



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ANTÔNIA FLÁVIA FERNANDES TORRES

PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE FORRAGEIRAS EXÓTICAS
ADAPTADAS AO SEMIÁRIDO MANEJADAS SOB ALTURAS RESIDUAIS

FORTALEZA

2021

ANTÔNIA FLÁVIA FERNANDES TORRES

PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE FORRAGEIRAS EXÓTICAS ADAPTADAS
AO SEMIÁRIDO MANEJADAS SOB ALTURAS RESIDUAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T643p Torres, Antônia Flávia Fernandes.
Produtividade e persistência de forrageiras exóticas adaptadas ao Semiárido manejadas sob alturas residuais / Antônia Flávia Fernandes Torres. – 2021.
69 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.
Coorientação: Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva.

1. Caatinga. 2. Forragem. 3. Manejo de pastagem. I. Título.

CDD 636.08

ANTÔNIA FLÁVIA FERNANDES TORRES

PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE FORRAGEIRAS EXÓTICAS ADAPTADAS
AO SEMIÁRIDO MANEJADAS SOB ALTURAS RESIDUAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 31/05/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva (Coorientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Carlos Alexandre Gomes Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Neves Lopes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Dedico aos meus pais, Mailda e José Torres,
por todo amor e confiança de sempre, por
serem minha razão de viver!

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e por me proporcionar viver e superar momentos tão importantes para o meu crescimento pessoal e profissional.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de auxílio e à Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de fazer parte de uma das melhores universidades do país e ao CNPq, por financiar o projeto que está sendo realizado pelo grupo de Modelagem.

Ao Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido e ao Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva, por toda orientação e apoio durante esses anos e por serem grandes incentivadores e renomados profissionais, sempre dispostos a ajudar-me em todas as etapas do experimento, contribuindo para que todos os objetivos fossem alcançados, meu muito obrigada.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Marcos Neves Lopes e Prof. Dr. Carlos Alexandre Gomes Costa, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A todos os meus amigos que fazem parte do Núcleo de Ensinos e Estudos em Forragicultura – NEEF, agradeço por todos os momentos que me fizeram perceber a importância de uma equipe para o pleno desenvolvimento das atividades, em especial à Bruno Bizerra, Jefte Arnon, Clemente Fernandes, Leonardo Fiúsa, Eulália Contréras, Vitória Damasceno, Iuri de Almeida, Breno Moreira, Dayanne Ribeiro e Vitor Macedo, a amizade de vocês foi essencial para que eu conseguisse superar todos os dias longe de casa e suprir um pouco a ausência da família.

Às minhas companheiras de moradia e de trabalho, Emanoella Otaviano e Leila Tavares, por tudo que foi vivido durante esses dois anos de convívio, sempre ajudando uma às outras em todas as situações.

Aos vigilantes, zeladores e alunos da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – UEPE, em Limoeiro do Norte - CE, por todo auxílio e colaboração durante os dias de coletas de dados em campo.

Ao meu avô, Fransquinho Nogueira, por ser meu maior exemplo de respeito, humildade e simplicidade, tendo contribuído com minha formação desde o início e por me mostrar o verdadeiro valor da união de uma família.

Aos meus irmãos, Fabrícia e Fagner Torres, por toda confiança e incentivo para que eu continuasse estudando e buscando alcançar meus objetivos e por me proporcionar uma nova visão de vida por meio do exemplo de meus sobrinhos, Maria Liz, Júlia e Pedro Torres.

À minha segunda mãe, Maria de Fátima Lô, por ser uma das minhas maiores torcedoras, por ser quem me criou desde o nascimento e por nunca criticar minhas escolhas, não tenho palavras para agradecer todo esse carinho.

Aos meus tios, primos, sobrinhos e amigos, que direta ou indiretamente, contribuíram para que mais esta etapa de vida fosse alcançada, meu muito obrigada.

Vivermos no mundo sem tomarmos consciência do significado do mundo é como vaguear numa grande biblioteca sem tocar nos livros. (Dan Brown: O Símbolo Perdido, 2009)

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes alturas residuais sobre a produtividade e persistência de forrageiras exóticas adaptadas (capim-búffel: *Pennisetum ciliare* cv. Molopo; capim-corrente: *Urochloa mosambicensis* e capim-massai: *Megathyrsus maximus* cv. Massai) cultivadas no Semiárido Brasileiro. O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte/CE. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados, com diferentes alturas residuais (AR) em arranjo de parcelas subdivididas, sendo as épocas as parcelas (época seca e chuvosa) e as AR, as subparcelas (5; 10; 15 e 20 cm em relação ao solo), com 4 repetições em cada. Durante a época de estabelecimento, houve efeito dos ciclos de avaliações sobre as variáveis avaliadas, observando-se que apesar de diminuição da biomassa de forragem total (BFT) do capim-búffel, ocorreu uma condição de persistência do dossel aos cortes sucessivos determinada pela manutenção da altura (ALT) e da densidade populacional de perfilhos (DPP), enquanto os capins massai e corrente demonstraram uma redução dessas variáveis no decorrer dos ciclos de avaliações. Houve efeito das AR e períodos de avaliações sobre todas as variáveis avaliadas durante a época seca, constatando-se uma resposta linear crescente sobre a biomassa de forragem residual (BFR) com o aumento das AR dos capins avaliados. Com relação aos capins massai e corrente, não foi observada diferença sobre a biomassa de serrapilheira (BS) durante a época seca. Verificou-se que à medida que se elevou a AR, ocorreu incremento da BFR, com uma menor biomassa de forragem colhível (BFC) para todos os capins avaliados durante a época chuvosa. A BFT do capim-búffel apresentou resposta quadrática, com valor mínimo de 8.264,7 kg ha⁻¹ na AR de 12,8 cm. Observou-se resposta quadrática para a DPP do capim-massai durante o 1º período de avaliação, com valor máximo de 634 perfilhos m⁻², na AR de 11,6 cm. A análise de correlação de Pearson indicou uma forte correlação positiva para todos os capins avaliados para ALTxNDVI, com R²=0,66; 0,90 e 0,81 para os capins búffel, massai e corrente, respectivamente. Pastos de capim-búffel manejados sob menores AR apresentam características adaptativas, com alta produtividade e elevada produção de perfilhos, sem comprometimento da perenidade da pastagem, enquanto, os pastos formados pelos capins massai e corrente demonstram que uma altura residual mais elevada seria ideal para proporcionar um pleno vigor de rebrotação e desenvolvimento.

Palavras-chave: Caatinga; forragem; manejo de pastagem.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of different residual heights on the productivity and persistence of adapted exotic forages (buffel grass: *Pennisetum ciliare* cv. Molopo; urochloa grass: *Urochloa mosambicensis* and massai grass: *Megathyrsus maximus* cv. Massai) cultivated in the Semiarid Brazilian. The experiment was conducted at the Teaching, Research and Extension Unit (UEPE) of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará (IFCE), in Chapada do Apodi, in Limoeiro do Norte/CE. A randomized block design was used, with different residual heights (RH) in an arrangement of subdivided plots, with the seasons being the plots (dry and rainy season) and the residual heights being the subplots (5; 10; 15 and 20 cm in relation to the ground), with 4 repetitions in each. During the establishment season, there was an effect of the evaluation cycles on the variables evaluated, observing that despite a decrease in total forage biomass (TFB) of the buffel grass, there was a condition of persistence of the canopy to successive cuts, determined by the maintenance of plant height (PH) and tiller population density (TPD), while massai grass and urochloa grass showed a reduction of these variables during the evaluation cycles. There was an effect of RH and periods of evaluation on all variables evaluated during the dry season, with an increasing linear response on the residual forage biomass (RFB) with the increase in RH of the grasses evaluated. With respect to massai grass and urochloa grass, no difference was observed in litter biomass (LB) during the dry season. It was found that as the RH increased, there was an increase in RFB, with a lower harvestable forage biomass (HFB) for all grasses evaluated during the rainy season. The TFB of buffel grass showed a quadratic response, with a minimum value of 8,264.7 kg ha⁻¹ in the 12.8 cm RH. A quadratic response was observed for the TPD of massai grass during the 1st evaluation period, with a maximum value of 634 tillers m⁻², in the RH of 11.6 cm. Pearson's correlation analysis indicated a strong positive correlation for all grasses evaluated for CANOPYHEIGHTxNDVI, with R²=0.66; 0.90 and 0.81 for buffel grass, massai grass and urochloa grass, respectively. Buffel grass pastures managed under lower RH present adaptive characteristics, with high productivity and high tiller production, without compromising the pasture's longevity, while pastures formed by massai grass and urochloa grass demonstrate that a higher residual height would be ideal for provide full vigor of regrowth and development.

Keywords: Caatinga; forage; pasture management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa do Brasil com a localização da cidade de Limoeiro do Norte - CE onde o estudo foi realizado	28
Figura 2 – Dados de precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura média (°C) referentes ao período experimental em Limoeiro do Norte – CE	29
Figura 3 – Datas dos cortes e avaliações das parcelas ao longo do período experimental em Limoeiro do Norte – CE	29
Figura 4 – Representação esquemática das parcelas experimentais	30
Figura 5 – Parcelas experimentais antes (A) e após (B) o corte a nível do solo durante o estabelecimento	31
Figura 6 – Delimitação da área correspondente às alturas residuais (A) e corte das parcelas com roçadeira lateral (B) durante a época seca	32
Figura 7 – Demarcação dos pinos do solo (A) e mensuração da altura da serrapilheira (B) durante a época seca	33
Figura 8 – Utilização do medidor PAR/LAI em Agricultura para determinação da IRFA e IAF durante a época seca	33
Figura 9 – Mensuração da altura do pasto (A) e contabilização da densidade populacional de perfilhos (B) na área experimental	34
Figura 10– Identificação da altura residual de cada parcela para colheita de biomassa de forragem colhível (A) e biomassa de forragem residual (B)	35
Figura 11– Imagem original (A) e imagem avaliada (B) na interface do aplicativo Canopeo©	36
Figura 12– Representação gráfica para o cálculo da área média das folhas utilizando o método AFUFT	37
Figura 13– Biomassa de forragem residual dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) sob diferentes alturas residuais e períodos de avaliações durante a época seca	44

Figura 14– Biomassa de serrapilheira do capim-búffel sob diferentes alturas residuais e períodos de avaliações durante a época seca	46
Figura 15– Índice de área foliar residual e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) sob diferentes alturas residuais durante a época seca	47
Figura 16– Biomassa de forragem colhível e residual dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa	50
Figura 17– Biomassa de forragem total e de serrapilheira do capim-búffel sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa	52
Figura 18– Densidade populacional de perfilhos dos capins búffel (A) e massai (B) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa	53
Figura 19– Índice relativo de clorofila dos capins massai (A) e corrente (B) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa	55
Figura 20– Comprimento da primeira folha expandida dos capins búffel (A) e corrente (B) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa	56
Figura 21– Correlação entre a altura do dossel e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) durante a época chuvosa	57
Figura 22– Biomassa de serrapilheira dos capins búffel (A) e massai (B) em função das alturas residuais e da altura de serrapilheira	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de biomassa e características estruturais dos capins búffel, massai e corrente sob diferentes ciclos de avaliações durante a época de estabelecimento	39
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFUFT	Área Foliar – Universidade Federal do Tocantins
ALT	Altura do Dossel
AR	Altura Residual
ALTserrap	Altura da Serrapilheira
BFC	Biomassa de Forragem Colhível
BFR	Biomassa de Forragem Residual
BFT	Biomassa de Forragem Total
BS	Biomassa de Serrapilheira
COMP	Comprimento da 1ª Folha Expandida
DC	Diâmetro do Colmo
DPP	Densidade Populacional de Perfilhos
DPPa	Densidade Populacional de Perfilhos Aéreos
DPPb	Densidade Populacional de Perfilhos Basais
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAF	Índice de Área Foliar
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IRC	Índice Relativo de Clorofila
IRD	<i>Institut de Recherche pour le Développement</i>
IRFA	Interceptação da Radiação Fotossinteticamente Ativa
LARG	Largura da 1ª Folha Expandida
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NFV	Número de Folhas Vivas
MAP	Fosfato Monoamônico
MS	Matéria Seca
ORSTOM	<i>Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération</i>
SPAD	<i>Soil Plant Analysis Development</i>
UEPE	Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Caracterização de regiões semiáridas	15
2.2	<i>Pennisetum ciliare</i> : capim-búffel	18
2.3	<i>Megathyrsus maximus</i> : capim-massai	20
2.4	<i>Urochloa mosambicensis</i> : capim-corrente	23
2.5	Influência de diferentes alturas residuais no cultivo de espécies forrageiras	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Caracterização da área experimental	28
3.2	Condução geral do experimento	30
3.2.1	<i>Avaliações das parcelas experimentais durante a época seca</i>	31
3.2.2	<i>Avaliações das parcelas experimentais durante a época chuvosa</i>	34
3.3	Análise estatística	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A produção de plantas forrageiras em regiões semiáridas é caracterizada por apresentar um caráter estacional, como resultado da variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas e da elevada taxa de evapotranspiração que ocorrem nesses locais. Desta forma, a produção de forragem passa a ser determinada por dois períodos climáticos distintos, um no qual favorece a produção de forragem pela maior concentração de chuvas, fotoperíodo longo e temperaturas elevadas e outro, que se caracteriza pela redução na produção de forragem pelo estrato herbáceo, no qual a fonte de alimentação dos animais passa a ser constituída de folhas caídas das árvores e arbustos, sendo uma fonte de forragem de baixa qualidade para manter os níveis de produção elevados.

A exploração dos recursos naturais disponíveis no Semiárido Brasileiro vem sendo realizada de maneira improcedente em que não se considera a capacidade de suporte adequada e a aptidão de uso de cada área, culminando em expressiva queda da produtividade, degradação do solo e perda da biodiversidade ao longo do tempo. Dessa forma, tem-se a necessidade de adotar práticas que proporcionem um incremento de produção, como a exemplo do enriquecimento da Caatinga, que visa a inserção de forrageiras exóticas e adaptadas às condições da região na busca de elevar a produção de forragem e a capacidade de suporte animal nessas áreas.

Além disso, ressalta-se a importância do conhecimento das características das plantas forrageiras inseridas nessas regiões, por exemplo, a identificação de uma altura de corte ou resíduo adequada para cada espécie forrageira cultivada, como meio de proporcionar um aproveitamento da forragem disponível em um nível que não prejudique a produtividade sucessiva do pasto, além de proteger as características do solo, buscando evitar a ocorrência de processos erosivos.

Visando-se maior conservação do solo, produtividade e perenidade das pastagens em condições semiáridas, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes alturas residuais sobre a produtividade e persistência de forrageiras exóticas adaptadas (capim-búffel: *Pennisetum ciliare* cv. Molopo; capim-corrente: *Urochloa mosambicensis* e capim-massai: *Megathyrsus maximus* cv. Massai) cultivadas no semiárido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização de regiões semiáridas

As regiões classificadas como áridas e semiáridas representam 55% do território mundial, abrangendo cerca de 150 países, onde a maioria situa-se entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, sendo a água o fator de maior limitação de desenvolvimento de produção agrícola e de formação e manejo das pastagens para a atividade agropecuária (ANDRADE et al., 2016; ARAÚJO FILHO, 2013; CÂNDIDO et al., 2005).

O Semiárido Brasileiro caracteriza-se por ser um dos maiores e mais populosos de todo o mundo, composto por uma faixa territorial de 1.128.697 km², sendo dividido em Zonas Litorânea, Sertão e Agreste e compreendendo os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, grande parte de Pernambuco e Paraíba, sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe e a região central do estado da Bahia (IBGE, 2020; SÁ et al., 2004). Além de compreender 70% da região Nordeste, o Semiárido também abrange o Vale do Jequitinhonha, no Norte do estado de Minas Gerais, sendo caracterizado por possuir um clima quente e seco, com a presença de duas estações do ano (seca e úmida).

A atual delimitação do Semiárido leva em consideração o Índice de Aridez de Thornthwaite de 1941, tomando como principais critérios, ter-se uma média anual de precipitação pluviométrica inferior a 800 mm, índice de aridez menor que 0,5, com base no balanço hídrico da região no período de 1961 a 1990, além da probabilidade de ocorrência de seca ser superior a 60%, de acordo com uma série histórica de 20 anos (ANDRADE et al., 2016; IBGE, 2020).

O regime pluviométrico do Semiárido Brasileiro se caracteriza por uma má distribuição das chuvas no tempo e no espaço, com estas ocorrendo de formas ocasionais e concentradas em poucos meses do ano e não por baixas precipitações anuais, visto que a média anual (em torno de 750 mm), supera muitas regiões semiáridas do mundo (ANDRADE et al., 2016a).

Também ocorrem predominância de longos períodos de déficit hídrico e evapotranspiração elevada, contribuindo para elevar as taxas evaporativas dos corpos hídricos e de superfícies úmidas, resultando em um balanço hídrico climático anual negativo, com diminuição da produção e da qualidade da massa verde produzida durante a época de estiagem (ANDRADE et al., 2016; ANDRADE et al., 2010; CORREIA et al., 2011). Além disso, apresenta temperaturas médias anuais elevadas (em torno de 23 a 27 °C)

e baixa umidade relativa do ar (abaixo de 50%), acarretando em uma alta taxa de evapotranspiração que, em sua maioria, é maior que 1500 mm ano^{-1} , proporcionando um déficit hídrico por um período de 7 a 11 meses ao longo do ano (MENEZES et al., 2012). Do total de chuvas que ocorrem no Semiárido, 88% se transformam em evapotranspiração real, 9% se caracterizam por escoamento superficial e apenas 3%, em escoamento subterrâneo (CAMPOS, 2011).

Outra característica importante refere-se à ocorrência de uma alta variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas que variam no decorrer dos anos, havendo constante presença de anos secos alternados por anos de cheias, dificultando as tomadas de decisão sobre a utilização dos recursos disponíveis nesse ecossistema (ANDRADE et al., 2016a; ANDRADE et al., 2010). Somando-se a isso, também ocorrem períodos de seca dentro da época chuvosa, conhecidos como veranicos, que se intercalam com episódios de chuvas intensas, resultando em impactos negativos na produção da agricultura de sequeiro, que culmina em perda na produção e na disponibilidade de forragem para os animais (CORREIA et al., 2011; GUERREIRO et al., 2013).

A vegetação predominante no Semiárido Brasileiro é a Caatinga, caracterizada como floresta arbórea ou arbustiva, sendo em sua maioria composta por plantas xerófilas, que se caracterizam pela presença de espinhos, além de plantas caducifólias, as quais perdem a sua folhagem durante a estação seca (CAMPOS et al., 2017; SANTOS et al., 2010).

A Caatinga caracteriza-se como um conjunto de árvores e arbustos espontâneos, com a presença de folhas pequenas e caducas que protegem a planta contra a desidratação pelo calor e pelo vento, além de algumas terem a capacidade de armazenar água em suas raízes e caules modificados, assim como apresentarem mecanismos fisiológicos adaptados às condições edafoclimáticas, como o fechamento dos estômatos durante as horas mais quentes do dia (CORREIA et al., 2011; DUQUE, 2004). As espécies mais abundantes na Caatinga são a catingueira (*Poincianera bracteosa* Tul.), as juremas (*Mimosa* spp.) e os marmeleiros (*Croton* spp.) (ARAÚJO FILHO, 2013).

Com o início do período de chuvas, o estrato herbáceo passa a ser formado principalmente por espécies de gramíneas forrageiras, que completam o seu ciclo fenológico em torno de 40 dias, apresentando limitações devido ao seu caráter efêmero, estando disponível em apenas uma época do ano, restringindo a disponibilidade de nutrientes aos animais que são submetidos ao pastejo nessas áreas (ANDRADE et al., 2016). Esse fator associado aos períodos recorrentes de seca, culminam no desaparecimento das espécies

forageiras, ocasionando grandes perdas quantitativas e diminuindo a capacidade de suporte das áreas de pastagens.

No entanto, com o avanço da estação seca, ocorre uma redução do estrato herbáceo disponível para a dieta dos animais, que passa a ser constituída pela folhagem seca e por galhos de árvores e arbustos que caem na superfície do solo (liteira/serrapilheira), adicionando-se cerca de quatro toneladas de matéria seca (MS) ao solo, passando a compor a principal fonte de forragem para alimentação dos animais e sendo de fundamental importância para a reciclagem de nutrientes no solo (ARAÚJO FILHO, 2013; ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002).

Apesar da maior parte do território do Semiárido apresentar solos com características químicas adequadas, há restrições físicas relacionadas à topografia de seus terrenos, profundidade, pedregosidade e drenagem destes solos, com grandes riscos de ocorrência de processos erosivos (ARAÚJO FILHO, 2013; OLIVEIRA et al., 2003). De acordo com Duque (2004), o solo da Caatinga é silicoso ou sílico-argiloso, raso, muito seco, pedregoso e com pouca presença de húmus, sendo protegido durante o inverno por sua forragem verde e durante o verão, passa a ser coberto com uma camada de folhas fenadas, que caem das árvores e são em parte comidas pelo gado, enquanto o restante aduba o solo da área.

Desta forma, a cobertura vegetal e a presença de serrapilheira são fundamentais para garantir a conservação das características do solo, reduzindo o carreamento de água, partículas de solo e de elementos minerais, minimizando os efeitos negativos ocasionados pela erosão, visto que solos sem cobertura vegetal estão propensos à dispersão de suas partículas pelo impacto das gotas da água da irrigação ou da chuva, culminando no selamento em sua superfície e, conseqüentemente, na menor aeração e disponibilidade de água no solo (ALENCAR et al., 2010; DECHEN et al., 2015).

Devido às características limitantes que a vegetação da Caatinga apresenta, tem-se a necessidade de ampliar a produção por meio do incremento de espécies forrageiras exóticas e adaptadas perenes para serem utilizadas como enriquecimento desse bioma, buscando um aumento e estabilização da taxa de lotação e do ecossistema que compõe essas áreas, por meio do aumento da disponibilidade de forragem e de uma maior proteção do solo ocorrida ao longo do tempo. A prática de enriquecimento da Caatinga consiste na remoção de arbustos e espécies florestais que não possuem valor forrageiro no final da estação seca, com controle de seus brotos, com a finalidade de reduzir o sombreamento do dossel dessas árvores para cerca de 15% na superfície do solo na estação chuvosa seguinte, além de ser

realizado a semeadura de espécies forrageiras que apresentem maior capacidade de produzir forragem e aceitabilidade pelos animais (FORMIGA et al., 2012).

A utilização dessas espécies forrageiras visa proporcionar uma maior produção de fitomassa disponível ao rebanho e um aumento na capacidade de suporte dessas áreas (ARAÚJO FILHO, 2013), na busca de reduzir os processos de degradação das pastagens ocasionadas pelo sobrepastejo, quando a quantidade de oferta de forragem não atende à demanda requerida, culminando em uma redução na produtividade e perenidade do pasto e diminuição da proteção do solo.

Ainda de acordo com Araújo Filho (2013), a introdução de uma gramínea como enriquecimento da Caatinga aumenta a produção de fitomassa do estrato herbáceo em 8.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto a produção de fitomassa pastejável da Caatinga Nativa situa-se em torno de 4.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹, possibilitando elevar a capacidade de suporte para 1,1 cabeças ha⁻¹ ano⁻¹ com bovinos e 10 cabeças ha⁻¹ ano⁻¹, para caprinos e ovinos.

De tal modo, a introdução de gramíneas vindas do continente africano, como o Gramão (*Cynodon dactylon*), Búffel (*Pennisetum ciliare* (syn. *Cenchrus ciliaris* L.)), Urochloa (*Urochloa mosambicensis*) e com maior restrição, o Andropogon (*Andropogon gayanus*), estão sendo estudadas e difundidas no Nordeste Brasileiro devido, principalmente, à suas maiores adaptações às condições de semiaridez (CÂNDIDO et al., 2005). Além disso, espécies forrageiras cultivadas, como o capim Corrente e cultivares de *Megathyrsus maximus* (syn. *Panicum maximum*), com destaque para o capim Massai (ANTONIO, 2015; CAMPOS et al., 2017), estão sendo avaliadas por demonstrarem grande capacidade em adaptar-se a diferentes situações em que são impostas.

Considerando-se as condições edafoclimáticas do Semiárido Brasileiro em associação com as características limitantes dos solos da região, assegura-se que a produção de espécies forrageiras nestas áreas é desafiadora, sendo necessária a compreensão da dinâmica de crescimento das plantas quando cultivadas nesse ecossistema, a fim de buscar estratégias que assegurem o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e a obtenção de uma produção pecuária de maneira eficaz.

2.2 *Pennisetum ciliare*: capim-búffel

O capim-búffel (*Pennisetum ciliare* (L.) Link (syn. *Cenchrus ciliaris* L.)), originário da África, Índia e Indonésia, tem sido indicado como uma espécie promissora para regiões áridas do mundo, sendo introduzido no Brasil em 1953, apresentando-se como

destaque nas pastagens cultivadas das regiões secas do Nordeste, por sua aptidão de adaptar-se às condições da região e por apresentar características de tolerância à seca, podendo desenvolver-se em regiões onde a precipitação anual é de apenas 300 mm (BOTREL, 1998; MARSHALL et al., 2012; MONÇÃO et al., 2011; OLIVEIRA, 1993).

Essa espécie é caracterizada por ser uma gramínea exótica perene, de altura de porte variando entre 0,6 a 1,5 m, demonstrando um maior crescimento em solos leves e profundos, também crescendo de forma satisfatória em solos argilosos com alta capacidade de drenagem (DANTAS NETO et al., 2000). Apresenta elevado valor nutritivo e pode atingir até 16% de proteína bruta na matéria seca em plantas novas, podendo reduzir para 6 a 7%, em plantas mais velhas, com uma alta palatabilidade, mesmo quando encontra-se em avançados estágios de maturidade (BOTREL, 1998).

O capim-búffel apresenta crescimento ereto, formando touceiras, com sistema radicular profundo e desenvolvido, com presença de rizomas que permitem uma menor desidratação da planta no decorrer do tempo e maior manutenção do seu turgor, característica atribuída à sua capacidade de explorar o volume de água presente no solo (ARAÚJO FILHO, 2013; AYERSA, 1981; RODRIGUES et al., 1993). Possui colmos finos e de base avolumada, proporcionando o acúmulo de carboidratos de reserva para liberação lenta quando necessário, o que lhes confere alta capacidade de rebrota após o período seco, maior rapidez de recuperação ao fogo e geadas, além de possuir gemas subterrâneas que proporcionam um maior perfilhamento por área (BOTREL, 1998; MARSHALL et al., 2012; PUPO, 1979).

Em comparação com as gramíneas cultivadas em regiões secas, o capim-búffel destaca-se por apresentar maior tolerância às condições de déficit hídrico em função da sua capacidade de eficiência no uso da água das chuvas devido adaptações morfofisiológicas na planta, permitindo um crescimento rápido durante o início do período chuvoso, após passar por um déficit hídrico intenso e prolongado (MEDEIROS & DUBEUX JUNIOR, 2008). Com relação à produtividade, ocorrem variações de acordo com o local que este capim é cultivado, com uma média de produção de MS que pode variar em torno de 8 a 12 toneladas ha⁻¹ ano⁻¹ (OLIVEIRA, 1993).

Dentre os cultivares de capim-búffel, o Molopo, Biloela, Boorara, Numbank, Lawes, Pusa Giant e Buchuma conosite, são considerados de porte alto, medindo de 1,0 a 1,6 m de altura, com alta produtividade e sistema radicular profundo e bem desenvolvido e geralmente utilizados para a produção de animais de grande porte, enquanto que os cultivares Gayndah, Americano, CPATSA 7754 e Áridus, são considerados de porte médio,

com altura variando de 0,75 a 1,0 m, apresentando colmos mais finos e florescimento precoce, assim como um sistema radicular menos desenvolvido em comparação aos de porte alto, sendo geralmente utilizadas para produção de ovinos e controle de erosão (MARSHALL et al., 2012; OLIVEIRA et al., 1999a). Ainda se tem aqueles considerados de porte baixo, como o cultivar West Australian, que é caracterizado por possuir uma altura menor que 0,75 m, florescer precocemente e por proporcionar uma alta produção de sementes, folhagem mais densa e tolerância a longos períodos de estiagem, sendo apropriada para a criação de caprinos e ovinos (OLIVEIRA et al., 1999a).

O cultivar Molopo (originário da África do Sul) seria uma alternativa promissora para cultivo em regiões semiáridas devido este proporcionar porte elevado, apresentando considerável diâmetro do colmo (1,45 mm), maior porcentagem de perfilhos (99%) e peso em folhas (54%), quando comparado aos cultivares Biloela e Gayndah (OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA et al., 1993). De acordo com Silva et al. (1987), esse cultivar destacou-se entre os demais por apresentar maior porte (106 cm), maior relação lâmina foliar colmo⁻¹, assim como um colmo mais delgado, favorecendo um maior aproveitamento da forragem pelo animal com uma alta produção de MS, estimada em 6.750 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Na maioria das áreas de cultivo dessa gramínea forrageira, o plantio de capim-búffel tem se dado com retirada da vegetação nativa presente, na busca de elevar a capacidade de suporte ou de forma associada ao manejo integrado, visando aproveitar a potencialidade que este apresenta como forma de complemento da pastagem nativa, assegurando maior disponibilidade de forragem durante as épocas secas (MONÇÃO et al., 2011; SILVA et al., 1987). Além disso, pode ser utilizado através do uso do pastejo diferido (MOREIRA et al., 2007; SANTOS et al., 2005), que consiste na vedação do pasto no período das águas, ou consorciado ou fornecido com leguminosas, como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e a cunhã (*Clitoria ternatea*) (AYERSA, 1981; SOUZA & ESPÍNDOLA, 1999; SOUZA et al., 2017), sendo uma alternativa de conservação e utilização de forragem em épocas críticas do ano, além de ser utilizada para prevenção dos processos de erosão do solo (MARSHALL et al., 2012).

2.3 *Megathyrsus maximus*: capim-massai

Cultivares de *Megathyrsus maximus* (syn. *Panicum maximum*) são encontradas desde a África tropical até a África do Sul, situadas às margens florestais, ocupando áreas de pastagens sob sombra de baixa intensidade proporcionada pelas árvores e de solos recém-

desmatados, com um habitat que abrange desde o nível do mar até 1.800 m de altitude (EUCLIDES et al., 2008). A introdução de cultivares dessa espécie no Brasil teve início a partir do cultivar Colômbio, que veio da África durante o período de escravidão, utilizado nos navios como cama para os escravos, o que impulsionou o surgimento de outros cultivares por meio de programas de seleção e melhoramento genético no Brasil, tais como Tanzânia, Mombaça, Aruana, Massai e recentemente, BRS-Quênia, BRS Zuri e o primeiro híbrido, BRS Tamani (JANK et al., 2017; VALLE et al., 2009).

O grande avanço no programa de seleção e melhoramento genético dessa espécie ocorreu em 1982, quando a Embrapa Gado de Corte recebeu 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais da Instituição Francesa ORSTOM (*Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*), atualmente IRD (*Institut de Recherche pour le Développement*). Todos os acessos foram avaliados quanto a sua produtividade forrageira, intensidade e época de florescimento, qualidade e produção de sementes, potencial de adaptar-se aos solos de cerrados, capacidade de recuperação após o corte e foram descritos morfológicamente. Todas essas avaliações resultaram no lançamento dos cultivares Tanzânia (1990), Mombaça (1993) e Massai (2001) (EUCLIDES et al., 2008; LEMPP et al., 2001; VALLE et al., 2009).

O sucesso após o lançamento dos cultivares de *M. maximus* deveu-se ao fato de que as plantas apresentavam uma maior quantidade de lâminas foliares, alta capacidade de rebrotação após ser submetida ao pastejo, alta produção de sementes, facilitando a produção comercial desses cultivares e distribuição no mercado, com a presença de um pasto bem estruturado, tendo em vista o fato de haver maior presença de folhas e menor tamanho dos colmos, alcançando grande produtividade e desempenho animal (JANK et al., 2017).

Atualmente, os cultivares de *M. maximus* são muito utilizados na produção animal devido à sua capacidade de adaptação a climas tropicais e subtropicais e por apresentarem uma alta produtividade, qualidade, propagação por sementes, abundante produção de folhas e aceitabilidade pelos animais de diferentes categorias e espécies de ruminantes (JANK et al., 2010). Ainda se caracterizam por apresentarem um sistema radicular vigoroso e profundo, favorecendo a absorção de nutrientes situados em camadas mais profundas do solo e elevada capacidade de tolerância ao déficit hídrico, com grande facilidade de adaptação climática e alta produtividade de massa seca quando manejada em climas tropicais (GOMES et al., 2011).

O lançamento do cultivar Massai (acesso BRA-007102) foi resultado de um dos vários trabalhos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(EMBRAPA), desenvolvendo um híbrido natural entre o *M. maximus* e o *M. infestus*, que foi coletado em 1969 na Tanzânia, África, na rota entre Dar es Salamm e Bagamoyo, sendo uma alternativa para uso na alimentação dos ruminantes, por ser uma forrageira menos exigente em fertilidade de solo e uma das mais tolerantes à acidez dentre as gramíneas do gênero *Megathyrsus*, com uma produção média de 15,6 t ha⁻¹ de MS, concentração de 12,5% de proteína bruta nas folhas e 8,5% no colmo, formando touceiras com uma altura média de 60 cm (ALMEIDA et al., 2000; LEMPP et al., 2001).

É uma forrageira de hábito de crescimento cespitoso, que forma touceiras, com folhas finas e raízes profundas, apresentando uma altura média de 65 cm. Suas folhas e colmos apresentam uma média pilosidade, com presença de pelos curtos e duros e inflorescências do tipo C, intermediárias entre uma panícula e um ráculo, característicos de híbridos entre *M. maximus* e *M. infestus* (JANK et al., 2010; VALENTIM et al., 2001). Possui ciclo precoce, florescendo de maneira rápida e produzindo sementes diversas vezes durante o ano, sendo o mês de maio a época de maior produtividade, podendo obter-se uma produção de 200 a 380 kg ha⁻¹ quando utilizado sementes com 40% de pureza física (LEMPP et al., 2001; VALENTIM et al., 2001).

M. maximus cv. Massai é uma gramínea com bastante destaque para uso em sistema intensivo, principalmente por apresentar características desejáveis, como uma alta produção de biomassa foliar, menor produção de colmo, culminando em uma alta relação lâmina foliar colmo⁻¹, além de elevada capacidade de perfilhamento e boa cobertura de solo (LOPES et al., 2020). Tem se destacado nos sistemas de produção por apresentar um elevado potencial de uso para enriquecimento das áreas de Caatinga, produzindo grande quantidade de forragem, podendo ser utilizado na alimentação dos animais na forma de feno em pé durante a época seca, produzindo cerca de 3.300 kg de MS em pastos vedados aos 90 dias de idade, com mais de 90% da sua fração, composta por material verde (CAVALCANTE et al., 2012; CAVALCANTE et al., 2013).

Euclides et al. (2008), observaram que o capim-massai apresentou maiores massas de matéria seca total (3,5 t ha⁻¹) e de matéria seca verde (2 t ha⁻¹), menor porcentagem de colmo (12,7%), maior porcentagem de material morto (45,5%), porcentagem semelhante de lâminas foliares (41,8%) e suporte de uma maior taxa de lotação (1,86 UA ha⁻¹) quando comparado ao capim-mombaça. Além disso, os mesmos autores observaram que após cinco anos de implantação das áreas de pasto, o capim-massai apresentou menores porcentagens de área de solo descoberto (12,5%), de invasoras de folha larga (0,45%) e de *Urochloa decumbens* (0%), em comparação aos pastos de capim-

mombaça.

De acordo com Emerenciano Neto et al. (2013), ao avaliar pastos de *Urochloa* (cv. Marandu e Piatã) e *Megathyrsus* (cv. Aruana e Massai) sob lotação intermitente, observaram que o cv. Massai apresentou melhor estrutura do dossel durante o período das águas na região do Nordeste Brasileiro, sendo o cultivar mais favorável ao pastejo por animais de pequeno porte dentre os demais cultivares, apresentando maior massa de lâminas foliares e relação lâmina foliar colmo⁻¹.

2.4 *Urochloa mosambicensis*: capim-corrente

O capim *Urochloa* (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy), também conhecido como capim-corrente, é uma gramínea palatável originária da África do Sul, que foi introduzida no Brasil em 1922. É uma gramínea perene, de fácil adaptação a regiões de clima quente com chuvas de verão, possuindo uma moderada tolerância à seca, exigindo de 500 a 1000 mm de precipitação anual para que ocorra um bom desenvolvimento, além de poder ser cultivada em vários tipos de solo, com preferência para os que apresentam textura argilosa, que são capazes de reter umidade por um maior período (SÁ JÚNIOR et al., 2018).

É uma planta de crescimento estolonífero ou rizomatoso rastejante, entretanto seus colmos são lisos e podem atingir até 100 cm de altura, sendo sua propagação realizada via sementes, preferencialmente (CHIPPINDALL, 1995). Suas folhas medem em torno de 15 cm de comprimento e 1,5 cm de largura, com a presença de pelos em ambas as faces (OLIVEIRA, 1999).

É bastante indicada para ser cultivada no Semiárido Brasileiro devido possuir alta tolerância às temperaturas elevadas e ao déficit hídrico, assim como o seu potencial de produzir elevada quantidade de fitomassa, podendo ser consumida através do pastejo ou estocada na forma de feno ou silagem para uso na alimentação de diferentes ruminantes, além de ser tolerante ao pisoteio e ter a capacidade de suportar o pastejo próximo ao nível do solo (LEITE et al., 2017; OLIVEIRA, 1999).

Apesar de ser uma forrageira perene, em anos de baixos índices pluviométricos e quando são cultivadas em solos com baixa capacidade de retenção de água, o capim-corrente se comporta de forma semelhante às gramíneas anuais, garantindo a perenidade do pasto por meio da liberação de suas sementes na área, que serão responsáveis por recompor a pastagem no ano seguinte (OLIVEIRA, 1999).

2.5 Influência de diferentes alturas residuais no cultivo de espécies forrageiras

As avaliações de produtividade por área e desempenho animal em áreas de pastagens tropicais demonstram grande variação nas respostas obtidas, fato que pode ser atribuído não somente à diversidade de espécies e cultivares forrageiros presentes nessas áreas, mas principalmente às diferentes condições do meio de cultivo e de manejo que são adotadas (GOMIDE & GOMIDE, 2001). Ou seja, o sucesso na utilização das pastagens como fonte de alimentação para os animais depende da compreensão de mecanismos que ocorrem nas plantas e de sua interação com o ambiente e dos métodos de manejo utilizados, sendo esse conhecimento de importância fundamental para o desenvolvimento das plantas forrageiras, assim como para a manutenção da capacidade de suporte das áreas de pastagens.

A maneira como ocorrem as explorações dessas áreas refletem diretamente no rendimento, precocidade e qualidade do produto final, fazendo com que a formação e o manejo das pastagens tenham importância fundamental para se evitar processos de degradação e garantir maior perenidade do pasto, sem alterações em sua qualidade nutricional (FARIA et al., 2008). O manejo correto de uma pastagem reflete a importância de planejar e dirigir a utilização de uma área de pasto a fim de proporcionar a obtenção e manutenção do máximo de produção animal sem que ocorram prejuízos às plantas, fauna, solo e aos recursos hídricos, sendo de fundamental importância o conhecimento das características agrônômicas e morfofisiológicas das plantas forrageiras utilizadas, como forma de orientar um eficiente manejo das forrageiras.

A altura do dossel, por exemplo, é uma das medidas que fornece uma indicação da produção de forragem e desempenho animal de maneira precisa, sendo uma ferramenta de fácil mensuração, que possibilita estimar a quantidade de forragem presente em determinada área (HODGSON, 1990). Esta variável pode correlacionar-se diretamente com outros parâmetros importantes no manejo do pasto, como a interceptação de luz, índice de área foliar (IAF) e a disponibilidade de massa seca por área, facilitando na identificação de um momento ideal para que os animais tenham acesso às pastagens.

Valendo-se da importância de definir o momento certo para permitir que os animais tenham livre acesso a uma área com elevada produtividade e qualidade de forragem, também se tem a necessidade de determinar uma altura de corte ou resíduo adequada para cada planta forrageira, que não venha a prejudicar sua produtividade e perenidade, como também venha a proporcionar uma maior conservação das características do solo presente.

A determinação de uma altura residual (AR) é importante pois afeta diretamente a velocidade de rebrota da área, em virtude da quantidade de tecido foliar fotossinteticamente remanescente que permaneça na área após o corte ou pastejo, ou seja, o fluxo de tecidos e a dinâmica de produtividade primária das pastagens vão depender diretamente da definição de uma altura residual indicada para cada espécie forrageira (GOMIDE & GOMIDE, 2001; MATTHEW et al., 2000).

Segundo Gomide et al. (2002), durante o período de pós-pastejo, a presença de lâminas foliares influencia diretamente na rebrotação do pasto, pois quanto maior a quantidade de folhas presentes, resultaria em uma menor mobilização das reservas orgânicas por parte da planta para repor os tecidos foliares. Quanto mais intenso for o processo de desfolhação, menor será a taxa de rebrota e maior o tempo necessário para atingir uma alta taxa de crescimento pelo dossel forrageiro (BROUGHAM, 1956).

De acordo com Pontes et al. (2004), a altura residual acarreta diferenças na estrutura do pasto, que podem afetar o processo de desfolhação realizado pelos animais, visto que alterações na intensidade e frequência de desfolhações ocasionam modificações na dinâmica de crescimento da pastagem, alterando seu fluxo de biomassa, podendo comprometer a capacidade de rebrota da área.

O manejo da altura residual do pasto tem influência mútua com a morfologia das plantas forrageiras, como por exemplo, em relação ao número de gemas situadas na base da raiz e a altura média do meristema apical de cada espécie, como forma de determinar a recuperação dessas gramíneas após serem submetidas ao corte ou pastejo, o que demonstra que um corte de resíduo muito baixo, muitas vezes, não é necessário para a obtenção de uma produtividade elevada por área, visto que um corte residual mais alto, pode resultar no aumento da produção, principalmente por propiciar um maior acúmulo de folhas pelas plantas manejadas nessa situação (EDVAN et al., 2011).

Cutrim Junior et al. (2011), retrata que maiores alturas residuais nos pastos representam maiores valores de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA), indicando a presença de folhas verdes remanescentes do pastejo, que serão os maiores responsáveis por uma rápida rebrotação do pasto, evitando que a planta utilize de suas reservas orgânicas de maneira excessiva, sendo a maior parte da rebrotação advinda do processo fotossintético.

Com base no exposto, infere-se que o crescimento de uma pastagem manejada sob baixas alturas residuais exige maior mobilização das reservas orgânicas por parte da planta, pois seu crescimento pode ser prejudicado devido ao menor IAF residual, resultando

em uma menor taxa de fotossíntese do dossel, tendo em vista que se necessita de maiores esforços da planta para realizar a rebrota por meio de reservas do que por meio da fotossíntese das folhas remanescentes (LOPES et al., 2013).

Edvan et al. (2011), avaliando a produtividade do capim-búffel sob intensidades e frequências de corte diferentes, observaram que os tratamentos de 20 cm de AR e altura de corte de 80 cm, assim como o tratamento com AR de 40 cm e altura de corte de 80 cm, apresentaram as maiores produções de biomassa, com um total de 2,54 e 3,14 t ha⁻¹, respectivamente. Silva et al. (2011), avaliando a morfologia e composição bromatológica de *Pennisetum ciliare* cv. Molopo, observaram que a AR de 40 cm proporciona uma maior quantidade de lâminas foliares, teor de proteína bruta e um menor percentual de fibra em detergente neutro em comparação à AR de 20 cm.

Freitas et al. (2013), ao estudar o efeito da adubação orgânica por meio da utilização de esterco caprino sob diferentes AR (10 e 20 cm) em pastos de capim-búffel cv. Biloela, observaram maior produtividade de forragem quando há uma associação entre a adubação adotada e o rebaixamento do corte, demonstrando que pastos adubados com 20 t ha⁻¹ de esterco e manejados a 10 cm de altura, proporcionam maior produção de MS, em comparação aos pastos mantidos com altura de 20 cm.

Pontes et al. (2004), trabalhando com fluxo de biomassa em pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes alturas, observaram que pastos que se mantiveram entre 10 e 15 cm de AR otimizaram o fluxo de biomassa, demonstrando maiores ganhos médios diários por animal e ganhos por hectare em detrimento de pastos mantidos a 05 cm de altura, onde o consumo de bainha foi maior em decorrência da baixa oferta de lâminas foliares.

Para a determinação de uma altura residual ideal para determinada gramínea, também deve-se levar em consideração a capacidade desta em propiciar uma maior cobertura do solo, pois as perdas de nutrientes resultantes dos processos erosivos são corriqueiras, sendo sua ocorrência atribuída à redução ou ausência de uma deposição de material vegetal eficaz na superfície do solo capaz de manter suas características físicas por um tempo prolongado.

Solos sem cobertura vegetal estão propensos à dispersão de suas partículas ocasionadas pelo impacto das gotas de água da chuva ou irrigação, resultando no selamento de sua superfície e em uma menor aeração e disponibilidade de água no solo (ALENCAR et al., 2010), onde a presença de uma cobertura advinda da deposição de restos culturais é de fundamental importância na redução das perdas de suas partículas resultantes dos processos

de erosão hídrica ou eólica. A necessidade de deposição da matéria vegetal na superfície do solo contribui para a manutenção de sua umidade, reduzindo os processos de evaporação da água e de oscilações de temperatura ao longo do dia, além de atuar na manutenção do fluxo de nutrientes, permitindo que estes retornem ao solo, onde serão novamente assimilados pelas plantas e microrganismos presentes (ANDRADE et al., 2016a; AQUINO et al., 2017).

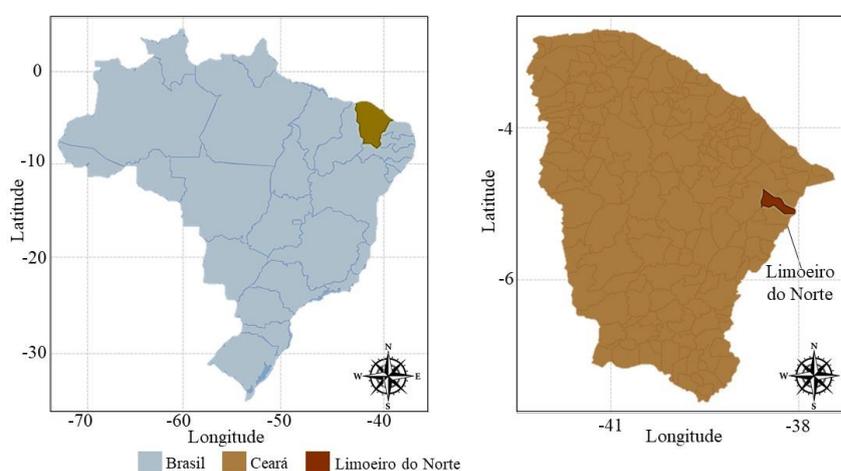
Dependendo do índice de cobertura do solo e do estágio de degradação das pastagens, podem ocorrer perdas de solo de até $17 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, resultante da adoção de uma inadequada capacidade de suporte do pasto, que dificulta a manutenção das gemas ativas das forrageiras para a ocorrência da rebrotação, bem como a determinação de períodos de ocupação inapropriados, que impossibilitam o pleno desenvolvimento da gramínea no período anterior ao pastejo pelos animais (MOREIRA et al., 2005). A permanência na área de uma quantidade adequada de restolho, proporciona um incremento de material orgânico no solo de forma gradual, atuando como controlador do processo de erosão e propiciando a regeneração da fertilidade natural do solo (ARAÚJO FILHO, 1980).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), localizada no Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi, na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte – CE (Figura 1). A região é caracterizada pela predominância de solos da classe dos Cambissolos, constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente (Bi) (EMBRAPA, 2018).

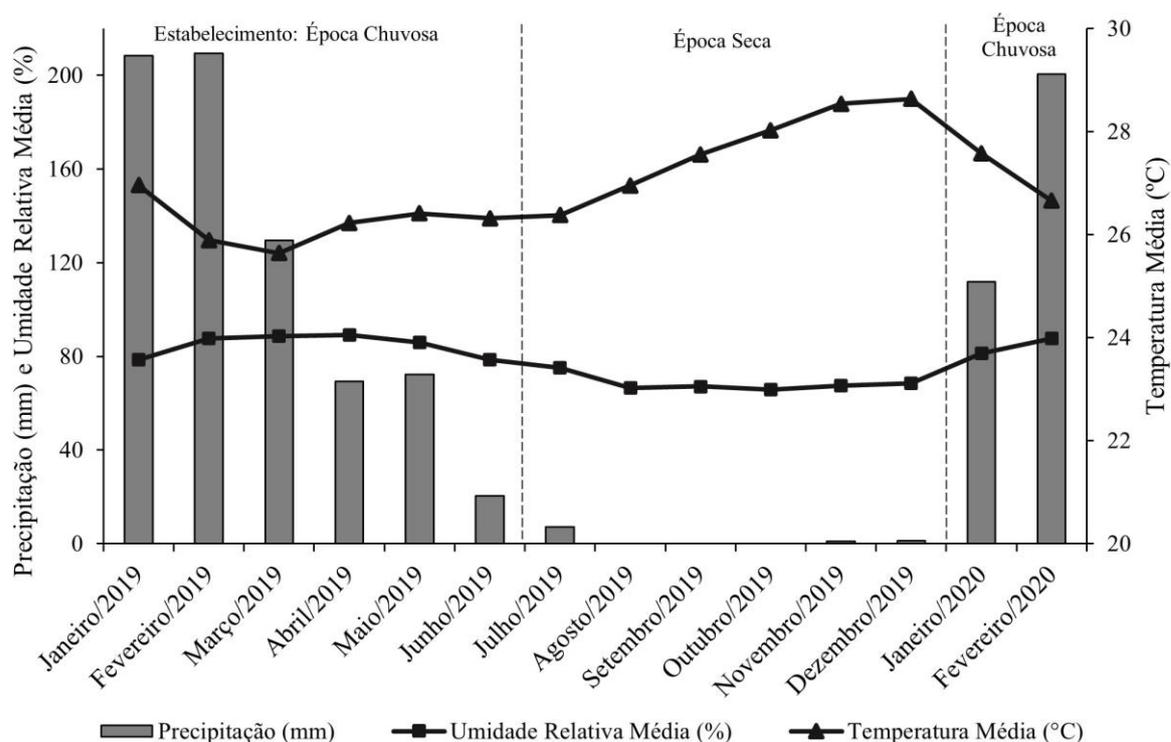
Figura 1 – Mapa do Brasil com a localização da cidade de Limoeiro do Norte – CE onde o estudo foi realizado



Fonte: Elaborada pela Autora.

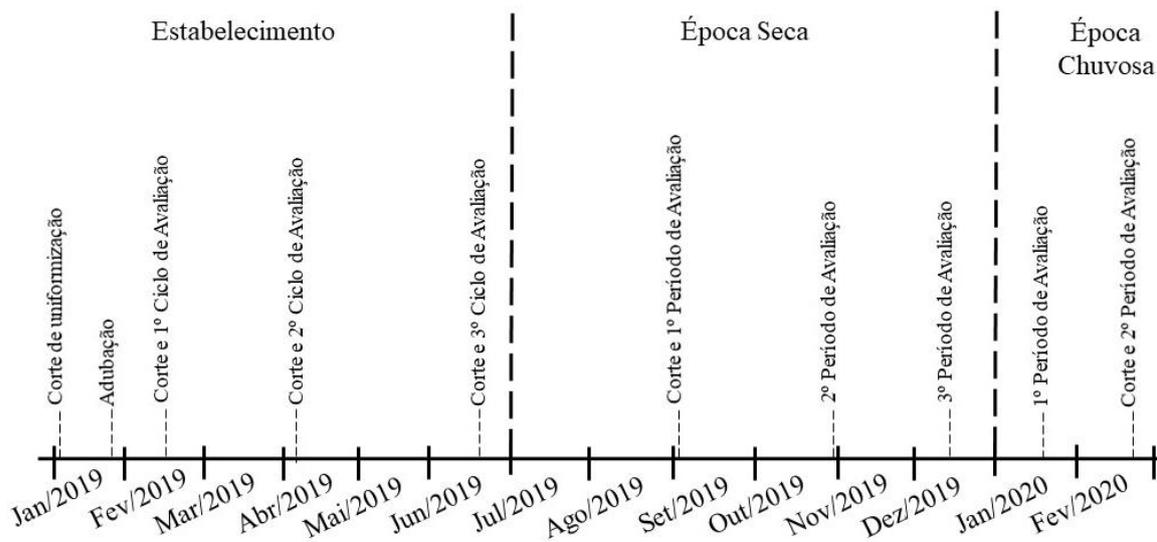
A UEPE localiza-se em área de relevo plano, a $05^{\circ}10'52''$ de latitude-sul e $38^{\circ}00'43''$ de longitude-oeste, a uma altitude de 151 m. O clima da região é classificado como BSw'h' (KÖPPEN, 1936), que se configura como quente e semiárido, apresentando temperaturas superiores a 18°C no mês mais frio do ano, sendo a região caracterizada por apresentar uma época chuvosa nos meses de janeiro a junho e uma época seca, de julho a dezembro (Figura 2) (GOMES & FRISCHKORN, 2009). As datas de corte e avaliações realizadas durante o estabelecimento e épocas seca e chuvosa encontram-se representadas na Figura 3.

Figura 2 – Dados de precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura média (°C) referentes ao período experimental em Limoeiro do Norte – CE



Fonte: Dados da estação meteorológica da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE).

Figura 3 - Datas dos cortes e avaliações das parcelas ao longo do período experimental em Limoeiro do Norte – CE

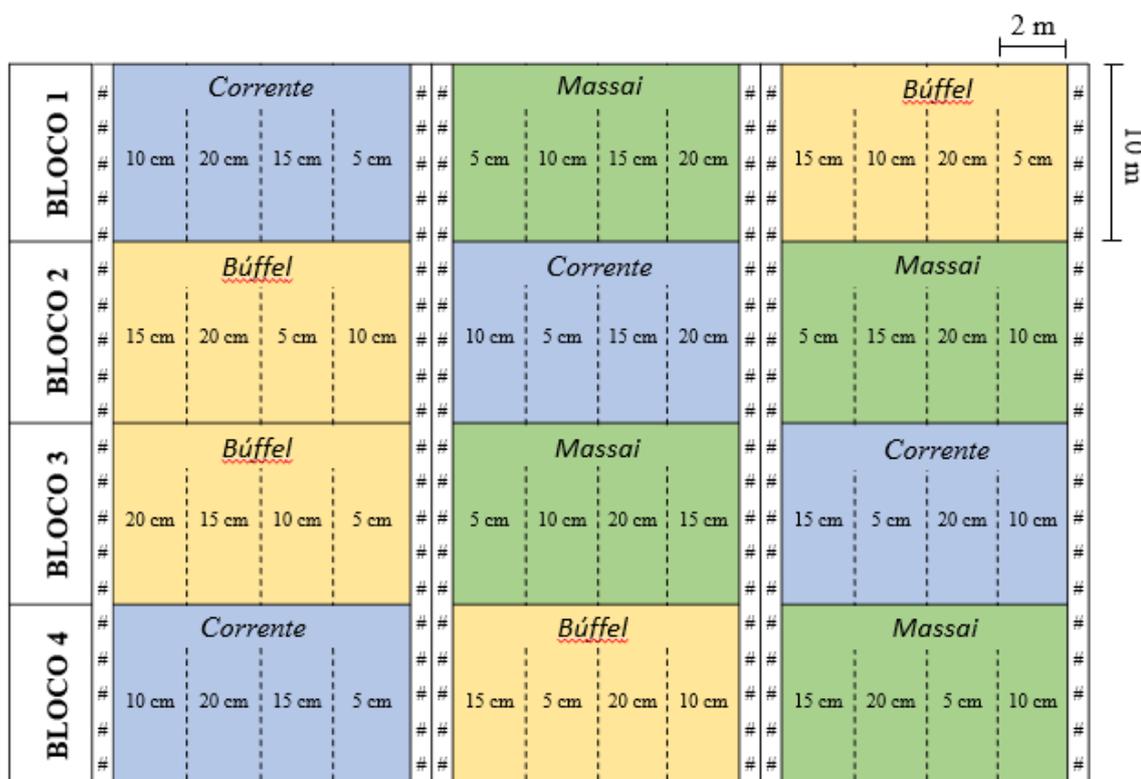


Fonte: Elaborada pela Autora.

3.2 Condução geral do experimento

As unidades experimentais foram alocadas segundo um delineamento em blocos casualizados, sendo estas submetidas a diferentes alturas residuais em arranjo de parcelas subdivididas, sendo as épocas as parcelas (época seca e chuvosa) e as alturas residuais, as subparcelas (5; 10; 15 e 20 cm em relação ao nível do solo), com quatro repetições cada, totalizando 16 unidades experimentais por cada experimento, sendo estes formados pelos capins búffel, corrente e massai. Cada área experimental compreendia aproximadamente 320 m², sendo dividida em 16 parcelas de 2,0 m x 10 m cada (Figura 4).

Figura 4 - Representação esquemática das parcelas experimentais



Fonte: Elaborada pela Autora.

Durante a época de estabelecimento, foi realizado um corte de uniformização da área a nível do solo, na busca de proporcionar uma maior padronização dos estandes. Além disso, foi realizada uma adubação fosfatada na área, utilizando-se fosfato monoamônico - MAP (10% de N e 50% de P₂O₅), na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, devido o fósforo ser o nutriente mais deficiente na maioria dos solos da Caatinga, sendo esta recomendação de grande importância para o cultivo de plantas forrageiras nestes locais (ARAÚJO FILHO, 2014).

Após o estabelecimento, foram realizados três cortes e três ciclos de avaliações

em intervalos de 45 dias (Figura 3), coletando-se os dados referentes às variáveis altura do dossel (ALT), índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), densidade populacional de perfilhos (DPP), porcentagem de cobertura do dossel forrageiro, colheita de biomassa para estimar a produção e teor de MS por área e o índice de área foliar (IAF), além do número de folhas vivas (NFV) e comprimento (COMP) e largura (LARG) da primeira folha expandida, que serão detalhadas no decorrer do trabalho. Essas avaliações foram feitas com o propósito de acompanhar o comportamento e desenvolvimento (Figura 5A) dos estandes forrageiros durante o seu estabelecimento, sendo as parcelas submetidas a cortes a nível do solo (Figura 5B).

Figura 5 - Parcelas experimentais antes (A) e após (B) o corte a nível do solo durante o estabelecimento



Fontes: SILVA, R.G.

3.2.1 Avaliações das parcelas experimentais durante a época seca

Durante a época seca do ano de 2019, as parcelas que se encontravam diferidas a um período de 70 dias após o último corte realizado no período de estabelecimento (Figura 3), foram delimitadas por fios de barbante fixados em estacas e tijolos e identificadas com marcações em telhas de alvenaria situadas a frente de cada parcela (Figura 6A), sendo submetidas ao corte nas AR de 5; 10; 15 e 20 cm em cada bloco, por meio do uso de uma roçadeira lateral STIHL FS 220 (fio de corte) (Figura 6B).

Figura 6 - Delimitação da área correspondente às alturas residuais (A) e corte das parcelas com roçadeira lateral (B) durante a época seca



Fontes: SILVA, R.G. e NASCIMENTO, B.B.

Após o corte das parcelas nas suas respectivas AR, foram realizados três períodos de avaliações no decorrer da época seca (compreendendo o início, o meio e o final da época) (Figura 3), por meio de colheitas de amostras de biomassa residual e de serrapilheira, sendo estas realizadas com o auxílio de uma moldura de dimensões 0,30 x 0,42 m, coletando-se duas amostras por parcela. A biomassa residual representava todo material que estivesse acima do nível do solo, ou seja, que se mantiveram enraizados mesmo após o corte, enquanto a biomassa da serrapilheira foi representada pelo material vegetativo que estivesse depositado sobre a superfície do solo.

Posteriormente, foram feitas as pesagens dessas amostras em balança analítica sendo em seguida, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, para serem submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até atingir biomassa constante, com o objetivo de estimar-se a produção de biomassa de forragem residual (BFR) e biomassa de serrapilheira (BS) por hectare, além do teor de MS de cada uma.

Além disso, foram feitas avaliações de quantificação da altura da serrapilheira (ALTserrap), sendo realizadas através da utilização de pinos de alumínio adaptados e biselados, que foram cravados no solo em sentido paralelo à declividade do terreno conforme metodologia proposta por Guerra (2005), sendo que estes possuíam 15 cm de comprimento, espaçados de 2 m entre si, de forma a compor 4 pinos por parcela, totalizando 64 pinos em cada área experimental.

Cada pino foi identificado com seu respectivo número para facilitar a organização e sequência das avaliações, sendo demarcados em altura de 10 cm com lâmina de serra manual (Figura 7A), servindo como referência para que todos estivessem situados no mesmo nível em relação ao solo, visto que 10 cm foram inseridos no interior do solo e a

borda dos 5 cm que ficarem expostos, sendo utilizada como referência para as mensurações. Os dados foram coletados com o auxílio de uma régua graduada, que foi alocada próxima aos pinos e sobre o material presente no solo, para mensuração da ALTserrap em cada parcela (Figura 7B).

Figura 7 – Demarcação dos pinos do solo (A) e mensuração da altura da serrapilheira (B) durante a época seca



Fontes: DAMASCENO, V.G.

Dados de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) e o índice de área foliar (IAF) foram estimados utilizando-se o medidor PAR/LAI em Agricultura (Decagon devices®) modelo Accupar LP-80, com duas repetições em cada parcela (Figura 8). O aparelho foi utilizado através de leituras de forma aleatória, sendo posicionado acima e abaixo do dossel (ao nível do solo), totalizando oito leituras em cada altura residual.

Figura 8 – Utilização do medidor PAR/LAI em Agricultura para determinação da IRFA e IAF durante a época seca



Fontes: SILVA, R.G.

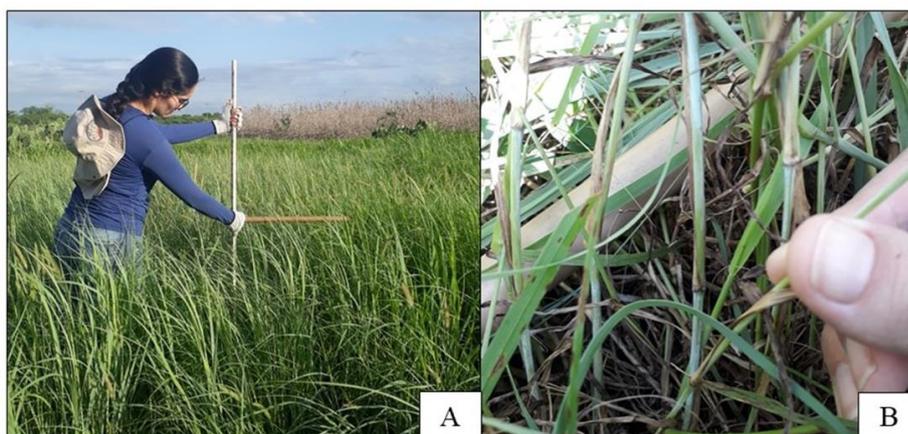
3.2.2 Avaliações das parcelas experimentais durante a época chuvosa

Na busca de observar a influência das alturas residuais impostas durante a época seca na capacidade de rebrota da área durante o início do período chuvoso do ano seguinte, foram realizados dois períodos de avaliações para coleta de dados referentes à época chuvosa de 2020 e o corte das parcelas experimentais foi realizado em intervalo de 45 dias, a contar do início das primeiras precipitações ocorrentes na região (Figura 3).

A altura do dossel forrageiro (ALT) (Figura 9A), que foi aferida por meio de mensurações com o auxílio de um bastão graduado retrátil, adaptado da *sward stick* (BARTHAM, 1985), registrando-se tal medida em 20 pontos em cada parcela experimental, sendo tomados de forma representativa por meio de caminhamento em formato de zigue-zague, para obtenção da altura média de cada área. A ALT foi estimada como sendo a distância entre a superfície do solo e a curvatura da folha mais alta que a haste do bastão tocasse.

Foram contabilizados a densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) (Figura 9B) e a densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) no experimento referente ao capim búffel, utilizando-se uma moldura de 0,30 x 0,42 m, que foi situada a nível do solo para a contagem do número de perfilhos presentes, sendo realizada a contabilização em duas molduras alocadas em cada área experimental.

Figura 9 – Mensuração da altura do pasto (A) e contabilização da densidade populacional de perfilhos (B) na área experimental



Fontes: CONRADO, J.A.A.

Para determinação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizou-se um sensor óptico ativo remoto de superfície GreenSeeker™. O cálculo considerou da faixa do vermelho (680 nm) e a banda do infravermelho próximo (770 nm),

através da seguinte fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

onde NIR (*near-infrared band*) representa a banda do infravermelho próximo e RED, a faixa do vermelho (LIU et al., 2012). Este sensor portátil pode correlacionar-se com a biomassa do dossel (ANDERSSON et al., 2017; HOBBS, 1995; WANG et al., 2016), índice de área foliar (JUNGES et al., 2019; STELTZER & WELKER, 2006) e rendimento das culturas (THAPA et al., 2019). As medições do NDVI foram realizadas a uma altura média de 70 cm do topo do dossel das plantas, sendo realizados dois deslocamentos em cada parcela em formato de zigue-zague, enquanto o aparelho quantificava as médias das duas leituras do índice de vegetação.

Amostras de forragem foram colhidas em cada parcela, sendo divididas em biomassa colhível (material situado acima da altura residual imposta em cada parcela) (Figura 10A), biomassa residual (material coletado a partir da altura residual de cada parcela até o nível do solo) (Figura 10B) e a biomassa da serrapilheira (material desprendido que estava sobre a superfície do solo). Em seguida, essas amostras foram levadas ao laboratório da UEPE, onde foram feitas as pesagens desses materiais em balança analítica. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, para serem submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até atingir biomassa constante, com o objetivo de estimar-se a produção de biomassa de forragem colhível (BFC), BFR, BS e biomassa de forragem total (BFT) por hectare, além do teor de MS.

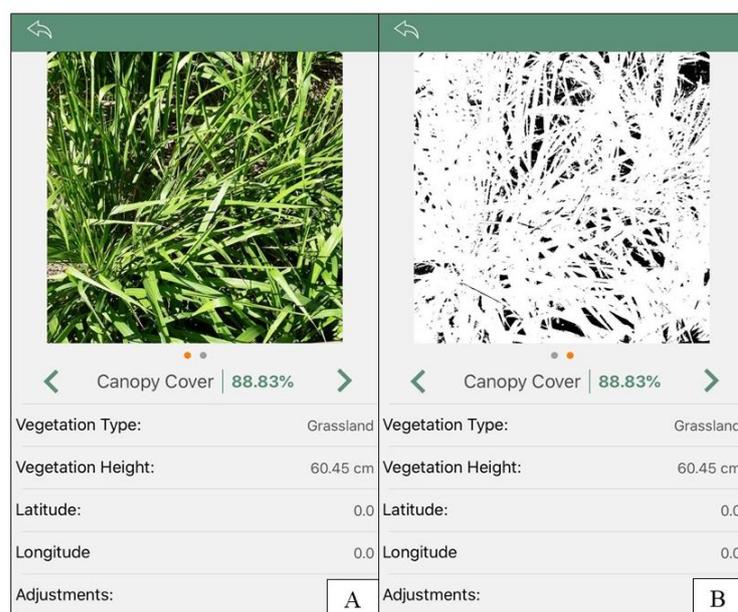
Figura 10 - Identificação da altura residual de cada parcela para colheita de biomassa de forragem colhível (A) e biomassa de forragem residual (B)



Fontes: CONRADO, J.A.A.

A porcentagem de área coberta foi mensurada por meio do aplicativo gratuito e móvel Canopeo®, que estima a cobertura verde da copa do dossel a partir da captura de imagens em um *smartphone* ou câmera digital (Figura 11A), a uma altura de 1,5 m do dossel, abrangendo a área da moldura de 1,0 x 1,0 m (YELLAREDDYGARI & GUDMESTAD, 2017). Como resultado, tem-se a geração de uma imagem binária (Figura 11B), onde os pixels brancos correspondem àqueles que satisfazem os critérios de seleção, ou seja, representam a copa verde, enquanto os pixels pretos, àqueles que não atendiam aos critérios de seleção, representando a copa não-verde (PATRIGNANI & OCHSNER, 2015). Além disso, foram inseridos os dados do tipo e medida da altura da vegetação para cada fotografia avaliada no aplicativo, assim como a data de coleta da imagem.

Figura 11 - Imagem original (A) e imagem avaliada (B) na interface do aplicativo Canopeo®



Fontes: Autora.

Para determinação do índice relativo de clorofila (IRC), foi utilizado um clorofilômetro modelo Minolta SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*), sendo as medidas tomadas na última folha recém-expandida de cinco perfilhos diferentes em cada parcela experimental, por meio de três coletas de dados situadas na parte central de cada folha. As leituras que são realizadas pelo clorofilômetro correspondem ao índice relativo de clorofila presente na lâmina foliar das plantas, sendo feita por meio de leituras instantâneas e não-destrutivas, estando estreitamente correlacionados com o teor de nitrogênio das folhas (TAKEBE & YONEYAMA, 1989). Este equipamento portátil mede as transmissões de luz da folha nas regiões do vermelho e infravermelho próximo, mensurando de forma

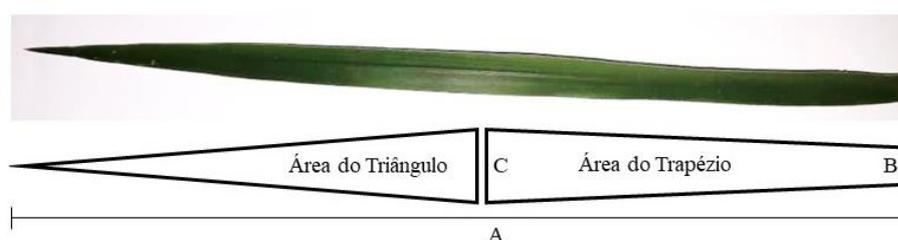
quantitativa, a intensidade do verde das folhas a 650 nm, faixa onde ocorre absorção de luz pela clorofila e 940 nm, onde não há absorção. Utilizando-se das duas transmissões, o medidor calcula um valor em unidade SPAD, exibido digitalmente, variando de 0 a 80, sendo este proporcional à quantidade de clorofila presente na folha (PELTONEN et al., 1995).

O índice de área foliar (IAF) foi mensurado por meio da colheita de 06 perfilhos representativos em cada parcela experimental, para contabilização do número de novas folhas vivas presentes (folhas remanescentes do ciclo anterior não foram consideradas) e mensuração do comprimento das folhas (A) e largura das folhas na base da lígula (B) e no centro da folha (C) (Figura 12) com o auxílio de uma régua milimetrada, para obtenção da área média das folhas. Essa área foi calculada por meio do método denominado Área Foliar - Universidade Federal do Tocantins (AFUFT) (SOUSA et al., 2015), que consiste na divisão da folha em 2 áreas (triângulo e trapézio), cujos cálculos da superfície são feitos com base nas seguintes fórmulas:

$$\text{Área do Triângulo} = \frac{(C) * \left(\frac{A}{2}\right)}{2}$$

$$\text{Área do Trapézio} = \left[\frac{(C + B)}{2} * \left(\frac{A}{2}\right) \right]^2$$

Figura 12 - Representação gráfica para o cálculo da área média das folhas utilizando o método AFUFT



Fonte: Adaptado de Sousa et al. (2015).

A utilização desse método é uma forma prática e rápida de mensurar a área das folhas, obtendo coeficiente de correlação de 0,91, quando comparado ao método por meio de scanner SunScan® (SOUSA et al., 2015). Após a definição da área médias das folhas, o IAF das gramíneas forrageiras foi calculado por meio da seguinte fórmula, segundo Matthew et al. (2000):

$$\text{IAF} = \text{Área média das folhas (m}^2\text{)} \times \text{número de folhas vivas (perfilho}^{-1}\text{)} \\ \times \text{densidade populacional de perfilhos (perfilhos m}^{-2}\text{)}$$

Por meio do uso de dados coletados para cálculo do IAF, também foram calculados o comprimento e a largura média da primeira folha expandida com base nos valores de comprimento e largura das lâminas foliares, além da contabilização do número de folhas vivas (NFV), que foi feita por meio da atribuição de valores iguais a 1,0 para folhas completamente expandidas e de 0,5, para folhas em estágio de crescimento. Por fim, foi mensurado o diâmetro do colmo (DC) com o auxílio de um paquímetro digital de 150 mm, posicionado no primeiro entrenó de cada perfilho.

3.3 Análise estatística

Os dados referentes a época de estabelecimento foram submetidos a análise de homoscedasticidade dos erros pelo procedimento GLM do SAS (*University Edition*), análise gráfica de presença de outliers e normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados referentes às épocas de avaliação (época seca de 2019 e época chuvosa de 2020) foram submetidos a análise de homogeneidade da variância pelo teste da máxima verossimilhança e análise gráfica de presença de outliers e normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED, onde o fator período foi modelado como medidas repetidas no tempo por meio do comando REPEATED, exceto para as variáveis IAFr e IRFA referentes à época seca e BFC, BFR, BFT e BS referentes à época chuvosa. Para a escolha da matriz de covariância, utilizou-se o critério de informação de Akaike corrigido. As médias foram estimadas por meio do comando LSMEANS, onde os efeitos das interações foram analisados pelo teste F a 5% de probabilidade. Utilizou-se o procedimento REG para ajuste dos modelos de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito dos ciclos de avaliações sobre a produção de BFT e teor de MS ($P < 0,05$) dos capins búffel, massai e corrente durante a época de estabelecimento (Tabela 1). Observou-se redução da produção de BFT ao longo do período para todos os capins avaliados, com maior produtividade encontrada no 1º ciclo ($6.974,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e menor, no 3º ciclo de avaliação ($2.696,5 \text{ kg ha}^{-1}$) do capim-búffel, enquanto que para os capins massai e corrente, as maiores produtividades foram obtidas no 1º ($4.982,4$ e $3.120,0 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente) e 2º ciclo ($4.107,8$ e $2.891,8 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente) e menor, no 3º ciclo avaliativo ($1.151,3$ e $493,8 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente), podendo este fato estar relacionado à ausência de lâminas foliares presentes após os cortes, retardando o processo de rebrotação, tendo em vista que foram realizados a nível do solo. Além disso, observou-se menor teor de MS no 3º ciclo de avaliação ($23,45$, $15,51$ e $10,92\%$) em relação ao 1º ($28,35$, $22,91$ e $21,88\%$) e 2º ciclo ($28,32$, $21,68$ e $21,08\%$), para os capins búffel, massai e corrente, respectivamente.

Tabela 1 - Produção de biomassa e características estruturais dos capins búffel, massai e corrente sob diferentes ciclos de avaliações durante a época de estabelecimento

Capim	Ciclos de Avaliações Sucessivos			CV (%)
	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	
Biomassa de Forragem Total (BFT; kg ha^{-1})				
Búffel	6.974,1a	5.852,2b	2.696,5c	42,8
Massai	4.982,4a	4.107,8a	1.151,3b	65,44
Corrente	3.120,0a	2.891,8a	493,8b	64,25
Matéria Seca da BFT (MS; %)				
Búffel	28,35a	28,32a	23,45b	11,07
Massai	22,91a	21,68a	15,51b	19,43
Corrente	21,88a	21,08a	10,92b	31,59
Altura do dossel (ALT; cm)				
Búffel	89,65a	84,13a	85,10a	7,23
Massai	124,17a	90,98b	49,25c	38,90
Corrente	81,65a	67,70b	49,38c	20,23
Densidade Populacional de Perfilhos (DPP; perfilhos m^{-2})				
Búffel	241ab	211b	288a	22,91

Massai	292a	205b	195b	22,60
Corrente	314a	243b	135c	37,60
Cobertura do Dossel (COB; %)				
Búffel	79,38a	82,86a	82,07a	13,42
Massai	77,50c	95,30a	86,05b	10,69
Corrente	73,75a	84,11a	55,95b	21,87
Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)				
Búffel	0,68a	0,67a	0,59b	7,65
Massai	0,81a	0,72b	0,64b	12,39
Corrente	0,73a	0,66b	0,52c	14,36
Índice de Área Foliar (IAF)				
Búffel	3,38a	2,88a	2,50a	30,49
Massai	7,84a	6,0a	2,91b	54,31
Corrente	1,49a	0,75b	0,42b	59,47
Número de Folhas Vivas (NFV)				
Búffel	7,76a	7,58a	5,58b	16,02
Massai	3,22b	3,63a	3,31b	6,29
Corrente	4,43a	4,02a	4,20a	12,12
Comprimento da Primeira Folha Expandida (COMP; cm)				
Búffel	22,47b	30,56a	35,04a	22,13
Massai	42,06ab	53,74a	35,29b	23,55
Corrente	14,08a	13,23a	10,39a	19,63
Largura da Primeira Folha Expandida (LARG; cm)				
Búffel	0,67a	0,63a	0,56a	13,27
Massai	1,30a	1,27a	1,22a	7,47
Corrente	1,19b	1,36a	1,18b	7,63

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A inexistência de lâminas foliares fotossintetizantes remanescentes no pasto após o corte ou pastejo tende a retardar a velocidade de rebrotação (MATTHEW et al., 2000), devido a necessidade das plantas utilizarem-se de reservas orgânicas acumuladas para realizar o processo de rebrota, podendo prejudicar o seu pleno crescimento, visto que se necessita de maiores esforços por parte da planta para realizar este processo por meio de reservas do que por meio da fotossíntese das folhas remanescentes (CUTRIM JUNIOR et

al., 2011; LOPES et al., 2013). Dessa maneira, a fase inicial do processo de rebrotação será lenta até que uma quantidade significativa de tecidos foliares tenham sido expandidos e possam contribuir para a fotossíntese da cultura (NABINGER, 1997).

Houve efeito dos ciclos de avaliações sobre a altura (ALT) e cobertura do dossel (COB) ($P < 0,05$) dos capins massai e corrente durante a época de estabelecimento (Tabela 1). Observou-se maior ALT no 1º ciclo (124,17 e 81,65 cm) e menor no 3º ciclo de avaliação (49,25 e 49,38 cm), respectivamente. A maior COB do capim-massai foi observada no 2º ciclo avaliativo (95,30%) em comparação aos demais, enquanto para o capim-corrente, foram observados maiores COB no 1º e 2º ciclo, com valores de 73,75 e 84,11%, respectivamente.

Apesar do capim-corrente ser uma forrageira perene, quando cultivada sob baixos índices pluviométricos e em solos com baixa capacidade de retenção de água, a exemplo dos solos da Caatinga, este tende a se comportar de maneira semelhante às gramíneas anuais, garantindo a perenidade do pasto por meio da liberação de suas sementes na área, que serão responsáveis por recompor a pastagem no ano seguinte (OLIVEIRA, 1999), o que foi constatado por meio da redução da altura do dossel ao longo do estabelecimento, época caracterizada pela diminuição da ocorrência de precipitações ao longo dos ciclos avaliados, notando-se que as plantas passaram a priorizar o crescimento reprodutivo para formação de sementes, ao invés do crescimento vegetativo.

Houve efeito dos ciclos avaliativos sobre a densidade populacional de perfilhos (DPP) ($P < 0,05$) de todos os capins avaliados durante a época de estabelecimento (Tabela 1). Observou-se maior DPP do capim-búffel no 3º ciclo de avaliação, com 288 perfilhos m^{-2} , demonstrando alta capacidade de persistência à cortes sucessivos, sendo uma característica de grande destaque para esta gramínea. A alta tolerância à seca e capacidade de suportar pastagens ou cortes intensos (MARSHALL et al., 2012), demonstra uma melhor adaptação do capim-búffel aos fatores ambientais adversos e diferentes estratégias de manejo adotadas, apresentando uma alta produção mesmo em condições de baixas precipitações pluviométricas e déficit hídrico no solo.

Para os capins massai e corrente, foi observada uma redução da densidade populacional de perfilhos ao longo dos ciclos avaliados, com menor DPP observada em ambos no 3º ciclo de avaliação, com valores médios de 195 e 135 perfilhos m^{-2} , respectivamente (Tabela 1). A redução significativa dos valores de BFT e DPP do capim-corrente podem ser atribuídas à maior exigência hídrica necessária para o desenvolvimento

desta gramínea (SÁ JÚNIOR et al., 2018), fato que não foi constatado ao final do período avaliado, que apresentou precipitação média inferior a 80 mm (Figura 2).

Houve efeito dos ciclos de avaliações sobre o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) ($P < 0,05$) de todos os capins avaliados durante a época de estabelecimento (Tabela 1). Para os capins búffel e corrente, observaram-se menores valores de NDVI em ambos no 3º ciclo (0,59 e 0,52) em relação ao 1º (0,68 e 0,73) e 2º ciclo de avaliação (0,67 e 0,66), respectivamente, enquanto o capim-massai obteve maior valor de NDVI no 1º ciclo (0,81) em comparação ao 2º (0,72) e 3º (0,64).

Constatou-se efeito dos ciclos avaliativos sobre as variáveis número de folhas vivas (NFV), índice de área foliar (IAF) e comprimento da primeira folha expandida (COMP) ($P < 0,05$) durante a época de estabelecimento ($P < 0,05$) (Tabela 1). Para o capim-búffel, observou-se diferença significativa quanto ao NFV no 1º e 2º ciclo (7,76 e 7,58 folhas, respectivamente), em relação ao 3º ciclo, que apresentou menor número de folhas vivas presentes, com valor de 5,58 folhas. Quanto ao capim-massai, constatou-se maior NFV no 2º ciclo (3,63 folhas) em relação ao 1º e ao 3º, que apresentaram valores de 3,22 e 3,31 folhas, respectivamente. Não houve diferença significativa dos ciclos avaliativos sobre o NFV do capim-corrente ($P > 0,05$).

Apesar do NFV ser um forte componente genético e relativamente constante para uma determinada espécie (LEMAIRE et al., 2008), este pode ter seu valor influenciado por condições desfavoráveis de crescimento, a exemplo do déficit hídrico. Podemos observar uma intervenção das condições de manejo sobre essa variável e conseqüentemente, sobre os valores de NDVI observados, demonstrando uma importante adaptação das plantas para manter sua produtividade e persistência.

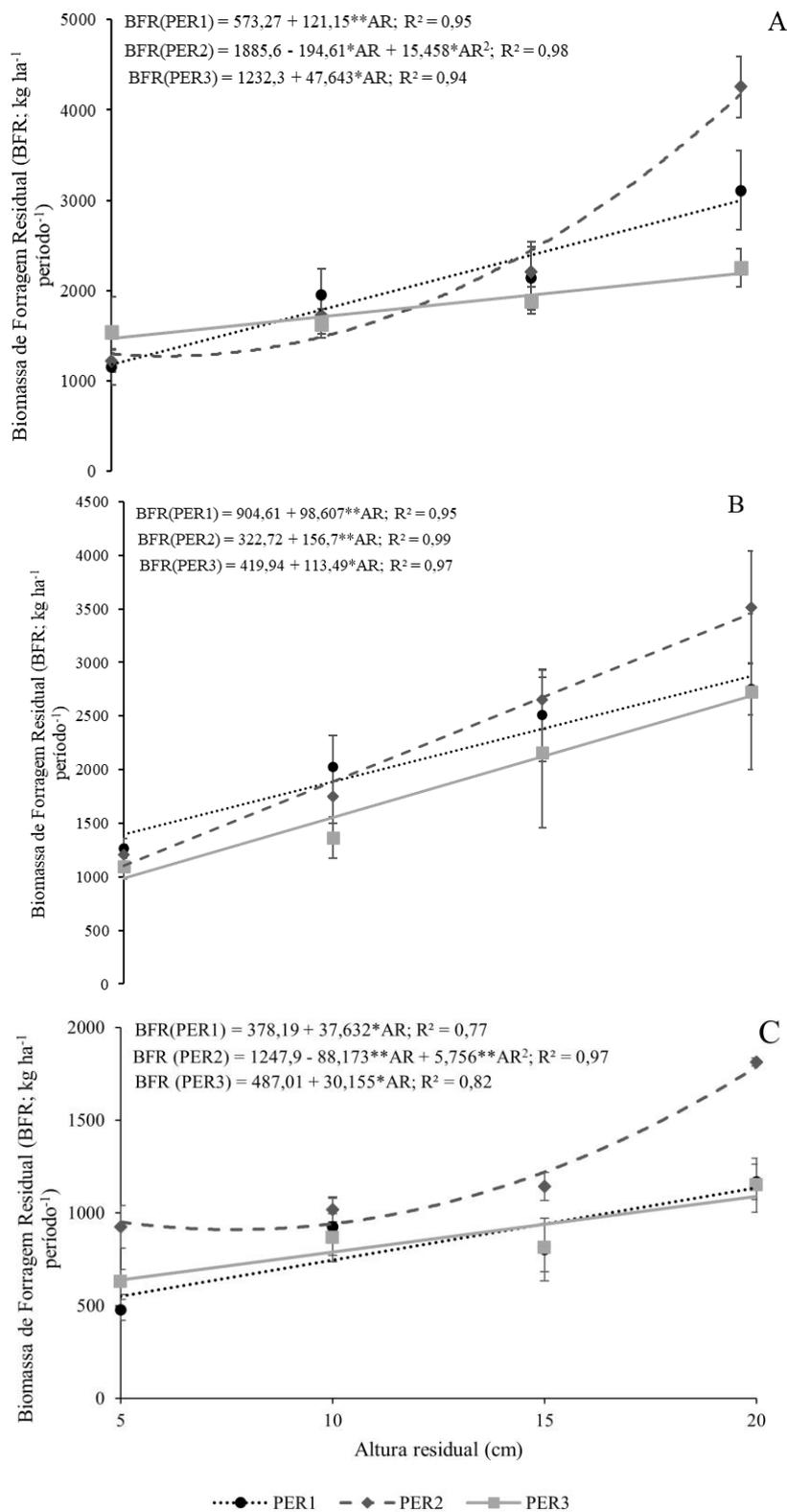
Para o capim-massai, foi constatado menor IAF no 3º ciclo (2,91) em comparação ao 1º (7,84) e ao 2º (6,0), enquanto para o capim-corrente, o maior valor de IAF foi observado no 1º ciclo (1,49) em detrimento dos demais. O COMP do capim-búffel foi maior no 2º e 3º ciclo, com 30,56 e 35,04 cm, respectivamente, enquanto o capim-massai apresentou maior COMP no 2º ciclo (53,74 cm) e menor, no 3º (35,29 cm), não diferindo ambos do 1º ciclo (42,06 cm). Apesar de não haver diferença significativa dos ciclos avaliativos sobre o IAF do capim-búffel ($P > 0,05$), podemos observar uma redução do NFV e um aumento do COMP ao longo dos intervalos de corte, priorizando-se o crescimento extensivos das folhas em detrimento da produção de novas lâminas foliares no decorrer do tempo.

Observou-se significância dos ciclos de avaliação sobre a largura da primeira folha expandida (LARG) do capim-corrente ($P < 0,05$), com maior valor constatado no 2º ciclo (1,36 cm), em relação ao 1º (1,19 cm) e ao 3º (1,18 cm) (Tabela 1). Oliveira (1999), ao avaliar a produtividade e manejo do capim-corrente no Semiárido Nordestino, observou valores de 15 cm de comprimento e 1,5 cm de largura de folhas, dados semelhantes aos encontrados. Não houve efeito dos ciclos de avaliações sobre a LARG dos capins búffel e massai durante o período de estabelecimento ($P > 0,05$).

O estabelecimento de uma pastagem dependerá da qualidade da semente utilizada (VALENTIM et al., 2001), evidenciando a importância do grau de pureza das sementes na formação da área, que influencia diretamente na produtividade e perenidade do dossel. Durante o período de estabelecimento, foi observada a presença de outras espécies do gênero *Megathyrsus*, que interferiram na precisão e avaliação dos dados coletados para o capim-massai durante esse período.

Houve efeito das alturas residuais e períodos de avaliações sobre a biomassa de forragem residual (BFR) ($P < 0,05$) dos capins búffel, massai e corrente durante a época seca (Figura 13).

Figura 13 – Biomassa de forragem residual dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) sob diferentes alturas residuais e períodos de avaliações durante a época seca



AR = Altura Residual; PER1 = 1º Período de Avaliação; PER2 = 2º Período de Avaliação; PER3 = 3º Período de Avaliação; significativo ao nível de 1% (**) e 5% (*).

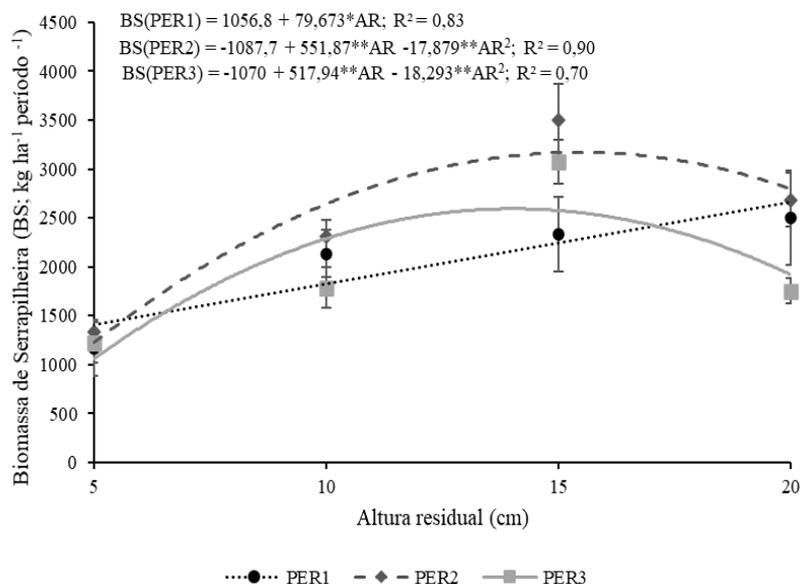
Com relação à BFR do capim-búffel, foi observado efeito linear crescente ao aumento das alturas residuais durante o PER1 e PER3, com valores médios estimados de 1.179,0 e 2.996,3 kg ha⁻¹ período⁻¹ no 1º período de avaliação e 1.470,5 e 2.185,2 kg ha⁻¹ período⁻¹, no 3º período, nas AR de 05 e 20 cm, respectivamente (Figura 13A). Para o PER2, este apresentou um padrão de resposta quadrática, com valor mínimo de 1.273,1 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 6,3 cm. De acordo com Oliveira (1993), o capim-búffel manejado durante o período seco pode apresentar uma biomassa residual de 1.500 kg ha⁻¹ quando manejado a uma altura de 10 cm, valor semelhante aos dados encontrados.

Para a BFR do capim-massai, todos os períodos de avaliações apresentaram efeito linear crescente com o aumento das alturas residuais, com valores médios de 1.397,7 e 2.876,8 kg ha⁻¹ período⁻¹ no PER1, 1.106,2 e 3.456,7 kg ha⁻¹ período⁻¹ no PER2 e 987,4 e 2.689,7 kg ha⁻¹ período⁻¹ no PER3, nas AR de 05 e 20 cm, respectivamente (Figura 13B). A elevada produtividade do capim-massai pode ser atribuída à maior taxa de acúmulo de lâminas foliares presentes quando manejado sob baixas AR, que contribuíram para aumentar a produção de MS, tendo em vista que é um capim que forma touceiras de altura média de 60 cm, demonstrando seu potencial para utilização sob corte ou pastejo (LUNA et al., 2014; LEMPP et al., 2001). Aguiar et al. (2002), ao avaliar a produtividade do capim-mombaça manejado sem irrigação durante as épocas seca e chuvosa, observaram produtividade de 1.918,0 e 2.957,0 kg ha⁻¹ de MS nos cultivos de sequeiro e chuvoso, respectivamente, recomendando que ao manejar forrageiras do gênero *Megathyrsus* de forma intensiva, o material residual presente na área não deve ultrapassar 1.500 kg ha⁻¹ de MS, na tentativa de aumentar a penetração dos raios solares que vão influenciar diretamente no estímulo ao processo de rebrotação, garantindo a perenidade do pasto.

Quanto ao capim-corrente, foi observado uma condição linear positiva para a BFR no 1º e 3º períodos de avaliações com o aumento das AR, com valores estimados de 566,4 e 1.130,8 kg ha⁻¹ período⁻¹ no PER1 e 637,8 e 1.090,1 kg ha⁻¹ período⁻¹ no PER3, nas AR de 05 e 20 cm, respectivamente (Figura 13C). No PER2, houve um padrão de resposta quadrática, com valor minimizado de 910,3 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 7,7 cm.

Houve efeito das alturas residuais e períodos de avaliações sobre a biomassa de serrapilheira (BS) (P<0,05) do capim-búffel manejado durante a época seca (Figura 14).

Figura 14 – Biomassa de serrapilheira do capim-búffel sob diferentes alturas residuais e períodos de avaliações durante a época seca

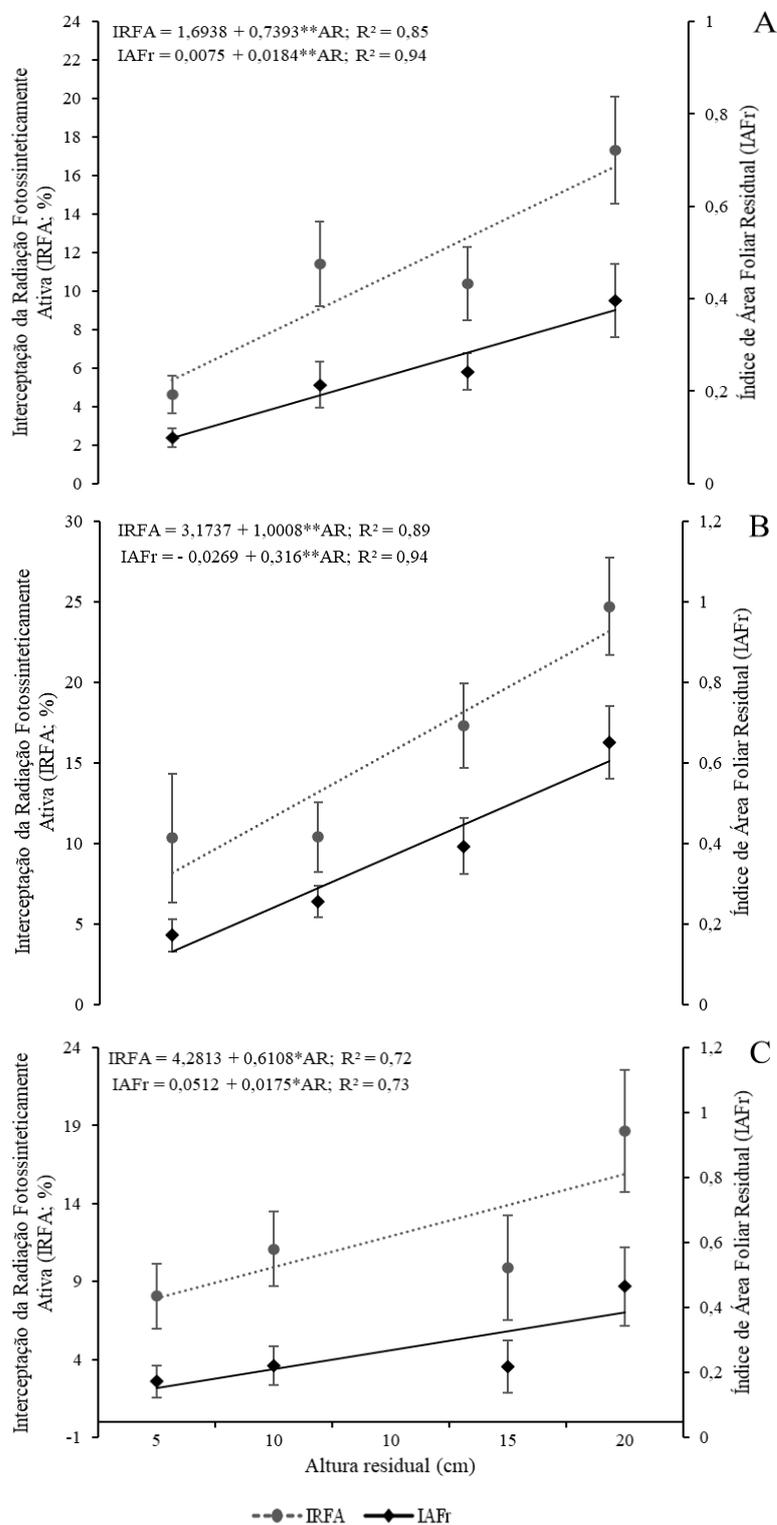


AR = Altura Residual; PER1 = 1º Período de Avaliação; PER2 = 2º Período de Avaliação; PER3 = 3º Período de Avaliação; significativo ao nível de 1% (**) e 5% (*).

Observou-se efeito linear crescente da BS do capim-búffel ao aumento das alturas residuais durante o PER1, com valores de 1.455,2 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 5 cm e de 2.650,3 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 20 cm (Figura 14). Durante o 2º e 3º período avaliativo, a BS apresentou padrão de resposta quadrática, com valores maximizados de 3.170,9 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 14,5 cm e 2.596,2 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 14,2 cm, durante o PER2 e PER3, respectivamente. Devido os solos da Caatinga serem rasos e de baixa capacidade de infiltração de água, a presença de serrapilheira será essencial na época seca para proteger o solo dos raios solares intensos e durante as primeiras chuvas, para evitar o impacto direto das gotas de água (SOUTO, 2006), além de serem um importante recurso forrageiro disponível utilizado na dieta dos animais durante o período de estiagem, quando há uma menor oferta de forragem (PINHEIRO & NAIR, 2018; ARAÚJO FILHO, 2013).

Constatou-se efeito das alturas residuais sobre as variáveis índice de área foliar residual (IAFr) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) (P<0,05) dos capins búffel, massai e corrente manejados durante a época seca (Figura 15).

Figura 15 – Índice de área foliar residual e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) sob diferentes alturas residuais durante a época seca



AR = Altura Residual; significativo ao nível de 1% (**) e 5% (*).

Observou-se condição linear crescente dos valores de índice de área foliar residual e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa com o aumento das alturas residuais para todos os capins avaliados, com valores médios estimados de IAFr de 0,1 e 0,4 para o capim-búffel (Figura 15A), 0,2 e 0,7 para o capim-massai (Figura 15B) e 0,2 e 0,5 para o capim-corrente (Figura 15C), nas AR 5 e 20 cm, respectivamente. Quanto ao IRFA, foram obtidos médias de 5,39 e 16,48% para o capim-búffel (Figura 15A), um valor de 8,18 e 23,19% para o capim-massai (Figura 15B) e de 7,34 e 16,5%, para o capim-corrente (Figura 15C), nas alturas residuais de 5 e 20 cm, respectivamente.

Constatou-se que quanto maior a altura residual preestabelecida (Figuras 13 e 15), mais expressiva é a quantidade de tecido foliar fotossinteticamente remanescente presente, resultando em um aumento do IAFr, IRFA e biomassa de forragem residual à medida que se eleva a AR. A presença de lâminas foliares verdes e o IAFr possuem grande relevância na rebrotação do pasto, pois a área foliar verde remanescente após o corte ou pastejo será diretamente proporcional à taxa de fotossíntese líquida do pasto (GOMIDE et al., 2002).

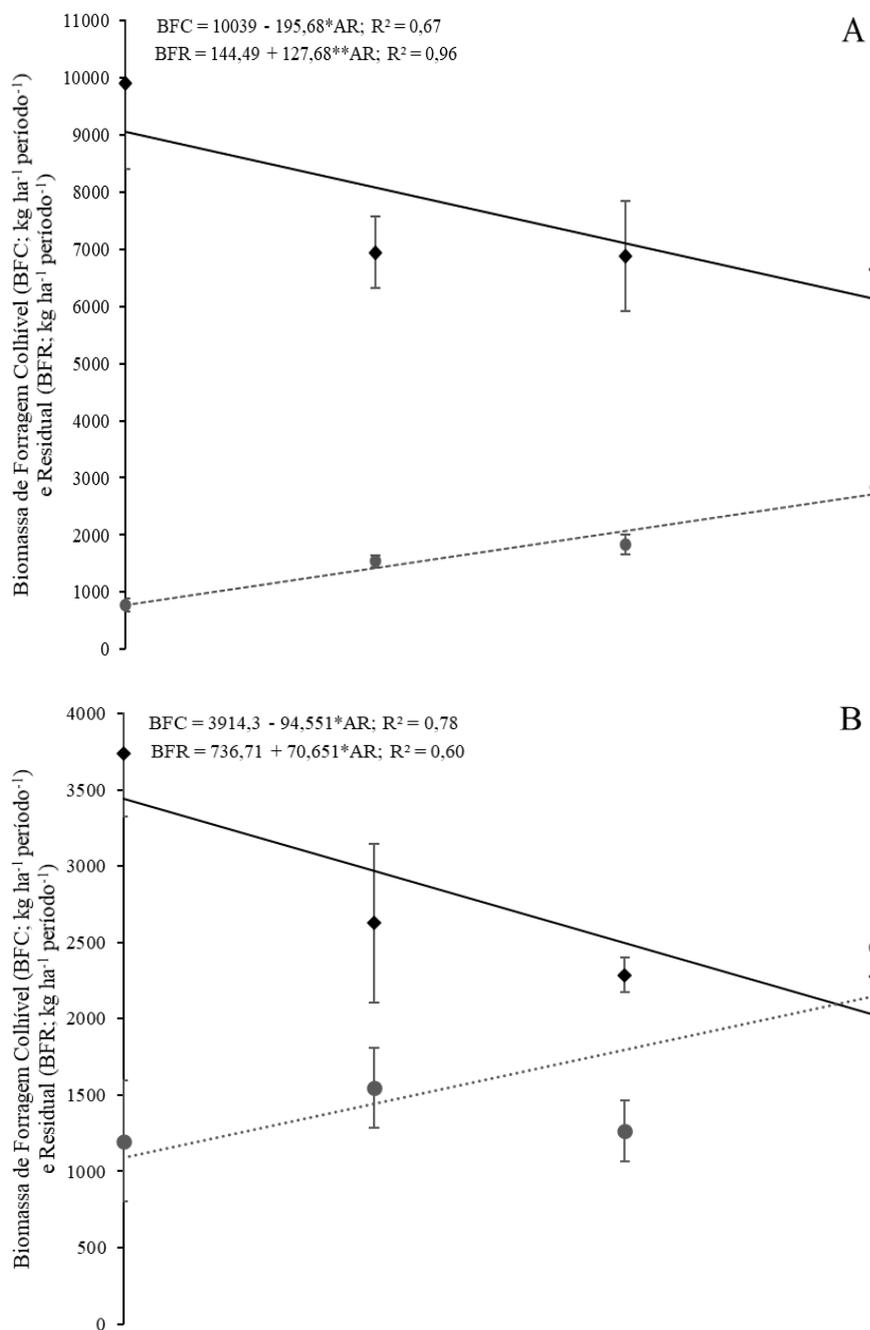
A utilização de determinada AR em cultivos de sequeiro durante a época seca, pode influenciar diretamente no processo de rebrotação que terá início na época chuvosa do ano seguinte, visto que pastos com maior presença de folhas remanescentes do corte, ou seja, pastos que apresentem um IAFr alto ou maior AR, podem resultar em menor utilização das reservas orgânicas por parte da planta, tornando mais rápida a sua rebrotação. A restauração de uma pastagem sob menor IAFr exigirá maior mobilização de seu estoque acumulado, uma vez que a regeneração por meio das reservas é mais dispendiosa para a planta do que a regeneração via fotossíntese das folhas remanescentes (CUTRIM JUNIOR et al., 2011; LOPES et al., 2013).

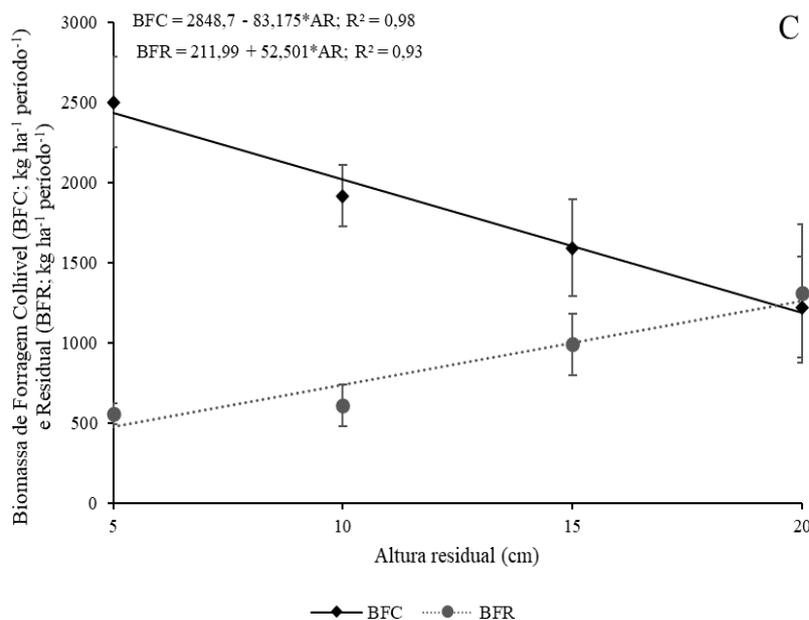
Através de uma altura residual predefinida para a época seca quando em cultivos de sequeiro, tem-se a possibilidade de controlar o alongamento de colmos, que é uma fração indesejável e que representa grande gasto de energia para as plantas, além de influenciar negativamente no valor nutritivo da forragem produzida, sendo realizada dentro dos limites de tolerância da planta à desfolhação, de forma que não venha a comprometer a persistência do pasto (LOPES et al., 2011; DIFANTE et al., 2009). Esse controle exerce influência direta na manutenção da área de pastagem, subordinado ao processo de rebrotação que ocorrerá com o início das primeiras chuvas, podendo afetar diretamente a capacidade de renovação da área, reduzindo o perfilhamento e emissão de novas folhas pelo dossel forrageiro.

Além disso, o hábito de crescimento das plantas forrageiras influencia diretamente na rebrota da área por ocasião da remoção do meristema apical, que são os tecidos responsáveis pela produção de novas folhas, sendo ocasionado principalmente em plantas que apresentam crescimento cespitoso com formação de touceiras, a exemplo dos capins búffel e massai, podendo necessitar da realização de um corte ou pastejo menos intenso, mantendo maiores alturas de resíduo, em detrimento do manejo de plantas que apresentam crescimento estolonífero ou rizomatoso, como o capim-corrente, que tende a tolerar um pastejo mais intensivo, mantendo os meristemas apicais menos expostos ao processo de decapitação pelo corte ou pastejo por animais (COSTA et al., 2004). A estrutura residual de uma pastagem exerce fundamental importância na capacidade que as gramíneas apresentam de persistirem dentro de um sistema de frequentes desfolhações e, de acordo com a intensidade exercida pelo corte ou pastejo, resultará em alterações na estrutura do dossel (plasticidade fenotípica) no decorrer de seu desenvolvimento com base no manejo adotado (LOPES et al., 2011).

Houve efeito das alturas residuais sobre a biomassa de forragem colhível (BFC) e biomassa de forragem residual ($P < 0,05$) dos capins búffel, massai e corrente manejados durante a época chuvosa (Figura 16).

Figura 16 – Biomassa de forragem colhível e residual dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa





AR = Altura Residual; significativo ao nível de 5% (*).

Verificou-se que à medida que se elevaram as alturas residuais, há uma tendência a apresentar efeito linear positivo dos valores de BFR e, em contrapartida, uma menor BFC para todos os capins avaliados (Figura 16), levando-se em consideração que os tratamentos não diferiram com relação à altura do dossel, apresentando estandes significativamente homogêneos ($P > 0,05$). Foram observados valores médios de BFC do capim-búffel de 9.894,5 e 6.654,4 kg ha⁻¹ período⁻¹ (Figura 16A), de 3.441,5 e 2.023,3 kg ha⁻¹ período⁻¹ para o capim-massai (Figura 16B) e de 2.432,8 e 1.185,2 kg ha⁻¹ período⁻¹ para o capim-corrente (Figura 16C), nas AR de 5 e 20 cm, respectivamente. Quanto a BFR, foi observada médias de 782,9; 1.090,0 e 474,5 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 5 cm e de 2.698,1; 2.149,7 e 1262,0 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 20 cm, para os capins búffel (Figura 16A), massai (Figura 16B) e corrente (Figura 16C), respectivamente.

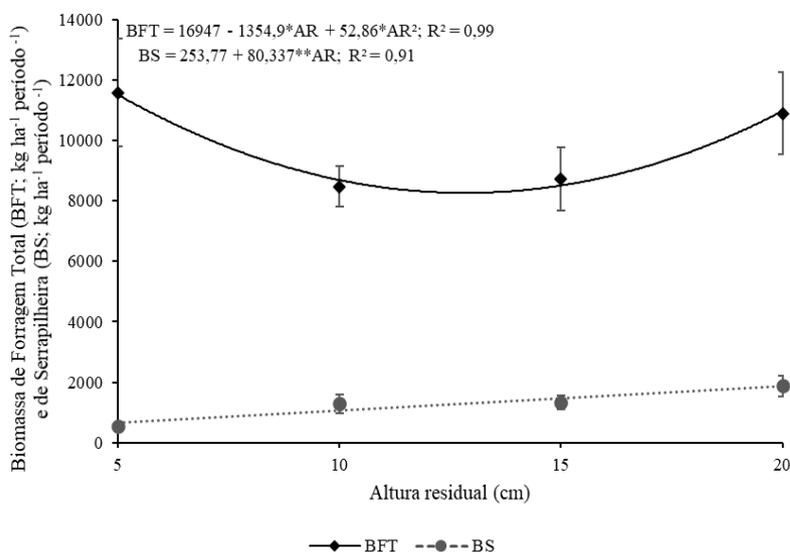
O crescimento acentuado do capim-búffel, observado durante o início das precipitações, em alturas residuais advindas da época seca que apresentavam poucas ou nenhuma lâmina foliar remanescente deve-se à sua maior eficiência no uso da água, atribuída a capacidade de utilizar-se das reservas orgânicas acumuladas presentes na base de seus colmos, conferindo-lhes alta capacidade de rebrotação após a época seca com rápida expansão durante o início das primeiras chuvas, após um intenso e prolongado déficit hídrico (MARSHALL et al., 2012; MEDEIROS & DUBEUX JUNIOR, 2008). Além disso, a presença de colmos finos e de base avolumada, propicia o acúmulo de carboidratos de

reserva para liberação lenta quando necessário, o que lhes confere alta capacidade de rebrota após a época seca (BOTREL, 1998; MARSHALL et al., 2012; PUPO, 1979).

Para o capim-massai, a elevada produção de biomassa de forragem colhível e residual apresentada nas AR avaliadas pode ser atribuída a uma condição de destaque observada nos cultivares do gênero *Megathyrsus*, que apresentam um sistema radicular vigoroso e profundo, favorecendo a absorção de nutrientes situados em camadas mais profundas do solo (GOMES et al., 2011), o que contribuiu para uma rápida e eficiente produção de biomassa durante o início da época chuvosa, principalmente por propiciar maior acúmulo de lâminas foliares pelas plantas.

Houve efeito das alturas residuais sobre a biomassa de forragem total e biomassa de serrapilheira ($P < 0,05$) do capim-búffel manejado durante a época chuvosa (Figura 17). A BFT do capim-búffel apresentou um padrão de resposta quadrática, com valor mínimo de 8.264,9 kg ha⁻¹ período⁻¹ na AR de 12,8 cm, enquanto a BS demonstrou uma resposta linear crescente com o aumento das alturas residuais, com valores de 655,5 e 1.860,5 kg ha⁻¹ período⁻¹ nas AR de 5 e 20 cm, respectivamente (Figura 17).

Figura 17 - Biomassa de forragem total e de serrapilheira do capim-búffel sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa

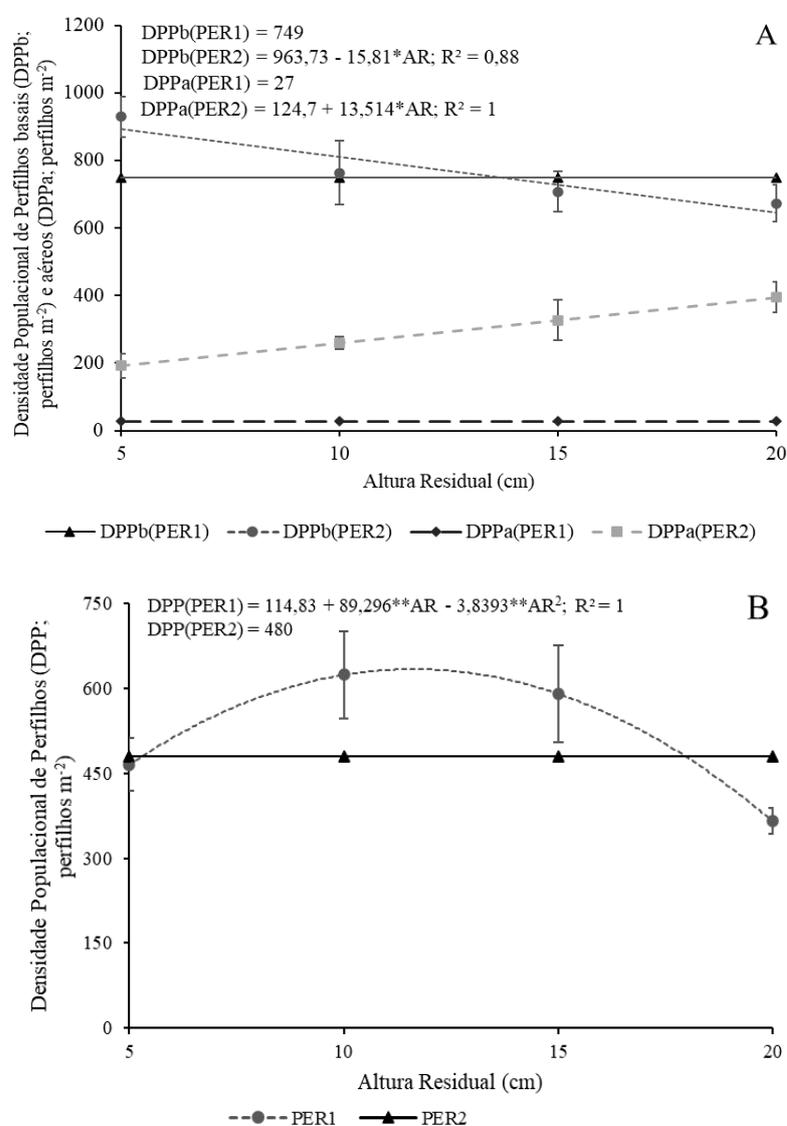


AR = Altura Residual; significativo ao nível de 5% (*).

Constatou-se diferença das alturas residuais sobre a densidade populacional de perfilhos ($P < 0,05$) dos capins búffel e massai manejados durante a época chuvosa (Figura 18). Com relação a densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) e aéreos (DPPa) do capim-búffel, não houve diferença significativa durante o PER1 para ambos, apresentando médias de 749 e 27 perfilhos m⁻², respectivamente. Em contrapartida, observou-se condição

linear decrescente para a densidade populacional de perfilhos basais e linear crescente, para a densidade populacional de perfilhos aéreos do capim-búffel durante o PER2, com valores de 885 e 192 perfilhos m^{-2} na AR de 5 cm e de 648 e 395 perfilhos m^{-2} na AR de 20 cm com relação a DPPb e DPPa, respectivamente (Figura 18A). Para o capim-massai, observou-se um padrão de resposta quadrática com valor maximizado de 634 perfilhos m^{-2} na AR de 11,6 cm durante o PER1, não diferindo durante o PER2, com valor médio de 480 perfilhos m^{-2} (Figura 18B).

Figura 18 – Densidade populacional de perfilhos dos capins búffel (A) e massai (B) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa



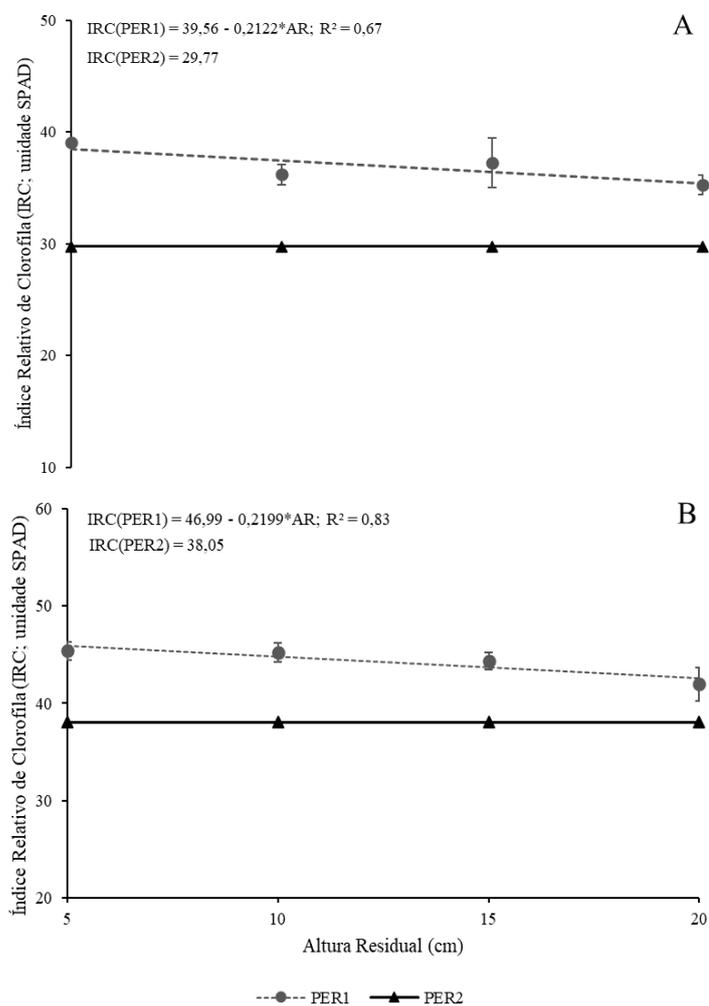
AR = Altura Residual; PER1 = 1º Período de Avaliação; PER2 = 2º Período de Avaliação; significativo ao nível de 1% (**) e 5% (*).

Observa-se um efeito compensatório sobre a DPP basais e aéreos do capim-búffel ao aumento das alturas residuais, atribuída a tentativa das plantas em manter o dossel em constante renovação. Essa resposta demonstra que a predefinição de uma altura residual de 5 cm possibilita maior estímulo do ambiente luminoso ao desenvolvimento das gemas presentes na base do colmo, culminando em maior renovação da população de perfilhos basais (PORTELA et al., 2011) e em controvérsia, alturas residuais de 20 cm, tendem a aumentar a produção de perfilhos aéreos, pela maior presença de colmos no dossel forrageiro. Uma gramínea forrageira sob maior AR com presença de folhas remanescentes pressupõe maior capacidade de perfilhamento aéreo, tendo em vista que em cada inserção de folha, existe uma gema em potencial de gerar um novo perfilho, conforme as condições ambientais que a planta está submetida. Em associação, observa-se que as maiores produções de BFT foram observadas nas alturas residuais de 5 e 20 cm, com valores de 11.583,6 e 10.903,4 kg ha⁻¹ período⁻¹, respectivamente, oriundo da contribuição dos perfilhos basais e aéreos que foram formados com base no manejo adotado.

Segundo Valentim et al. (2001), o capim-massai apresenta excelente vigor de rebrotação durante o ano, que associado a alta proporção de folhas e elevada densidade populacional de perfilhos, permitem que o pasto mantenha mais de 80% de cobertura do dossel durante o período chuvoso, sendo semelhante aos dados observados. Euclides et al (2008), observaram que grande capacidade produtiva do capim-massai quando comparado a outras cultivares, além de maior persistência e manutenção de cobertura do dossel forrageiro após cinco anos de implantação de áreas de pasto. De acordo com Lopes et al. (2020), a alta capacidade de perfilhamento e de cobertura do solo do capim-massai, associado com elevada produção de biomassa foliar, são características desejáveis, que permitem que este seja indicado para utilização em sistemas intensivos. Em associação, considera-se um cultivar com capacidade de manter a estrutura do dossel durante o período das águas, sendo favorável ao pastejo de animais de pequeno porte que são manejados em regiões semiáridas (EMERENCIANO NETO et al., 2013).

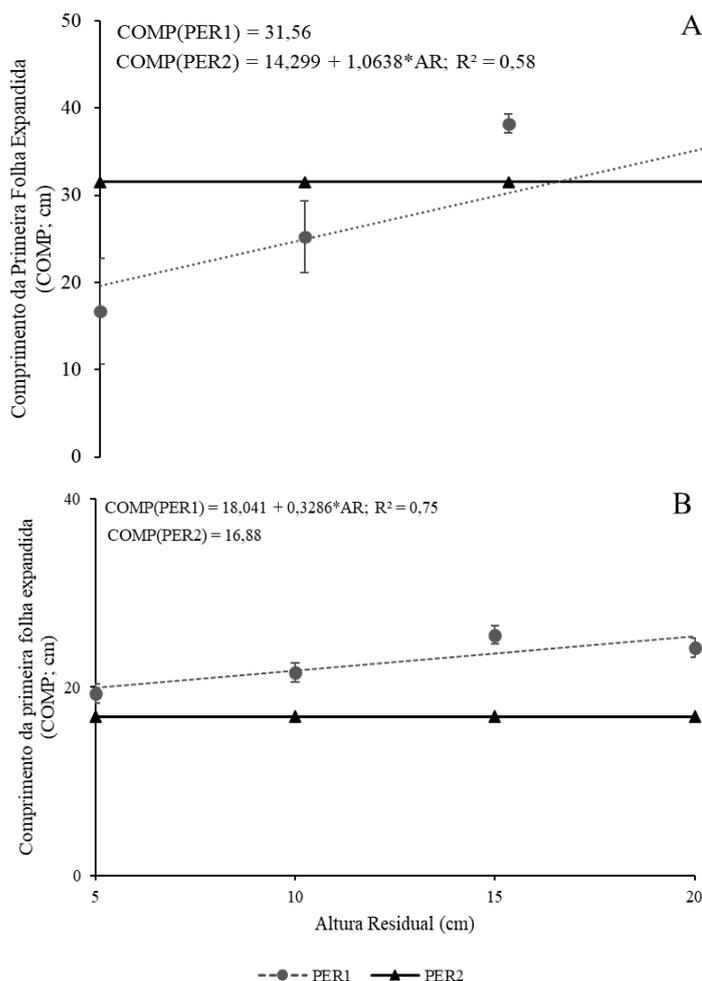
Constatou-se efeito das alturas residuais sobre o índice relativo de clorofila dos capins massai e corrente e sobre o comprimento da primeira folha expandida ($P < 0,05$) dos capins búffel e corrente manejados durante a época chuvosa (Figuras 19 e 20).

Figura 19 – Índice relativo de clorofila dos capins massai (A) e corrente (B) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa



AR = Altura Residual; PER1 = 1º Período de Avaliação; PER2 = 2º Período de Avaliação; significativo ao nível de 5% (*).

Figura 20 – Comprimento da primeira folha expandida dos capins búffel (A) e corrente (B) sob diferentes alturas residuais durante a época chuvosa



AR = Altura Residual; PER1 = 1º Período de Avaliação; PER2 = 2º Período de Avaliação; significativo ao nível de 5% (*).

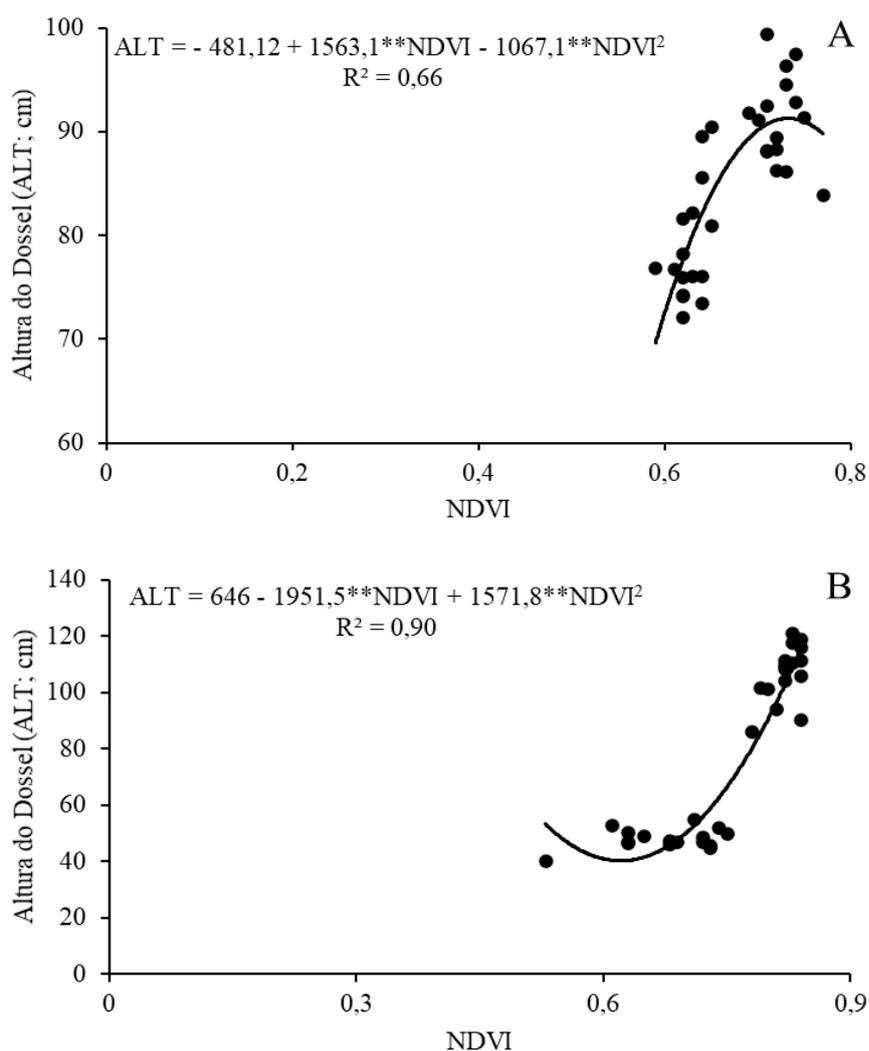
Com relação ao IRC dos capins massai e corrente, ambos demonstraram efeito linear decrescente ao aumento das AR durante o PER1, não diferindo quanto ao PER2, apresentando valores médios de 29,77 (Figura 19A) e 38,05 unidades SPAD (Figura 19B), respectivamente.

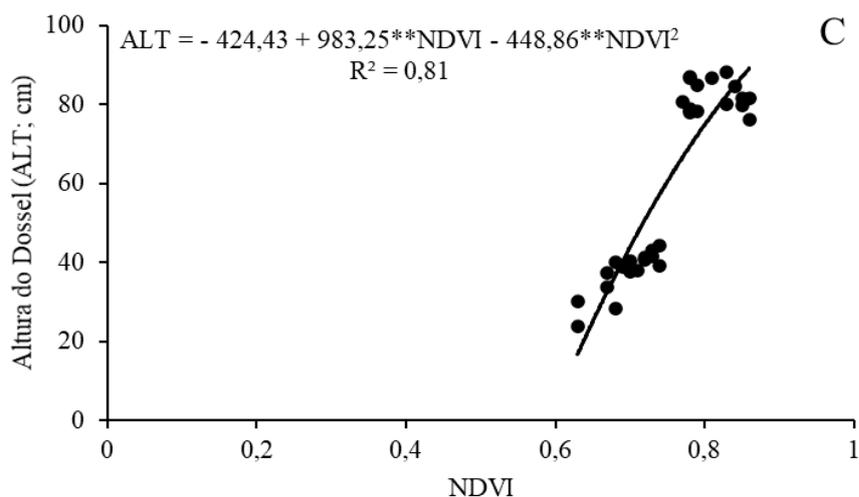
Com relação ao COMP do capim-búffel, não houve diferença significativa durante o PER1, com média de 31,56 cm e um efeito linear positivo durante o PER2, com valores médios de 19,62 e 35,58 cm nas AR de 5 e 20 cm, respectivamente (Figura 20A). Para o capim-corrente, o COMP durante o PER1 demonstrou condição linear crescente ao aumento das AR, com valor de 19,68 cm na AR de 5 cm e de 24,61 cm na AR de 20 cm, não havendo diferença durante o PER2 (Figura 20B). Atribui-se a relevância de mensurar o comprimento da primeira folha expandida por ser uma importante característica do índice de

área foliar, influenciando na interceptação luminosa disponível durante o início do período de rebrotação, com direta influência na taxa de acúmulo de forragem obtida pelo dossel.

A análise de correlação de Pearson indicou uma forte correlação positiva para todos os capins avaliados para ALTxNDVI, com $R^2=0,66$; 0,90 e 0,81 para os capins búffel, massai e corrente, respectivamente (Figura 21).

Figura 21 - Correlação entre a altura do dossel e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) dos capins búffel (A), massai (B) e corrente (C) durante a época chuvosa





Significativo ao nível de 1% (**).

De acordo com Chen et al. (1986), a utilização dos índices de vegetação para caracterizar e quantificar um parâmetro biofísico de culturas agrícolas, apresenta as vantagens de reduzir a dimensão das informações multiespectrais através de um simples número e fornecer um número altamente correlacionado aos parâmetros agrônômicos.

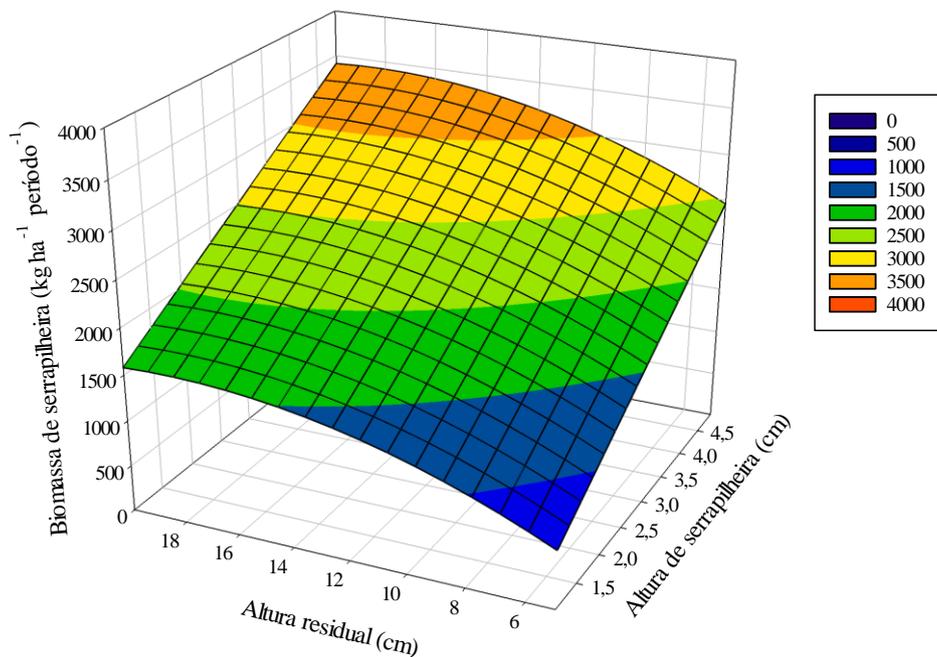
Constatou-se interação entre alturas residuais (AR) e a altura da serrapilheira (ALTserrap) ($P < 0,05$) sobre a variável biomassa de serrapilheira (BS) para os capins búffel e massai (Figura 22).

Figura 22 – Biomassa de serrapilheira dos capins búffel (A) e massai (B) em função das alturas residuais e da altura de serrapilheira

$$BS = -723,59 + 482,45**ALTserrap - 0,3561**ALTserrap^2 + 194,55**AR - 5,2498**AR^2$$

$$R^2 = 0,32$$

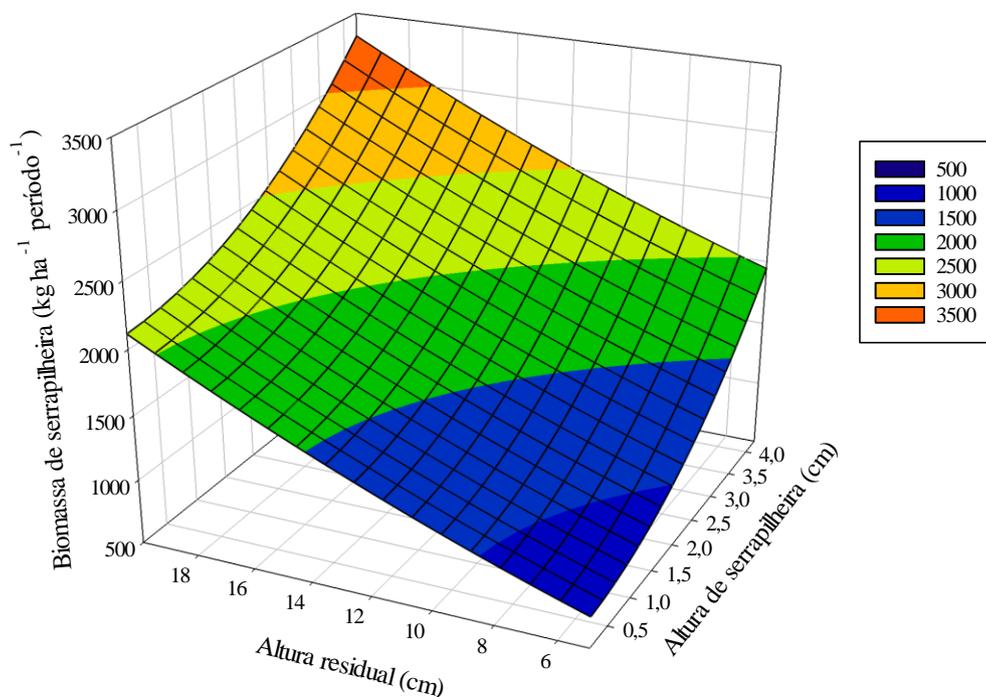
A



$$BS = 411,20 + 13,79**ALTserrap + 63,6596**ALTserrap^2 + 58,08**AR + 1,3513**AR^2$$

$$R^2 = 0,40$$

B



Significativo ao nível de 1% (**).

Verificou-se ajuste ao modelo de regressão múltipla para BS em função das combinações de AR e ALTserrap para os capins búffel e massai (Figura 22), com valor de

$R^2=0,32$ e $0,40$, respectivamente. Na determinação de uma altura residual ideal de manejo da planta forrageira, deve-se ter em vista a sua capacidade de propiciar maior cobertura do solo, pois as perdas de nutrientes resultantes dos processos erosivos são corriqueiras, sendo sua ocorrência atribuída à redução ou ausência de uma deposição de material vegetal eficaz na superfície do solo capaz de manter suas características físicas por um tempo prolongado. Solos sem cobertura vegetal estão propensos à dispersão de suas partículas ocasionadas pelo impacto das gotas de água, resultando no selamento de sua superfície e em menor aeração e disponibilidade de água no solo (ALENCAR et al., 2010).

5 CONCLUSÕES

A estrutura do dossel forrageiro das gramíneas avaliadas foi influenciada pelo período do ano e pelas diferentes alturas residuais adotadas. Pastos de *Pennisetum ciliare* cv. Molopo manejados sob menores alturas residuais demonstraram características adaptativas ao longo de todo o período avaliado, com alta produtividade e elevada produção de perfilhos basais, sem comprometimento na manutenção da renovação e perenidade da pastagem, enquanto pastos formados por *Megathyrsus maximus* cv. Massai e *Urochloa mosambicensis* demonstram que uma altura residual mais elevada seria ideal para proporcionar um pleno vigor de rebrotação e desenvolvimento dos estandes forrageiros.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; SILVA, A.M.; CAMPOS, D.O.; FRANÇA, G.M.; VILELA, J.A.; REZENDE, L.F. Avaliação de características de crescimento e de produção do capim Mombaça *Panicum maximum*, Jacq. cv Mombaça sob condições irrigadas e em sequeiro em ambiente de Cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais** [...]. Recife: SBZ, 2002.

ALENCAR, Carlos Augusto Brasileiro; CÓSER, Antônio Carlos; MARTINS, Carlos Eugênio; OLIVEIRA, Rubens Alves; CUNHA, Fernando França; FIGUEIREDO, José Luis Aguiar. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 21-27, 2010.

ALMEIDA, Ana Aparecida da Silva; MONTEIRO, Francisco Antonio; JANK, Liana. Avaliação de *Panicum maximum* para tolerância ao alumínio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 339-344, 2000.

ANDERSSON, K.; TROTTER, M.; ROBSON, A.; SCHNEIDER, D.; FRIZELL, L.; SAINT, A.; LAMB, D.; BLORE, C. Estimating pasture biomass with active optical sensors. **Advances in Animal Biosciences: Precision Agriculture**, v. 8, n. 2, p. 754-757, 2017.

ANDRADE, Alberício Pereira; COSTA, Roberto Germano; SANTOS, Edson Mauro; SILVA, Divan Soares. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 4, p. 01-14, 2010.

ANDRADE, Eunice Maia de; PEREIRA, Omar Jesus; DANTAS, Francisco Éden Rocha. **Semiárido e o manejo dos recursos naturais**: uma proposta de uso adequado do capital natural. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2016. 406p.

ANDRADE, Eunice Maia; SENA, Maria Gina Torres; SILVA, Antonio Gilvanilson Rodrigues; PEREIRA, Francisco Jairo Soares; LOPES, Fernando Bezerra. Uncertainties of the rainfall regime in a tropical semi-arid region: the case of the State of Ceará. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 2, p. 88-95, 2016a.

ANTONIO, Rafaela Priscila. **Espécies forrageiras**: principais contribuições, estado atual e perspectivas para a pesquisa na Embrapa Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. 27p.

AQUINO, Deodato do Nascimento; ANDRADE, Eunice Maia; PALÁCIO, Helba Araújo de Queiroz; PEREIRA JÚNIOR, Lécio Rezende. Nutrient cycling and CO₂ emissions in areas of preserved and thinned Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 1-10, 2017.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CRISPIM, S.M.A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. **Anais eletrônicos**. Corumbá: Embrapa Pantanal: UNC, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.A. Manejo de pastagens nativas no sertão cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PASTAGEM NATIVA DO TROPICO SEMI-ARIDO, 1, Fortaleza.

Anais [...]. XVII Reunião da SBZ, 1980, Fortaleza: SBZ, 1980. p. 45-58.

ARAÚJO FILHO, João Ambrósio. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200p.

ARAÚJO FILHO, João Ambrósio. **Proposta para a implementação do manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Ministério do Meio Ambiente, 2014. 135p.

AYERSA, Ricardo. **El buffel grass: utilidad y manejo de una promisoría gramínea**. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur S.A., 1981. 139p.

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: The HFRO Sward Stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**. Midlonthian, 1985. p. 29-30.

BOTREL, Milton de Andrade; NOVAES, Luciano Patto; ALVIM, Maurílio José. **Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 35p. (Documento 66).

BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.

CAMPOS, Fleming Sena; GOIS, Glacyane Costa; VICENTE, Saullo Laet Almeida; MACEDO, Amélia; MATIAS, Alex Gomes da Silva. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. **Nutritime Revista Eletrônica**, online, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 5004-5013, 2017.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. Águas superficiais no semiárido brasileiro: Desafios ao atendimento aos usos múltiplos. In: MEDEIROS, Salomão de Sousa; GHEYI, Hans Raj; GALVÃO, Carlos de Oliveira; PAZ, Vital Pedro da Silva. **Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas**. 1. Ed. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, 2011. p. 250-268.

CÂNDIDO, M.J.D.; ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTE, M.A.B. Pastagens no ecossistema semiárido brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: SBZ; UFG, 2005. p. 85-94.

CAVALCANTE, Ana Clara Rodrigues; ARAÚJO, Jucivânia Furtado; SOUZA, Henrique Antunes; TONUCCI, Rafael Gonçalves; ROGÉRIO, Marcos Cláudio Pinheiro; VASCONCELOS, Elayne Cristina Gadelha; MESQUITA, Tony Maiko Oliveira. **Recomendações para o uso do capim-massai de forma diferido no Semiárido Brasileiro**. Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado técnico online n°131, 2012.

CAVALCANTE, Ana Clara Rodrigues; FERNANDES, Francisco Eden Paiva; TONUCCI, Rafael Gonçalves; SILVA, Nilzema Lima. Tecnologias para o uso pastoril sustentável da Caatinga. In: FURTADO, Dermeval Araújo; BARACUHY, José Geraldo de Vasconcelos; FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. **Difusão de Tecnologias Apropriadas para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: EPGRAF, 2013. p. 95-112.

CHEN, C.S.; TARDIN, A.T.; BATISTA, G.T. **Índices de Vegetação e suas aplicações na**

agricultura. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1986. 24p.

CHIPPINDALL, Lucy K.A. A guide to the identification of grasses in South Africa. *In*: MEREDITH, D. (Ed.) **The grasses and pastures of South Africa**. Cape Town: South Africa Central News Agency. 1995. p. 1-527.

CORREIA, Rebert Coelho; KIILL, Lúcia Helena Piedade; MOURA, Magna Soelma Beserra; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira; JESUS JUNIOR, Luciano Alves; ARAÚJO, José Lincoln Pinheiro. A região semiárida brasileira. *In*: VOLTOLINI, Tadeu Vinhas. **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 28p.

COSTA, Newton de Lucena; MAGALHÃES, João Avelar; TOWNSEND, Cláudio Ramalho; PAULINO, Valdinei Tadeu. **Fisiologia e manejo de plantas forrageiras**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 27p.

CUTRIM JUNIOR, José Antonio Alves; CÂNDIDO, Magno José Duarte; VALENTE, Bruno Stefano Miranda; CARNEIRO, Maria Socorro de Souza; CARNEIRO, Hilton Alexandre Vidal. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 489-497, 2011.

DANTAS NETO, José; SILVA, Francisco de Assis Santos e; FURTADO, Demerval Araújo; MATOS, José de Arimatéia de. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1867-1874, 2000.

DECHEN, Sonia Carmela Falci; TELLES, Tiago Santos; GUIMARÃES, Maria de Fátima; MARIA, Isabella Clerice de. Losses and costs associated with water erosion according to soil cover rate. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 2, p. 224-233, 2015.

DIFANTE, Gelson Santos; EUCLIDES, Valéria Pacheco Batista; NASCIMENTO JÚNIOR, Domicio; DA SILVA, Sila Carneiro; TORRES JÚNIOR, Roberto Augusto Almeida; SARMENTO, Daniel Oliveira Lucena. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 06, p. 1001-1008, 2009.

DUQUE, José Guimarães. **Solo e água no polígono das secas**. 6 ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 334p.

EDVAN, Ricardo L.; SANTOS, Edson; DA SILVA, Divan Soares; DE ANDRADE, Alberício Pereira; COSTA, Roberto Germano; VASCONCELOS, W.A. Características de produção do capim-buffel submetido a intensidades e frequências de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1281-1289, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 361p.

EMERENCIANO NETO, João Virgínio; DIFANTE, Gelson dos Santos; MONTAGNER, Denise Baptaglin; BEZERRA, Marcio Gleybson da Silva; GALVÃO, Rômulo Cortez Pinheiro; VASCONCELOS, Rayssa Iris Galvão. Características estruturais do dossel e

acúmulo de forragem em gramíneas tropicais, sob lotação intermitente e pastejada por ovinos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 962-973, 2013.

EUCLIDES, Valéria Pacheco Batista; MACEDO, Manuel Cláudio Motta; ZIMMER, Ademir Hugo; JANK, Liana; OLIVEIRA, Marcelo Paschoal. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 18-26, 2008.

FARIA, Letícia de Abreu; LUZ, Pedro Henrique de Cerqueira; RODRIGUES, Rosane Cláudia; HERLING, Valdo Rodrigues; MACEDO, Felipe Barros. Efeito residual da silicatagem no solo e na produtividade do capim-marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1209-1216, 2008.

FORMIGA, Luiza Daiana Araújo da Silva; PEREIRA FILHO, José Morais; SILVA, Aderbal Marcos de Azevêdo; OLIVEIRA, Nadjanara Souza; SOARES, Diogo da Costa; BAKKE, Olaf Andreas. Forage supply in thinned Caatinga enriched with buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) grazed by goats and sheep. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 189-195, 2012.

FREITAS, Poliane Meire Dias; SANTOS, Edson Mauro; RAMOS, João Paulo de Farias; BEZERRA, Higor Fábio Carvalho; SILVA, Divan Soares; SILVA, Ivandro de França; PERAZZO, Alexandre Fernandes; PEREIRA, Gildênia Araújo. Efeito da adubação orgânica e altura de resíduo sobre a produção de fitomassa do capim-buffel. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 587-598, 2013.

GOMES, Diolande Ferreira; FRISCHKORN, Horst. Aspectos da hidrodinâmica do aquífero aluvial do rio Jaguaribe em Limoeiro do Norte–Ceará. **Águas subterrâneas**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 45-68, 2009.

GOMES, Roberta Alves; LEMPP, Beatriz; JANK, Liana; CARPEJANI, Graziela Cáceres; MORAIS, Maria da Graça. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 205-211, 2011.

GOMIDE, Carlos Augusto de Miranda; GOMIDE, José Alberto; HUAMAN, Carlos Alberto Martinez y; PACIULLO, Domingos Sávio Campos. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2165-2175, 2002.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais** [...]. Piracicaba: SBZ, 2001. p.808-825.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 16, p. 32-37, 2005.

GUERREIRO, Maria João Simas; ANDRADE, Eunice Maia de; ABREU, Isabel; LAJINHA, Teresa. Long-term variation of precipitation indices in Ceará State, Northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 33, p. 2929-2939, 2013.

HOBBS, T.J. The use of NOAA-AVHRR NDVI data to assess herbage production in the arid rangelands of Central Australia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 16, n. 7, p.1289-1302, 1995.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Ed. Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Delimitação do Semiárido**. Resolução nº 115 de 23 de Novembro de 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16/01/2020.

JANK, Liana.; ANDRADE, Carlos Maurício Soares; BARBOSA, Rodrigo Amorim; MACEDO, Manuel Claudio Motta; VALÉRIO, José Raul; VERZIGNASSI, Jaqueline; ZIMMER, Ademir Hugo; FERNANDES, Celso Dornelas; SANTOS, Mateus Figueiredo; SIMEÃO, Rosangela Maria. **O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2017. 17p. (Comunicado técnico nº 138).

JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.B.P.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Universidade Federal de Viçosa, Ed. UFV, Cap. 5, 2010.

JUNGES, Amanda Heemann; FONTANA, Denise Cybis; LAMPUGNANI, Cristian Scalvi. Relationship between the normalized difference vegetation index and leaf area in vineyards. **Bragantia**, Campinas, v. 78, n. 2, p. 297-305, 2019.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W. e GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**, Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. 44p.

LEITE, Maurício Luiz de Mello Vieira; LUCENA, Leandro Ricardo Rodrigues; SÁ JUNIOR, Eduardo Henrique; CRUZ, Manoela Gomes. Estimativa da área foliar em *Urochloa mosambicensis* por dimensões lineares. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 38, n. 1, p. 9-16, 2017.

LEMAIRE, Gilles; OOSTEROM, Erik van; JEUFFROY, Marie-Hélène; GASTAL, François; MASSIGNAM, Angelo. Crop species present different qualitative types of response to N deficiency during their vegetative growth. **Field Crops Research**, v. 105, p. 253-265, 2008.

LEMPP, Beatriz; SOUZA, Francisco Humberto Dubbern; COSTA, João Carlos Giordani; BONO, José Antonio Maior; VALERIO, José Raul; JANK, Liana; MACEDO, Manuel Cláudio Motta; EUCLIDES, Valéria Batista Pacheco; SAVIDAN, Yves Hervé. **Capim massai (*Panicum maximum* cv. massai): alternativa para diversificação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5p. (Comunicado técnico nº 69).

LIU, Fang; QIN, Qiming; ZHAN, Zhiming. A novel dynamic stretching solution to eliminate saturation effect in NDVI and its application in drought monitoring. **Chinese Geographical Science**, v. 22, n. 6, p. 683-694, 2012.

LOPES, Marcos Neves; CÂNDIDO, Magno José Duarte; POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco; SILVA, Rodrigo Gregório; BEZERRA, Francisco Marcus Lima. Componentes estruturais do resíduo pós-corte em capim-massai adubado com cinco doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 518-525, 2011.

LOPES, Marcos Neves; CÂNDIDO, Magno José Duarte; POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco; SILVA, Rodrigo Gregório; CARVALHO, Thaíse Cristine Ferreira; SOMBRA, Weberte Alan; MORAIS NETO, Luiz Barreto; PEIXOTO, Márcio José Alves. Biomass flow in massai grass fertilized with nitrogen under intermittent stocking grazing with sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 1, p. 13-21, 2013.

LOPES, Marcos Neves; CÂNDIDO, Magno José Duarte; POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco; SILVA, Rodrigo Gregório; LACERDA, Claudivan Feitosa; BEZERRA, Marlos Alves; MORAIS NETO, Luiz Barreto; CARNEIRO, Maria Socorro Souza. Gas Exchange in Massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 36, n. 1, p. 152-160, 2020.

LUNA, Alano Albuquerque; DIFANTE, Gelson dos Santos; MONTAGNER, Denise Baptaglin; EMERENCIANO NETO, João Virgínio; ARAÚJO, Itânia Maria Medeiros; OLIVEIRA, Luiz Eduardo Cordeiro. Características morfogênicas e acúmulo de forragem de gramíneas forrageiras sob corte. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1803-1810, 2014.

MARSHALL, Victoria M.; LEWIS, Megan M.; OSTENDORF, Bertham. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. **Journal of Arid Environments**, v. 78, n. 1, p. 1-12, 2012.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 127-150.

MEDEIROS, Henrique Rocha; DUBEUX JUNIOR, José Carlos Batista. Efeitos da fertilização com nitrogênio sobre a produção e eficiência do uso da água em capim buffel. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p.13-15, 2008.

MENEZES, Rômulo Simões Cezar; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, Vanderlise; PÉREZ-MARIN, Aldrin Martin. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga biome. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 72, n. 3, p. 643-653, 2012.

MONÇÃO, Flávio Pinto; OLIVEIRA, Euclides Reuter; TONISSI, Rafael Henrique; GOES, Buschineli. O capim-buffel. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 11, p. 258-264, 2011.

MOREIRA, José Aloísio Alves; OLIVEIRA, Itamar Pereira; GUIMARÃES, Cleber Moraes; STONE, Luís Fernando. Atributos químicos e físicos de um latossolo vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 35, n. 3, p. 155-161, 2005.

MOREIRA, José Nilton; LIRA, Mario de Andrade; SANTOS, Mercia Virginia Ferreira; ARAÚJO, Gherman Garcia Leal; SILVA, Grecia Cavalcanti. Potencial de produção de

capim buffel na época seca no semiárido pernambucano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 20-27, 2007.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, Piracicaba, 1997. **Anais** [...]. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.213-251.

OLIVEIRA, Lindomario B.; RIBEIRO, M.R.; FERRAZ, F.B.; JACOMINE, Paulo Klinger Tito. Classificação de solos Planossólicos do sertão do Araripe. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 685-693, 2003.

OLIVEIRA, Martiniano Cavalcante. Capim-búffel. *In*: KIILL, Lucia Helena Piedade; MENEZES, Eduardo Assis. (Ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Cap. 4, p. 129-156.

OLIVEIRA, Martiniano Cavalcante. **Capim-buffel**: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste. Petrolina: Embrapa – CPATSA, 1993. 18p. (Circular Técnica, 27).

OLIVEIRA, Martiniano Cavalcante. **Capim urocloa**: produção e manejo no semi-árido do Nordeste do Brasil. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1999. 20p. (Circular Técnica, 43).

OLIVEIRA, Martiniano Cavalcante; SILVA, Célia M.M de S.; SOUZA, Francisco Beni. Capim Búffel (*Cenchrus ciliaris* L.) preservação ex-situ e avaliação aprofundada. *In*: QUEIROZ, Manuel Abílio; GOEDERT, Clara Oliveira; RAMOS, Semírames Rabelo R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999a.

OLIVEIRA, Vinícius Silva; SANTANA, Juliana Caroline Santos; MORAIS, Jucileia Aparecida da Silva; SANTOS, Camila Batista; LIMA, Irla Gabriela Souza. Capacidade de suporte, produção e composição do dossel forrageiro de três gramíneas irrigadas ou não no período seco. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 23, n. 1, p. 88-92, 2016.

PATRIGNANI, Andres; OCHSNER, Tyson E. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 6, p. 2312-2320, 2015.

PELTONEN, J.; VIRTANEN, A.; HAGGRÈN, E. Using a chlorophyll meter to optimize nitrogen fertilizer application for intensively-managed small-grain cereals. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 174, p. 309-318, 1995.

PINHEIRO, Felipe; NAIR, P.K.Ramachandran. Silvopasture in the Caatinga biome of Brazil: A review of its ecology, management, and development opportunities. **Forest Systems**, v. 27, p. 1-16, 2018.

PONTES, Laíse da Silveira; CARVALHO, Paulo César de Faccio; NABINGER, Carlos; SOARES, André Brugnara. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 529-537, 2004.

PORTELA, Jorge Nunes; PEDREIRA, Carlos Guilherme Silveira; BRAGA, Gustavo José. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 315-322, 2011.

PUPO, Nelson Ignácio Hadler. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979.

RODRIGUES, T.J.D.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Adaptação de plantas forrageiras às condições adversas. *In*: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2, 1993, Jaboticabal. **Anais [...]**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 17-61.

SÁ, Iêdo Bezerra; RICHE, Gilles Robert; FOTIUS, Georges Andre. **As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino**. *In*: Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação; Brasília: MMA-UFPE, 2004. p. 17-36.

SÁ JÚNIOR, Eduardo Henrique; CRUZ, Manoela Gomes; LEITE, Maurício Luiz de Mello Vieira; LUCENA, Leandro Ricardo Rodrigues. Características agrônômicas de capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*) adubado com esterco suíno e submetido a duas alturas de corte. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

SANTOS, Gladston Rafael de Arrida; GUIM, Adriana; SANTOS, Mércia Virgínia Ferreira; FERREIRA, Marcelo de Andrade; LIRA, Mário de Andrade; DUBEUX JÚNIOR, José Carlos Batista; SILVA, Maria José. Caracterização do pasto de capim-buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 454-463, 2005.

SANTOS, Mércia Virgínia Ferreira; LIRA, Mário de Andrade; DUBEUX JUNIOR, José Carlos Batista; GUIM, Adriana; MELLO, Alexandre Carneiro Leão; CUNHA, Márcio Vieira. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 204-215, 2010.

SILVA, Célia Maria M. S.; OLIVEIRA, Martiniano C.; ALBUQUERQUE, Severino G. Avaliação de treze cultivares de capim buffel na região semiárida de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 5, p. 513-520, 1987.

SILVA, Thiago Carvalho; EDVAN, Ricardo Loiola; MACEDO, Carlos Henrique Oliveira; SANTOS, Edson Mauro; SILVA, Divan Soares; ANDRADE, Alberício Pereira. Características morfológicas e composição bromatológica do capim-buffel sob diferentes alturas de corte e resíduo. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadina, v. 5, n. 2, p. 30-39, 2011.

SOUSA, Luciano Fernandes; SANTOS, José Geraldo Donizete; ALEXANDRINO, Emerson; MAURÍCIO, Rogerio; MARTINS, A.D.; SOUSA, J.T.L. Método prático e eficiente para estimar a área foliar de gramíneas forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, n. 245, p. 83-85, 2015.

SOUTO, Patrícia Carneiro. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUZA, Antônio Alves; ESPÍNDOLA, Gastão Barreto. Efeito da suplementação com feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) durante a estação seca sobre o desenvolvimento ponderal de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1424-1429, 1999.

SOUZA, Augusto Henrique Costa; FELIX, Tamires Marcelino da Silva; MONTE, Alane Pains Oliveira; QUEIROZ, Mário Adriano Ávila; MISTURA, Claudio; SANTOS, Ana Elisa Oliveira; BENÍCIO, Clistenes Amorim; MENDES, Clayton Quirino. Productivity and morphological characteristics of buffel grass intercropped with butterfly pea under shade conditions. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 33, n. 4, p. 979-989, 2017.

STELTZER, Heide; WELKER, Jeffrey M. Modeling the effect of photosynthetic vegetation properties on the NDVI-LAI relationship. **Ecology**, v. 87, n. 11, p. 2765-2772, 2006.

TAKEBE, Masako; YONEYAMA, Tadakatsu. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 23, n. 1, p. 86-93, 1989.

THAPA, Sushil; RUDD, Jackie C.; XUE, Qingwu; BHANDARI, Mahendra; REDDY, Srirama K.; JESSUP, Kirk E.; LIU, Shuyu; DEVKOTA, Ravindra N.; BAKER, Jason; BAKER, Shannon. Use of NDVI for characterizing winter wheat response to water stress in a semi-arid environment. **Journal of Crop Improvement**, v. 33, n. 5, p. 633-648, 2019.

VALENTIM, Judson Ferreira; CARNEIRO, Jailton da Costa; MOREIRA, Paulo; JANK, Liana; SALES, Maykel Franklin Lima. **Capim Massai (*Panicum maximum* Jacq.)**: nova forrageira para a diversificação das pastagens no Acre. Rio Branco: Embrapa Gado de Corte, 2001. 16p. (Circular Técnica, 41).

VALLE, Cacilda Borges; JANK, Liana; RESENDE, Rosangela Maria Simeão. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

WANG, Xinbing; MIAO, Yuxin; GUAN, Yanjie; XIA, Tingting; LU, Junjun; MULLA, David J. Na evaluation of two active canopy sensor systems for non-destructive estimation of spring maize biomass. *In: 2016 Fifth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)*. IEEE, Tianjin, 2016. p. 1-6.

YELLAREDDYGARI, S.K.R.; GUDMESTAD, Neil C. Bland-Altman comparison of two methods for assessing severity of *Verticillium wilt* of potato. **Crop Protection**, v. 101, p. 68-75, 2017.