effects of cutting height on shoot regrowth and forage yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in a short - term cultivation system. **Grassland Science**, v. 59, n. 2, p. 73 – 79, 2013.

SILVA NETO, A. J. D. **Aspectos morfológicos e produtivos de leguminosas forrageiras submetidas a diferentes frequências de corte.** Dissertação (Mestrado em

Zootecnia). 2020. 48p. Programa de pós-graduação em Zootecnia – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, F. D. P. D. et al. Diets containing cunhã (*Clitoria ternatea* L) hay and forage cactus (*Opuntia* sp.) meal on production and meat quality of Boer crossbred goat. **Tropical animal health and production**, v. 52, n. 5, p. 2707-2713, 2020.

SILVA, M. S. J. et al. Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1363-1379, 2013.

SILVA, R. A. B. et al. Balanço hídrico em Neossolo Regolítico cultivado com braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p.147-157, 2014.

SILVA, V. et al. Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v, 19, n. 5, p. 411-417, 2015.

SILVA, V. J. et al. Características morfológicas e produtivas de leguminosas forrageiras tropicais submetidas a duas frequências de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 97-102, 2010.

SILVA, V. P. R. et al. Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v, 19, n. 5, p. 411-417, 2015.

SILVA, W. L. **Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastos de capim-Tifton-85 manejados com diferentes IAF residual**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 2010. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SUTEDI, E. Potency of *Clitoria ternatea* as forage for livestock. **Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences**, v. 23, n. 2, p. 51-62, 2013.

SUTER, M. et al. Nitrogen yield advantage from grass–legume mixtures is robust over a wide range of legume proportions and environmental conditions. **Global Change Biology**, v. 21, n. 6, p. 2424–2438, 2015.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** Porto Alegre: Artmed, p.449-484, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª edição. Porto Alegre: Artmed, p. 95-102, 2009.

TEIXEIRA, V. I. et al. Agronomic and bromatologic aspects of forage legumes from brazilian NE. **Archivos de zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 1-10, 2011.

VALENTIM, S. B. **Insumos biológicos no crescimento de capim marandu e estilosantes cv. campo grande**. Dissertação. (Mestrado em Produção vegetal). 2018. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.

VALLADARES, F.; NIINEMETS, Ü. The Architecture of Plant Crowns: From Design Rules to. PUGNAIRE, F.; VALLADARES, F. (Eds.). **Functional plant ecology**, Taylor and Francis, Nova York, p. 101-149, 2007.

VELLINGA, T. H. V. et al. Operational nitrogen fertilizer management in dairy farming systems: identification of criteria and derivation of fertilizer application rates. Blackwell Publishing Ltd. **Grass and Forage Science**, v. 59, n. 1, p. 364-377, 2004.

VERLOOVE, F.; BORGES, L.M. Sobre la identidad y el estatus de *Desmanthus* (Leguminosae, clado Mimosoideae) en Macaronesia. **Collectanea Botanica**, v. 37, n. 07, 2018.

VIANA, J. S. et al. Condicionantes para cultivo de soja tolerante ao déficit hídrico no Semiárido Nordeste. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021.

WHELLER, T. et al. Modelling the effects of temperature on the rates of seedling emergence and leaf appearance in legume cover crops. **Experimental Agriculture**, v. 35, n. 5, p. 327-344, 1999.

WHEELER, T. et al. Predicting the risks from climate change to forage and crop production for animal feed. **Animal frontiers**, v. 3, n. 1, p. 36-41, 2013.