

**UniRV- UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU**  
**CULTIVADA EM SOLO ARGILOSO E ARENOSO SUBMETIDA A**  
**MANEJO HÍDRICO E NUTRICIONAL**

**MARCO ANTÔNIO ALVES FERREIRA**  
*Magister Scientiae*

**RIO VERDE**  
**GOIÁS – BRASIL**  
**2021**

**MARCO ANTÔNIO ALVES FERREIRA**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU  
CULTIVADA EM SOLO ARGILOSO E ARENOSO SUBMETIDA A MANEJO  
HÍDRICO E NUTRICIONAL**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para à obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE  
GOIÁS - BRASIL  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação-- (CIP)

Ferreira, Marco Antônio Alves

Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. marandu cultivada em solo argiloso e arenoso submetida a manejo hídrico e nutricional. / Marco Antônio Alves Ferreira. - 2021.

78 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos

Co-Orientadora: Profa. Dra. Camila Jorge Barnabé Ferreira

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2021.

Inclui Biografia.

Inclui índice de tabelas e figuras.

1. Manejo de pastagem. 2. Forrageira. 3. Irrigação. 3. Adubação. 4. Textura de solo I. Santos, Gilmar Oliveira. II. Ferreira, Camila Jorge Barnabé

CDD:

Elaborada

**MARCO ANTÔNIO ALVES FERREIRA**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU  
CULTIVADA EM SOLO ARGILOSO E ARENOSO SUBMETIDA A MANEJO  
HÍDRICO E NUTRICIONAL**

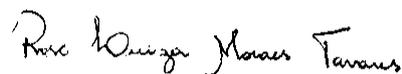
Dissertação apresentada à Universidade de Rio Verde (UniRV), como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 12 de março de 2021



---

Prof. Dr. Gilberto Aparecido Rodrigues  
Membro Externo - FATEC/TQ



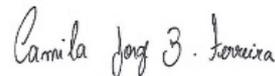
---

Prof. Dra. Rose Luiza Moraes Tavares  
Membro Interno - UniRV



---

Prof. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão  
Membro Interno - UniRV



---

Prof. Dra. Camila Jorge Barnabé Ferreira  
Membro Interno - UniRV  
Coorientadora



---

Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha esposa Brandanny Resende Borges, por não ter medido esforços para que eu chegasse até aqui, e a todos os meus professores que contribuíram para minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pela saúde, força e coragem durante toda essa jornada em busca do conhecimento.

Aos meus pais Marlene Alves Gouvea e Divino Ferreira dos Santos, a minha esposa Brandanny Resende Borges, aos meus filhos Mayck, Yure Eduardo e Deyvid Kayque, aos meus irmãos Luzia, Sandy e Igor Divino por todo apoio dedicado a mim, por terem lutado comigo, no período de realização deste trabalho, acreditando em mim sem deixar que eu desistisse.

À (UniRV) Universidade de Rio Verde e ao Programa de Produção Vegetal.

Ao meu orientador: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos, pela disposição, pelos ensinamentos, e por confiar em mim a missão de realizar este trabalho.

A minha Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Camila Jorge Barnabé Ferreira, por estar sempre à disposição nas orientações, e por me conceder seus ensinamentos para a realização deste trabalho.

Ao Rodrigo Esser, pela ajuda na realização das atividades durante a execução do experimento deste trabalho, aos demais professores, pelos ensinamentos, aos amigos e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram com esta atividade, para que este sonho pudesse ser concretizado na graça de DEUS.

## **BIOGRAFIA**

Marco Antônio Alves Ferreira, filho de Marlene Alves Gouvea e Divino Ferreira dos Santos, natural do interior do Estado de Goiás, nascido aos 11 dias do mês de junho de 1983, na cidade de Rio Verde-GO, onde reside atualmente.

Em 14 de abril de 2014, graduou-se em Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade de Rio Verde - Campus Fazenda Fontes do Saber.

Em 12 de dezembro de 2018, obteve o título de Especialista em Docência e Gestão Escolar pela Universidade de Rio Verde - Campus Fazenda Fontes do Saber.

Em 03 de junho de 2019, obteve o título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Candido Mendes - Campus dos Goytacazes.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo geral.....	2
2.2. Objetivo específicos.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	3
3.2. Fatores abióticos.....	5
3.3. Irrigação.....	6
3.4. Textura de solo e manejo.....	8
3.5. Manejo de adubação.....	9
3.6. Manejo de forrageira.....	10
3.7. Qualidade foliar.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1. Caracterização da área experimental.....	13
4.2. Implantação e caracterização dos tratamentos.....	14
4.3. Manejo do solo.....	16
4.4. Manejo da irrigação.....	19
4.5. Manejo e avaliação da forrageira.....	21
4.6. Índices biométricos.....	22
4.7. Análise de dados.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1. Caracterização climática.....	25
5.2. Demanda nutricional: Nitrogênio-Fósforo-Potássio.....	30
5.3. Emergência de plântulas, índices biométricos, matéria seca e valor nutritivo.....	31
6. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Valor nutritivo da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes sistemas de cultivo.....	13
TABELA 2	Tratamentos adotados para o cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, Rio Verde, Goiás.....	15
TABELA 3	Nomenclatura e caracterização dos tratamentos no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, Rio Verde, Goiás.....	16
TABELA 4	Análise química do solo argiloso (LATOSSO VERMELHO) e arenoso (NEOSSOLO QUARTZARENICO) coletado na camada de 0-0,2 m....	18
TABELA 5	Data de corte da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em cada ciclo de acordo com as estações do ano.....	22
TABELA 6	Demanda e disponibilidade hídrica da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	30
TABELA 7	Acúmulo (Kg há <sup>-1</sup> ) de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) aplicado em função da produção de matéria seca de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu produzida em cada tratamento no município de Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	31
TABELA 8	Resumo da análise de variância da emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	33
TABELA 9	Emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020	33
TABELA 10	Análise de variância das variáveis: clorofila (CF), altura, comprimento (Comp), largura, Relação folha/colmo (FC) e matéria seca (MS) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	35
TABELA 11	Valores de clorofila, altura, largura e massa seca de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	35
TABELA 12	Valores médio de comprimento foliar da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	40

TABELA 13	Relação folha/colmo da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	42
TABELA 14	Variância explicada ao longo dos componentes principais em condições de solo arenoso, com adubação A1 a A2, em função das lâminas de irrigação no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	45
TABELA 15	Variância explicada ao longo dos componentes principais em condições de solo argiloso, com adubação A1 a A2, em função das lâminas de irrigação no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	47

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Perfilho de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu .....	3
FIGURA 2	Dispersão dos tratamentos em campos .....	14
FIGURA 3	Local de coleta do solo LATOSSOLO VERMELHO na Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás.....	17
FIGURA 4	Local de coleta do solo NEOSSOLO QUARTZARENICO na Fazenda Florestal 3, município de Rio Verde, Goiás.....	17
FIGURA 5	Fluxograma do balanço hídrico climatológico.....	20
FIGURA 6	Coleta de biomassa de forragem de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	21
FIGURA 7	Determinação de clorofila (índice SPAD) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	23
FIGURA 8	Avaliação de índices biométricos de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu....	24
FIGURA 9	Monitoramento climático durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 10/2019 a 10/2020.....	26
FIGURA 10	Balanço hídrico climatológico sequencial para a cultura <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em condições de campo. Considerou capacidade de água disponível = 100 mm.....	27
FIGURA 11	Graus dias da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	28
FIGURA 12	Distribuição da precipitação, evapotranspiração máxima da cultura e lâminas de irrigação durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 10/2019 a 10/2020.....	29
FIGURA 13	Emergência de plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu aos 14 dias, após a semeadura sob diferentes lâminas de irrigação. Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	34
FIGURA 14	Clorofila (a), altura de plantas (b), largura (c) e matéria seca (d) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu sob diferentes lâminas de irrigação, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	37
FIGURA 15	Índice SPAD de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	38

FIGURA 16	Altura média ao corte de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	39
FIGURA 17	Comprimento foliar médio de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	39
FIGURA 18	Largura foliar médio de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	40
FIGURA 19	Comprimento Foliar da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em solo arenoso e argiloso sob diferentes adubações e lâminas de irrigação, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	41
FIGURA 20	Relação folha/colmo (F/C) de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em solo arenoso e argiloso sob diferentes lâminas de irrigação, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	42
FIGURA 21	Produtividade média de massa seca da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função dos tratamentos adotados, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	43
FIGURA 22	Análise de componentes principais em função dos tratamentos, em condição de solo arenoso com a adubação A1 (a) e A2 (b) em função das lâminas de irrigação no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	46
FIGURA 23	Análise de componentes principais em função dos tratamentos, em condição de solo argiloso com a adubação A1 (a) e A2 (b), em função das lâminas de irrigação no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	46
FIGURA 24	Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em condição de solo arenoso, com dois níveis de adubação (A1 e A2), em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	48
FIGURA 25	Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em condição de solo argiloso, com dois níveis de adubação (A1 e A2), em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	49
FIGURA 26	Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em condição de solo arenoso (a) e argiloso (b), independentemente do nível de adubação, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020..	49

FIGURA 27	Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.....	50
FIGURA 28	Proteína bruta (%) na <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em função das lâminas de irrigação em diferentes texturas de solo e níveis de adubação, em Rio Verde, Goiás.....	51
FIGURA 29	Fibra em detergente neutro (%) na <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, em função das lâminas de irrigação, em diferentes texturas de solo e níveis de adubação, em Rio Verde, Goiás.....	52

## RESUMO

FERREIRA, M. A. Ms., UniRV - Universidade de Rio Verde, março de 2021. **Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivada em solo argiloso e arenoso e submetida a manejo hídrico e nutricional.** Orientador: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos. Co-orientadora: Camila Jorge Barnabé Ferreira

A produção de forragens no Brasil é uma importante atividade econômica e social, pois é responsável pela oferta de alimentos para os ruminantes e está entre as principais coberturas vegetais do sistema de plantio direto. A oferta hídrica e nutricional e textura dos solos são alguns dos desafios que afetam a produtividade de forrageiras. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico da *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivada em solo argiloso e arenoso submetida a manejo hídrico e nutricional, no município de Rio Verde, Goiás. O experimento foi conduzido na Universidade de Rio Verde, em blocos inteiramente casualizados, com 4 repetições, em vasos de polietileno com capacidade de 15 L, dispostos em um esquema fatorial de 2x2x7. Os tratamentos consistiram na combinação de solo com duas classes texturais (argiloso e arenoso), dois níveis de adubação de NPK (30, 7 e 36 e 45, 10,5 e 54 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), respectivamente) e sete lâminas de água (0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração máxima da cultura (ETc)). A forrageira foi semeada, no dia 31 de agosto de 2019. O corte de uniformização a 15 cm de altura foi realizado, após o estabelecimento da forrageira (altura média de 41 cm), 48 dias, após a semeadura (18/10/2019). Os demais cortes foram realizados a cada 28 dias, totalizando 13 ciclos (18/10/2019 a 16/10/2020). O desempenho da cultura foi avaliado através da data de emergência, clorofila, altura de planta, comprimento foliar, largura foliar, relação folha/colmo, proteína bruta, fibra em detergente neutro e massa seca. Os dados foram submetidos à análise estatística de variância e regressão, utilizando o teste F ( $p \leq 0,05$ ) e à análise multivariada de dados. Em condição de solo com textura argilosa, lâminas de irrigação de 25 e 150% da ETc, apresentaram emergência superior aos demais tratamentos independentemente do nível de adubação. As lâminas de irrigação foram as únicas variáveis que influenciaram de forma significativa em todas as variáveis analisadas. Entre os tipos de solo, não foi observado oscilações para clorofila e altura de planta, o desenvolvimento da largura foliar exibiu melhor resposta no solo de textura argilosa em relação ao solo arenoso. Sob altas ofertas de lâmina de irrigação ( $\geq 100$  mm) o solo de textura argilosa promoveu os maiores valores de folha/colmo. Pela análise de componentes principais, foi possível observar que o primeiro componente principal explicou 68,94% dos dados, sendo caracterizados por promover o melhor desempenho da cultura em relação ao comprimento e largura foliar, características que refletem nas demais variáveis analisadas, assim, havendo similaridade entre as mesmas. Houve melhor qualidade em proteína bruta em função do aumento das lâminas de irrigação e de fibra em detergente neutro para os tratamentos, com solo argiloso no menor nível de fertilidade e para o arenoso no maior nível de fertilidade. A *U. brizantha* respondeu de forma positiva ao manejo hídrico e nutricional, em condição de solo argiloso e arenoso. Houve aumento significativo na produção de matéria seca da *U. brizantha* submetida às lâminas de irrigação, porém, não apresentando significância quando submetidas a níveis de adubação e de textura de solo. A utilização de irrigação apresentou ser uma estratégia de manejo a ser considerada para promover aumentos na produção e valor nutritivo de forragem de *U. brizantha* cultivada na região de Rio Verde, Goiás.

Palavras-chave: Manejo de pastagem, forrageira, irrigação, adubação, textura de solo

## ABSTRACT

FERREIRA, M. A. M.S, UniRV - University of Rio Verde, March 2021. **Agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Marandu has grown in clay and sandy soil and is subjected to hydric and nutritional management.** Advisor: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos. Co-Supervisor: Camila Jorge Barnabé Ferreira.

Brazil grows a variety of fodder that provides an important economic and social activity because it is responsible for supplying food for ruminants and to be among the main vegetable coverings of the no-till system. Water supply, nutritional and soil texture are some of the challenges that affect the forages productivity. Therefore, the objective of this work was to evaluate the agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivated in clayey and sandy soil submitted to water and nutritional management in the municipality of Rio Verde, Goiás. The experiment was conducted at the University of Rio Verde, in completely randomized blocks, with 4 replications, in polyethylene vases with a capacity of 15 L, arranged in a 2x2x7 factorial scheme. The treatments consisted of a combination of soil with two textural classes (clayey and sandy), two levels of NPK fertilization (30, 7 and 36 and 45, 10.5 and 54 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), respectively) and seven water layers (0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150% of the maximum culture evapotranspiration (ET<sub>c</sub>)). The forage was sown on August 31, 2019. The uniformization cut at 15 cm height was made after forage establishment (average height of 41 cm), 48 days after sowing (10/18/2019). The other cuts were made every 28 days, totaling 13 cycles (10/18/2019 to 10/16/2020). Crop performance was evaluated through emergence date, chlorophyll, plant height, leaf length, leaf width, leaf to stem ratio, crude protein, neutral detergent fiber, and dry mass. The data were submitted to variance and regression statistical analysis using the F test ( $p \leq 0.05$ ) and multivariate data analysis. In clayey textured soil, irrigation rates of 25 and 150% of ET<sub>c</sub> showed higher emergence than other treatments regardless of fertilizer level. The irrigation depths were the only variables that significantly influenced all the variables analyzed. Among the soil types, no oscillations were observed for chlorophyll and plant height, the development of leaf width exhibited a better response in the clay-textured soil compared to the sandy soil. Under high irrigation blade offerings ( $\geq 100$  mm) the clayey soil promoted the highest leaf/ stalk values. By the analysis of main components, it was possible to observe that the first main component explained 68.94% of the data, is characterized by promoting the best performance of the culture about the length and width of the leaf, characteristics which reflect in the other analyzed variables, the similarity between them. There was better quality in crude protein due to the increase in the irrigation depths and neutral detergent fiber for the treatments, with clay soil in the lowest level of fertility and for the sandy soil in the highest level of fertility. *U. brizantha* responded positively to water and nutrient management under clayey and sandy soil conditions. There was a significant increase in the dry matter production of *U. brizantha* submitted to irrigation depths, but this increase was not significant when submitted to levels of fertilization and soil texture. Irrigation plays an important role in a management strategy and besides that, is considered to promote increases in production and nutritive value of *U. brizantha* forage grown in the Rio Verde region of Goiás, Brazil.

Keywords: Pasture management, forage crops, irrigation, fertilization, soil texture.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente 163 milhões de hectares de pastagens em uso, sendo responsável por quase 86% da produção de carne bovina (ABIEC, 2020). Em vista disso, as gramíneas constituem a base de sustentação da pecuária brasileira, permitindo que o país se destaque como um dos maiores exportadores de proteína animal produzida a pasto.

Considerando os pastos de *Urochloa* spp., sabe-se que é o gênero mais cultivado no país, tendo em vista sua fácil e rápida adaptação às circunstâncias edafoclimáticas. No que concerne à *Urochloa brizantha* cv. Marandu (syn. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), verifica-se que ela exibe bons índices de produção primária, vitalidade, capacidade de produção de sementes, habilidade de fazer com que pequenos e grandes ruminantes apresentem o máximo potencial de produção, devido à oferta de forragem em proporção adequada e bom valor nutritivo (GERMANO et al., 2018; EUCLIDES et al., 2019; GURGEL et al., 2020a; HEIMBACH et al., 2020).

Por outro lado, no Brasil Central (Centro-Oeste), geralmente, de cinco a seis meses durante o ano, ocorre redução na precipitação, fazendo com que pastos de *U. brizantha*, especialmente, o capim-marandu, reduzam a produção primária, devido à desaceleração no fluxo de tecidos e mortalidade de perfilhos (SBRISSIA et al., 2010). Diante disso, torna-se necessária a utilização de práticas de manejo que possam reduzir o impacto negativo nos períodos de escassez de precipitação na produção de biomassa.

Assim, a utilização de irrigação pode ser uma técnica promissora para sanar as exigências hídricas de forrageiras em condições de clima tropical. Contudo, existem poucas evidências acuradas de recomendação de manejo de irrigação para gramíneas cultivadas em ambientes de clima tropical. Na análise de Vitor et al. (2009), o desafio quanto ao gênero *Urochloa* é a condução de pesquisas acerca dos sistemas de produção das forrageiras, de modo que, suas qualidades sejam ressaltadas, para que se produza uma forragem de alta qualidade. Assim sendo, é necessário o desenvolvimento de pesquisas que colaborem com o fomento de técnicas de cultivo e manejo do solo para desempenhos expressivos (SILVA et al., 2009).

Em solos de textura argilosa, o capim-marandu apresenta bons índices agronômicos, assim como alta produção secundária, porém, no período seco, exibe redução na produção de forragem (EUCLIDES et al., 2019). Em Neossolo Quartzarenico (textura arenosa), devido aos baixos índices naturais de nutrientes, associado a menor concentração de matéria orgânica

para retenção de água no solo, o capim-marandu cultivado nesse ambiente, pode exibir redução no perfilhamento (MESQUITA et al., 2004).

De modo geral, quando é adotada alguma prática de manejo hídrico ou nutricional (adubação) para forrageiras, poucas vezes ou nunca são levados em conta os cálculos de necessidade hídrica da cultura ou análise de solo, tão pouco a textura do solo. Com isso, espera-se que sabendo a demanda hídrica e nutricional, em diferentes condições de solo, seja possível contribuir para o manejo da água e de fertilizantes minerais, propiciando a maior produtividade e qualidade da forrageira, reduzindo assim, os custos quando aplicado o conhecimento empírico.

Diante dos relatos mencionados, é possível sugerir que a utilização de lâminas de irrigação associadas ao suprimento de nutrientes possa elevar a produção e o valor nutritivo do capim-marandu cultivado em solos de texturas distintas. Portanto, o trabalho propõe avaliar as condições hídricas e nutricionais, mediante solo arenoso e argiloso com a finalidade de identificar os fatores que estimulam o melhor desenvolvimento da forrageira, na região de Rio Verde, Goiás.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico da *Urochloa brizantha* cv. Marandu cultivada em solo argiloso e arenoso submetida a manejo hídrico e nutricional, no município de Rio Verde, Goiás.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida às lâminas de irrigação 0, 25, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração máxima da cultura.;
- Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. Marandu com níveis de adubação N-P-K nas quantidades 30-7-36 ou 45-10,5-54 kg ha<sup>-1</sup>;
- Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em diferentes texturas de solo (arenoso e argiloso);

- Avaliar a morfologia, qualidade foliar e produção de biomassa da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em função dos tratamentos da associação de lâminas de irrigação e manejo de adubação;
- Recomendar o manejo hídrico e nutricional para cada textura de solo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 *Urochloa brizantha* cv. Marandu

O capim-marandu mais conhecido como Brachiária foi a primeira forragem de *U. brizantha* selecionada e disponibilizada (comercialmente), visando a diversificação de pastagens na década de 80. É uma forrageira perene, de crescimento cespitoso e forma touceiras bem definidas. Segundo Rodrigues (2004) e Barbosa et al. (2018), a bainha foliar é glabra ou pilosa, a língula é branca e hialina formada por um curto anel de membrana; com lâmina foliar desenvolvida, lanceolada, de ápice acuminado (Figura 1).



Figura 1. Perfilho de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

A forrageira apresenta alta plasticidade fenotípica às adversidades edafoclimáticas do Brasil Central, demonstrando tolerância à acidez no solo, alta resposta à adubação, sistema radicular profundo e resistência à cigarrinha das pastagens, porém, apresenta baixa perenidade a solos mal drenados (JANK et al., 2014). Além disso, as plantas de capim-marandu apresentam alta capacidade de coexistência com outras gramíneas (BARBOSA et al., 2018), leguminosas forrageiras (BODDEY et al., 2020) e culturas anuais agrícolas (OLIVEIRA et al., 2020a), sob sistema de cultivo consorciado.

A *U. brizantha* cv. Marandu é a gramínea de clima tropical mais cultivada no Brasil (EUCLIDES et al., 2008), servindo como principal fonte de alimentação primária para a produção de pequenos a grandes ruminantes em ambiente pastoril. Estima-se que a espécie *U. brizantha* representa mais de 85% das áreas de pastagens do Brasil, principalmente, devido à incorporação da região do Cerrado aos sistemas produtivos agropecuários nacionais (PEIXOTO et al., 1994).

Nesses sistemas de produção, raramente se utilizam corretivos e/ou fertilizantes e o problema de baixa fertilidade do solo se agrava, porque os solos ocupados por pastagens geralmente apresentam limitações quanto à fertilidade química natural, acidez, topografia, pedregosidade ou limitações de drenagem. As áreas de pastagem, no Brasil, compõem um ecossistema caracterizado por solos de estruturas físicas e químicas variáveis, que carecem de cuidados para manter a disponibilidade de nutrientes requeridos pelas plantas forrageiras. Assim é que práticas, visando conservá-los e melhorá-los, devem constituir uma rotina em explorações pecuárias (REIS et al., 2014).

A espécie desta forrageira vem sendo muito cultivada por ter grande capacidade de adaptação em territórios com baixos índices pluviométricos e em estações mais severas do ano, visto que a espécie apresenta ótima produtividade, alto acúmulo de folhas verdes e grande capacidade de perfilhamento (SILVA et al., 2009). Contudo, precisa-se de técnicas de cultivo e de manejo do solo para apresentar um bom desempenho e ganhos de matéria seca, o que realmente poderá assegurar a oferta de forragem para os animais no período seco do ano.

A demanda da *U. brizantha* por nutrientes varia de acordo com a época do ano e com o manejo geral da pastagem. E a quantidade de nutrientes extraída do solo pela planta forrageira será maior quanto maior for a produção de forragem (WERNER et al., 1997). Pastagens irrigadas normalmente têm maior demanda por nutrientes do que pastagens de sequeiro, uma vez que a irrigação geralmente eleva a produtividade do pasto (ALVIM; BOTREL; NOVELLY, 1986).

Quando cultivadas em condições irrigadas, a forrageira tem apresentado resultados satisfatórios. Condições semelhantes ao experimento de campo apresentado por Dantas et al. (2016), porém, utilizando fertirrigação com efluente de esgoto tratado, obtiveram ganho de produtividade da forrageira Marandu mesmo em condições edafoclimáticas não favoráveis.

As características ambientais são importantes para estabelecer práticas de manejo que promovem a conservação e a persistência da forrageira (BAUER et al., 2011). Conforme apontaram Simon e Lemaire (1987), são os componentes ambientais aqueles que orientarão a distribuição e o arranjo dos componentes morfológicos, acumulação de forragem, altura da planta, densidade dos talos, relação da folha:talo e proporção de material de envelhecimento da parte aérea da planta dentro de uma comunidade vegetal. As condições climáticas, ao lado das já mencionadas condições ambientais, têm relevância nas características morfogênicas e estruturais, em comparação com as de manejo (CASAGRANDE et al., 2011).

### **3.2 Fatores abióticos**

Os fatores abióticos (nutrição, luminosidade, temperatura e precipitação) estão intimamente relacionados aos processos de organogênese e expansão de tecidos das plantas forrageiras (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994; LEMAIRE et al., 2009).

A biodisponibilidade de nutrientes é um fator de alta importância para o desenvolvimento das gramíneas (GASTAL; LEMAIRE, 2015), especialmente o nitrogênio (N), que atua em sinergismo com os demais elementos nos processos de taxa de aparecimento e expansão de folha (PACIULLO et al., 2016; MENEZES et al., 2019; ABREU et al., 2020).

Geralmente, em regiões de clima tropical, verifica-se a existência de áreas com solos que sofreram alta intemperização física e química (e.g., Cerrado), alta acidez, baixa concentração de nutrientes e pouco estoque de matéria orgânica, podendo também ser observado baixa absorção de fósforo (P) (OLIVEIRA et al., 2004; BECK et al., 2018). Portanto, para assegurar a perenidade de pastos cultivados nessas regiões, é necessário realizar, periodicamente, análise de solo e foliar, visando verificar quais elementos essenciais estão ofertados em menor proporção.

Em relação à radiação solar, as plantas de metabolismo C<sub>4</sub> exibem alta demanda de luminosidade, para ostentarem o máximo potencial de fotossíntese e realizar absorção e conversão do carbono atmosférico em biomassa de forragem (SILVA et al., 2015). Contudo, no Brasil Central, poucos meses do ano, apresentam dias de ciclo curto (fotoperíodo), isto é,

período noturno com maior quantidade de horas. Portanto, é possível produzir forragem no período seco do ano, caso sejam utilizadas tecnologias eficientes (e.g., irrigação).

No período seco do ano (outono/inverno), no Brasil Central, é notada uma redução na precipitação e temperatura. Estresse hídrico e/ou temperatura inferior a 15°C causa restrição no desenvolvimento da forrageira conforme foi verificado por Sbrissia e Silva (2008), Euclides et al. (2016; 2019) e Fernandes et al. (2020). Os efeitos adversos na forrageira, observadas pelos autores, foram a redução no comprimento de folha, peso específico do perfilho, assim como, menores valores de massa de forragem, provocando redução na taxa de lotação. Por outro lado, para o desenvolvimento adequado dos pastos de clima tropical, geralmente, a temperatura deve oscilar entre 30 a 35°C.

A região de Rio Verde, Estado de Goiás, historicamente passa por mais de 6 meses de estiagem todos anos, alcançando média de 93 dias sem precipitações significativas (variação de 25 dias para mais ou para menos) (THIESEN et al., 2018). Visto que, o aporte hídrico representa significativa importância na produtividade agrícola, incluindo a produção de forragem. Com isso, a irrigação assume posição estratégica para o aumento da produtividade nas áreas desta região.

Segundo Mannerje e Pritchard (1974), as estações do ano alteram de modo direto e/ou indireto o metabolismo das plantas. Assim, a combinação de baixas temperaturas e luminosidade típicas dos períodos de outono/inverno afetam sua fotossíntese, causando a diminuição dela, além de impactar a absorção de água e nutrientes e a translocação de fotoassimilados.

### **3.3 Irrigação**

A água é apontada como o principal fator do desenvolvimento das culturas, logo, a instabilidade do regime pluviométrico de algumas regiões pode tornar-se uma restrição ao desenvolvimento agrícola (DRUMOND, 2003).

Nestes ambientes, tem crescido muito a utilização da irrigação como ferramenta alternativa e tecnológica mais eficiente para suprir essa deficiência hídrica, nos períodos de estiagem, e aumentar a capacidade produtiva de biomassa das forrageiras tropicais. Entretanto, vale destacar que esta resposta na capacidade produtiva das culturas, em função da irrigação, está diretamente relacionada com fatores climáticos (ALENCAR et al., 2009).

A gestão da água na irrigação das pastagens é influenciada por fatores meteorológicos, que definem o quanto irrigar, tais como a frequência, a lâmina e o tipo de aplicação. A

aplicação de tecnologias, com o intuito de alavancar a produtividade das culturas agrícolas, faz-se importante e a irrigação se exhibe como uma técnica promissora para que se tenha êxito no setor agrícola (MENDES et al., 2017).

Por outro lado, apesar de expor exigência moderada em fertilidade do solo, em determinadas épocas do ano (período de estiagem), em condições de sequeiro, é observada uma redução de 70% na produção de forragem (EUCLIDES et al., 2008) quando há restrição hídrica.

O manejo de irrigação tem papel bastante relevante na condução das forrageiras. Segundo Dantas et al. (2016) tem demonstrado resultados significativos na produtividade se for ajustada uma lâmina de água adequada, em diferentes estações do ano. Neste contexto, é necessário estabelecer a demanda hídrica para a região, estabelecendo também uma organização do manejo da água e do solo de forma adequada, para que ocorra o uso eficiente de água e o bom desenvolvimento da cultura.

Contudo, cultivares de *U. brizantha* conduzidas por Rodrigues (2004) e Lara e Pedreira (2011), notaram uma estacionalidade (influência: temperatura do ar, a radiação solar, o fotoperíodo e a umidade do solo) de 80% de produção na primavera/verão e 20% outono/inverno, mesmo com irrigação. Na literatura, encontra-se também produções acima de 20.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS (Matéria Seca), para os cultivares de *U. brizantha* em condições não limitantes para o crescimento (RODRIGUES, 2004).

Dentre as possibilidades para a melhoria do manejo de pastagem na pecuária brasileira, a irrigação constitui uma tecnologia que proporciona incrementos e estabilização de produtividade, uma vez que pode suprir a demanda hídrica durante a época seca do ano e suplementá-la na época chuvosa (ALENCAR et al., 2010).

Considerando os custos da técnica de irrigação, a escassez de água e a falta de informação sobre as necessidades hídricas das pastagens, notou-se que tais fatores constituem as principais limitações para adoção dessa técnica no manejo das pastagens. A falta de critérios técnicos na irrigação de pastagens resulta em aplicações de água em excesso que podem causar prejuízos ao ambiente, como o alto consumo de energia elétrica, lixiviação de nutrientes, compactação do solo, diminuição da produtividade e vida útil da pastagem (ALENCAR et al., 2009). Portanto, pesquisas visando obter informações sobre o uso racional da água são de fundamental importância para a viabilização econômica e ambiental da forragicultura irrigada.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) representa a quantidade de água que uma determinada cultura consome para seu pleno desenvolvimento. E é uma ferramenta ao

planejamento e manejo de irrigação. Existem vários métodos para a estimativa da ETo, porém o método Penman-Monteith-FAO (PM-FAO) é considerado nacional e internacionalmente, o mais apropriado para a estimativa da ETo (CARVALHO et al., 2011).

A demanda de água da cultura é determinada através de elementos e de fatores meteorológicos, que permitem estimar a real necessidade hídrica da planta, conhecida como evapotranspiração máxima da cultura (ETc) que leva em consideração o coeficiente de cultivo (relação com a grama batatais (*Paspalum notatum*) em condições vegetativas).

No capim-marandu, Magalhães et al. (2015) evidenciou que a reposição de 50% da evapotranspiração máxima da cultura promove aumentos nas proporções de matéria seca, massa de folha e colmo, além disso, também são mensurados acréscimos na concentração de fibra em detergente neutro, porém, a reposição hídrica não influencia na concentração de proteína bruta.

Silva et al. (2014) observou em capim-decumbens que baixos valores de evapotranspiração associados à alta drenagem no solo, induz a planta ao estresse hídrico e, possivelmente, nesse cenário, o suprimento via irrigação não promoverá efeitos positivos. Portanto, como estratégia para reverter esse quadro, é necessário associar outras técnicas de manejo, para que se possa potencializar as vantagens do projeto de irrigação, aumentando a cobertura de solo (palhada) e, deposição de matéria orgânica.

### **3.4 Textura de solo e manejo**

A construção do conhecimento relacionado ao manejo do solo para o cultivo de culturas agrícolas é crucial, pois a melhor compreensão desse ecossistema permite adotar técnicas adequadas, para que possibilite à planta exibir alto desempenho agrônômico. Em regiões do Brasil Central, existem dois tipos de solos que requerem maior atenção (Latosolos e Neossolo Quartzarênico), uma vez que exibem características físicas e químicas distintas que tornam a produção agrícola desafiadora (CORREIA et al., 2004).

Os Latossolos Brunos são frequentemente encontrados na região do Cerrado, seu processo de formação constituiu principalmente pela remoção da sílica das bases do perfil ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ). Exibem valores de silte inferior a 20%, e teores de argilas oscilando entre baixo (< 15%) e alto (80%). Além disso, são solos com alta permeabilidade, podendo ser trabalhados em ampla magnitude de umidade, ou seja, flexibiliza a implantação de projetos de irrigação. Por outro lado, aproximadamente 95% dos Latossolos são distróficos (saturação de bases inferior a 50%), apresentam altos níveis de acidez, pH variando de 4,0 e 5,0, em geral,

com baixa concentração de macronutrientes (CORREIA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2004; BECK et al., 2018; SANTOS et al., 2018).

Devido à baixa fertilidade natural observada nos Latossolos, é necessário realizar a reposição periódica de nutrientes para culturas agrícolas perenes e anuais. No monocultivo de cultivares de *U. brizantha* ‘Piatã’ e ‘Marandu’ implantadas em Latossolo argiloso (29% - 34% de argila) e muito argiloso (67%), Euclides et al. (2019) e Menezes et al. (2019) recomendam a reposição de 100 kg N ha<sup>-1</sup> e, no intervalo de três anos, realizar análises para verificar a necessidade de correção de acidez e, reposição de fósforo (P) e potássio (K).

O Neossolo Quartzarênico expõe textura arenosa no perfil, teor máximo de argila de 15%, quando o silte está ausente. Além disso, esses solos apresentam baixa capacidade de retenção de matéria orgânica, indicando que eles têm condição precária de reter umidade, podendo inviabilizar a utilização de tecnologias relacionadas a projetos de irrigação. Portanto, para realizar a produção agrícola em áreas de solo arenoso, é crucial a utilização de práticas de manejo conservacionista de solo, que induzam o uso de cobertura dele por meio da palhada (CORREIA et al., 2004).

Culturas perenes (gramíneas forrageiras) são uma opção para solos de textura arenosa; quando são manejadas de forma assertiva, podem propiciar cobertura do solo via equidistribuição de touceiras e deposição de biomassa de cobertura, oriundo do processo de senescência. Vêras et al. (2020) verificaram que as cultivares de *Urochloa* spp. ‘Marandu’ e ‘Basilisk’ são boas opções para serem manejadas em solos Quartzarênicos (11,4% de argila), uma vez que, quando recebem manejo adequado (nutrição: 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; 105 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 164 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), exibem bons índices de perfilhamento, indicando que vão apresentar alta longevidade/perenidade do dossel forrageiro.

### **3.5 Manejo de adubação**

O capim-marandu é pertencente ao grupo funcional de gramíneas conservadoras de recursos abióticos (RODRIGUES et al., 2012; BARBOSA et al., 2018), pois apresenta bons índices de produtividade de massa de forragem em solos com saturação de base variando de 40-50%, demandando aproximadamente 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, e 50-80 kg ha<sup>-1</sup> de P e K em Latossolos Brunos de textura argilosa e muito argilosa (EUCLIDES et al., 2019; MENEZES et al., 2019). Porém, Vilela et al. (1998) descreve que a adubação pode até ser fixa, mas, em função da produtividade média por ciclo de corte.

A falta de manejo, de correção e de manutenção da fertilidade do solo acarretam o aparecimento de problemas com pragas e doenças (cigarrinhas-das-pastagens, percevejo-castanho), dizimando imensas áreas de pastagens formadas pelo *U. brizantha*. As pesquisas apontam a necessidade da reposição de nutrientes no solo, principalmente P, K, enxofre (S) e de micronutrientes associados à calagem e gessagem periódicas, para o bom desempenho da forrageira (MONTAGNER, 2014).

Nesse sentido, a correção e adubação do solo permitem a manutenção da produtividade dos pastos, evitando a degradação das pastagens. Por outro lado, “a adubação com nitrogênio, garante a manutenção ou o aumento da produção de forragem durante o ano, e é fundamental para que níveis de ganhos individuais e por área sejam mantidos” (MONTAGNER, 2014).

Sabe-se que a fertilidade do solo é um fator de maior importância para a obtenção de pastagens de alta produção. Contudo, ressalvas semelhantes a citada, também foi descrita por Montagner (2014) em que a adubação anual de manutenção para forrageiras demandam, pelo menos, 50 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio.

No caso de pastagens já estabelecidas, a correção periódica é essencial para a não degradação das forrageiras. Nessas condições, recomenda-se a adubação de manutenção, sendo determinante para a garantia do crescimento e da produtividade da planta forrageira. Recomenda-se o emprego de N e K, ou formulações comerciais NPK. O N geralmente é utilizado na forma de ureia, e o K na forma de Cloreto de Potássio (KCl) (WERNER et al., 1997).

### **3.6 Manejo de forrageira**

Em lotação intermitente a utilização do critério de manejo em dias fixos permite maior flexibilidade na condução da produção de forragem, porém, é necessário verificar qual é o intervalo ideal para o pasto expressar o máximo acúmulo de biomassa: cultivares de *U. brizantha* (BRS Paiaguás, Xaraés, ecótipo B4, Piatã e Marandu). É sugerido por Fernandes et al. (2020) o manejo de corte da forrageira de 25 dias, no período chuvoso, e de 35 dias, no período seco; enquanto Euclides et al. (2008), Euclides et al. (2019), Menezes et al. (2019) e Vêras et al. (2020) recomendam o intervalo de 28 dias.

No manejo em dias fixos, pastos de *U. brizantha* apresentam em média, duração de vida de folha (produto do intervalo do aparecimento de duas folhas e taxa de aparecimento de folha; (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994) de 60 dias. Após esse período, a lâmina foliar avança para o estágio de senescência (MENEZES et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020b).

De acordo com Gastal e Lemaire (2015), se o período de descanso/rebrota do pasto é mais curto do que a duração de vida de folha, implicará aumentos na eficiência da utilização do recurso forrageiro produzido, pois aumentará a probabilidade de a folha ser colhida antes de iniciar o processo de senescência. Além disso, pode controlar o acúmulo de componentes morfológicos menos desejáveis (colmo + bainha), uma vez que, quando o manejo de dias fixos é conduzido de forma correta, desacelera a taxa de alongamento de colmo, sendo possível estimar maior relação folha/colmo (OLIVEIRA et al., 2020b).

Em pastos de clima tropical, no período seco do ano (outono/inverno), devido à redução na taxa de aparecimento de folhas, associado ao maior intervalo entre o aparecimento de duas folhas, conseqüentemente, é estimado menores valores de biomassa de folha e, naturalmente, é observado redução na relação folha/colmo (NANTES et al., 2013; EUCLIDES et al., 2014).

Segundo Mannerje e Pritchard (1974), as estações do ano alteram de modo direto e/ou indireto o metabolismo das plantas e a combinação de baixas temperaturas e luminosidade típicas dos períodos de outono/inverno afetam sua fotossíntese, causando a diminuição dela, além de impactar a absorção de água e nutrientes e a translocação de fotoassimilados.

Um dos fatores que provocam a redução severa na produção de massa de forragem no capim-marandu está relacionado à alta mortalidade de perfilho (SBRISSIA et al., 2010), uma vez que, devido aos baixos índices de precipitação, há a inibição da capacidade do dossel forrageiro em renovar os perfilhos, reforçando a necessidade de sistemas de irrigação para assegurar o desenvolvimento pleno da cultura. É importante inferir que este evento também ocorre em outras cultivares do gênero *Urochloa brizantha* (OLIVEIRA et al., 2020b) e no gênero *Panicum* (BARBOSA et al., 2007; BARBOSA et al., 2011; MONTAGNER et al., 2012).

Se considerado o acúmulo de forragem, é necessário investigar como funciona essa dinâmica, para que possa ser conhecida e melhor trabalhada, em especial, porque essa característica influencia sua produtividade. Deste modo, uma adequação do manejo deve passar pela observação da desfolha e da análise de características morfológicas, pois a condução inadequada das pastagens é a principal causa de sua degradação (BARBOSA et al., 2007).

Considerando a desfolha da forragem, dentro do manejo de pastagens, a intensidade e frequência de desfolha consistem em características de elevada importância, pois podem alterar as características morfofisiológicas da planta, ocasionando aumento ou redução da produção de forragem, dependendo da forma como é conduzido. Sendo assim, o manejo da

pastagem pode ser feito levando em consideração o controle da frequência e da intensidade da desfolha, porque esta combinação tem relação direta com a estrutura do pasto (CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007; FERNANDES et al., 2020).

Há de se destacar que o manejo envolve os tratos culturais e os controles de pragas. No manejo de pastagem, o propósito é que a maior proporção da dieta animal seja provida por folhas em vez de colmo e material morto (DUTRA; CARVALHO, 2009). Assim, deve-se ter conhecimento do manejo e das técnicas que auxiliaram no aumento da relação folha/colmo e, conseqüentemente, da quantidade e da qualidade da forragem. Além da irrigação, ocorre aumento de produtividade de biomassa de *Brachiaria* em função do maior aporte de nutrientes. O uso de fertilizante nitrogenado em forrageiras favorece o pleno desenvolvimento vegetativo, além de influenciar positivamente o seu perfilhamento (GURGEL et al., 2020b).

### **3.7 Qualidade foliar**

O valor nutritivo da forragem está associado aos teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), que são influenciados pela quantidade de nitrogênio aplicado e pela estacionalidade (VITOR et al., 2009). Em períodos de menor precipitação, a baixa disponibilidade hídrica, no solo, causa baixa eficiência da adubação nitrogenada, resultando em menor produção e qualidade da forragem (DIFANTE, 2011; TORRES et al., 2016), reforçando a necessidade de uso de sistemas de irrigação. A estacionalidade, por sua vez, determina a idade do pasto no momento de sua utilização e de sua produtividade; já a composição folha/colmo interfere no valor nutritivo da forragem, uma vez que quando menor a proporção de massa seca de folha, provavelmente será observado menor valor nutritivo no dossel forrageiro (EUCLIDES et al., 2019).

Associado a isso, a FDN também corresponde à celulose, à hemicelulose e à lignina. É o melhor indicativo para saber o teor de fibra e também ter uma estimativa da qualidade da forrageira. Ademais, a fibra em detergente está contida no FDN, porque representa as frações celulose e lignina. A lignina é fração não digestível da planta, que dá resistência e proteção física para a planta. Contudo, quanto maior a concentração de fibra e de tecidos lignificados, menor é a qualidade e a digestibilidade da forragem. Com a menor qualidade alimentícia da forragem será suprida parcialmente a demanda de nutrientes dos animais em pastejo (RODRIGUES et al. 2015).

No capim-marandu, sob diferentes estratégias de manejo e de cultivo, são observados valores de PB variando de baixo a moderado e a fração de FDN que não limita o consumo e o aproveitamento de forragem (Tabela 1) em diferentes sistemas de cultivo.

Tabela 1. Valor nutritivo da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes sistemas de cultivo

Fonte	Sistema de cultivo	PB (%)	FDN (%)
Euclides et al. (2019)	Monocultivo em lotação alternada	8,8	72,4
Maia et al. (2014)	Integração lavoura pecuária	13,4	67,9
Cruvinel et al. (2017)	Consórcio com <i>Helianthus annuus</i> L.	13,0	65,5

PB = Proteína Bruta; FDN = Fibra em Detergente Neutro. Valores expressos em porcentagem na matéria seca (% MS).

Apesar de a análise de dados ter ocorrido no período de um ano apenas, sugere-se que o tratamento seja duradouro para verificar a resposta da forrageira em condições de anos atípicos, porém, observa-se que o aumento das lâminas de irrigação, pode propiciar o aumento na produção de matéria seca, independentemente da textura de solo e de níveis de adubação.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade de Rio Verde (UniRV), (Figura 2) no município de Rio Verde, Goiás, localizado na latitude 17°47'15''S e longitude 50°57'54''O, com altitude média de 784 m, no período de outubro de 2019 a outubro de 2020.



Figura 2. Dispersão dos tratamentos em campos.

O clima da região de Rio Verde é Aw Tropical (Köppen), com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca e amena (abril a setembro) e outra quente e chuvosa (outubro a março) (LOPES SOBRINHO et al., 2020). O município se caracteriza com valores médios diários de temperatura do ar de  $23\pm 6,0^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $66,3\pm 13,6\%$ , velocidade do vento de  $1,4\pm 0,8\text{ m s}^{-1}$ , brilho solar de  $6,1\pm 3,0\text{ h}$ , radiação solar de  $17,3\pm 3,8\text{ MJ m}^{-2}$  e evapotranspiração de referência de  $3,8\pm 0,4\text{ mm}$  (CASTRO; SANTOS, 2017). A precipitação média é de  $1.621\text{ mm ano}^{-1}$ , concentrando de outubro a março (86,8%). Neste período, há excedente hídrico de 607 mm, sendo os meses: março (185 mm) e fevereiro (142 mm) os mais intensos. A deficiência hídrica é de 217 mm, sendo os meses: setembro (73 mm) e agosto (67,3 mm) os mais críticos. A reposição total de água no solo ocorre, historicamente, após o dia 20 de novembro.

#### 4.2 Implantação e caracterização dos tratamentos

A *Urochloa brizantha* foi semeada no dia 31 de agosto de 2019, na densidade de plantio equivalente a  $15\text{ kg ha}^{-1}$  (15 sementes vaso<sup>-1</sup>). O corte de uniformização a 15 cm de altura foi realizado após o estabelecimento da forrageira (altura média de 41 cm), 48 dias depois da semeadura (18/10/2019). Os demais cortes ocorreram a cada 28 dias, totalizando 13 ciclos (18/10/2019 a 16/10/2020).

Foi cultivada a forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em 112 unidades de vasos com capacidade de 15 litros em condições de campo. O experimento seguiu delineamento experimental em blocos, inteiramente casualizados (DBC), com 4 repetições, estando os tratamentos dispostos em um esquema fatorial triplo em 2x2x7. Os tratamentos consistiram na combinação de solo com duas classes texturais distintas (argiloso e arenoso); dois níveis de adubação (A1: 30, 7 e 36, e A2: 45, 10,5 e 54 de NPK por t MS produzida, respectivamente) e sete níveis de lâminas de irrigação (0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração máxima da cultura (ETc)) (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos adotados para o cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, Rio Verde, Goiás

Textura	Adubação	Evapotranspiração máxima da cultura (ETc)						
		%						
Argiloso	A1 = 30, 7 e 36	0	25	50	75	100	125	150
	A2 = 45, 10,5 e 54	0	25	50	75	100	125	150
Arenoso	A1 = 30, 7 e 36	0	25	50	75	100	125	150
	A2 = 45, 10,5 e 54	0	25	50	75	100	125	150

Obs.: A1 = Nitrogênio = 30 kg t<sup>-1</sup> MS; Fósforo = 7 kg t<sup>-1</sup> MS; Potássio = 36 kg t<sup>-1</sup> MS. A2 = Nitrogênio = 45 kg t<sup>-1</sup> MS; Fósforo = 10,5 kg t<sup>-1</sup> MS; Potássio = 54 kg t<sup>-1</sup> MS.

Os tratamentos foram caracterizados como T1 a T28, para facilitar o entendimento (Tabela 3).

Tabela 3. Nomenclatura e caracterização dos tratamentos no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, Rio Verde, Goiás

Tratamento	Textura do solo	Adubação (NPK por t MS)	Irrigação (% da ETc)
T1	Argiloso	30, 7 e 36	150
T2	Argiloso	30, 7 e 36	125
T3	Argiloso	30, 7 e 36	100
T4	Argiloso	30, 7 e 36	75
T5	Argiloso	30, 7 e 36	50
T6	Argiloso	30, 7 e 36	25
T7	Argiloso	30, 7 e 36	0
T8	Argiloso	45, 10,5 e 54	150
T9	Argiloso	45, 10,5 e 54	125
T10	Argiloso	45, 10,5 e 54	100
T11	Argiloso	45, 10,5 e 54	75
T12	Argiloso	45, 10,5 e 54	50
T13	Argiloso	45, 10,5 e 54	25
T14	Argiloso	45, 10,5 e 54	0
T15	Arenoso	30, 7 e 36	150
T16	Arenoso	30, 7 e 36	125
T17	Arenoso	30, 7 e 36	100
T18	Arenoso	30, 7 e 36	75
T19	Arenoso	30, 7 e 36	50
T20	Arenoso	30, 7 e 36	25
T21	Arenoso	30, 7 e 36	0
T22	Arenoso	45, 10,5 e 54	150
T23	Arenoso	45, 10,5 e 54	125
T24	Arenoso	45, 10,5 e 54	100
T25	Arenoso	45, 10,5 e 54	75
T26	Arenoso	45, 10,5 e 54	50
T27	Arenoso	45, 10,5 e 54	25
T28	Arenoso	45, 10,5 e 54	0

### 4.3 Manejo do solo

Os solos utilizados no experimento foram classificados como: LATOSSOLOS BRUNOS de textura argilosa (argila > 35%); NEOSSOLO QUARTZARENICO de textura arenosa (argila < 10%) (SANTOS et al., 2018). Os solos foram coletados na camada de 0 a 0,2 m de profundidade em mata intacta. O solo argiloso foi coletado no campus da Universidade de Rio Verde (Figura 3), e o solo arenoso, na Fazenda Florestal 3 (Figura 4), da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO, no município de Rio Verde, Goiás.



Fonte: *Google Earth*, 2019; (Adaptado pelo Autor).

Figura 3. Local de coleta do solo LATOSSOLO VERMELHO na Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás.



Fonte: *Google Earth*, 2019; Adaptado pelo Autor

Figura 4. Local de coleta do solo NEOSSOLO QUARTZARENICO na Fazenda Florestal 3, município de Rio Verde, Goiás.

Os solos utilizados foram secos, ao ar livre. O destorroamento do solo procedeu-se em peneira com malha de 4 mm, posteriormente, com base nas análises físico-químicas, foi realizada a adubação de correção da fertilidade do solo fundamentado por Sousa et al. (2004).

Na profundidade de 0-0,2 m, foi analisada a composição química (Ca: cálcio, Mg: magnésio; Al: alumínio, H+Al: acidez potencial; acidez ativa: pH; K: potássio; P: fósforo; Fe: ferro; Mn: manganês; Cu: cobre; Zn: Zinco; M.O.: matéria orgânica; CTC: capacidade de troca catiônica; SB: soma de bases; v: saturação de bases) do solo e, determinada a classificação de textura dos solos (areia, silte e argila), no Laboratório de Multiusuário da Universidade de Rio Verde, (Tabela 4) através da metodologia proposta pela Embrapa (2017).

Tabela 4. Análise química do solo argiloso (LATOSSO VERMELHO) e arenoso (NEOSSOLO QUARTZARENICO) coletado na camada de 0-0,2 m

T	Ca+Mg	Ca	K	Mg	Al	H+Al	K	P(Mel)	M.O	pH <sub>CaCl2</sub>	
	----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----						mg dm <sup>-3</sup>		g kg <sup>-1</sup>		
Arg.	0,33	0,28	0,07	0,05	0,45	4,6	29	0,33	25,0	4,28	
Are.	0,84	0,72	0,07	0,12	0,60	5,8	29	3,97	18,1	4,42	
	%	cmolc dm <sup>-3</sup>		----- % -----			mg dm <sup>-3</sup>				
	52,81	8,01	5,02	0,40	39,87	21,27	38,66	237,6	33,5	2,4	0,4
	39,64	13,66	6,69	0,91	8,05	3,68	88,26	310,1	19,1	4,3	3,8

T: Textura do solo; Arg.: Argissolo; Are.: Arenoso; Ca: cálcio; K: potássio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H+Al: acidez potencial; K: potássio; P: fósforo; M.O.: matéria orgânica; pH<sub>CaCl2</sub>: acidez ativa; m: saturação por alumínio; V: saturação de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; SB: soma de bases; Fe: ferro; Mn: manganês; Cu: cobre; Zn: Zinco.

Os corretivos e fertilizantes utilizados para ambos os solos foram: calcário com teores de magnésio superiores a 6% “dolomítico” com PRNT (Poder Relativa de Neutralização Total) de 80%, (aspecto qualitativo do calcário, traduzido em função da reatividade e o poder de neutralização da rocha moída). Além disso, foi utilizado o método de necessidade via saturação por bases para atender 50% (V%), conforme descrito por Sousa et al. (2004). O tempo de reação foi de 30 dias. Os fertilizantes utilizados foram: cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 16% de Ca e 8% de S), superfosfato triplo (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 8% de Ca) sulfato de zinco (20% de Zn), sulfato de cobre (13% de Cu), sulfato de amônio (20% de N e 22-24% de S) ou ureia (44% de N).

Os vasos foram agrupados, e em seguida, semienterrados para que a temperatura não aumentasse excessivamente e atrapalhasse o desenvolvimento normal da forrageira. Na semeadura da cultura, foram utilizados 15 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com 80% de valor cultural, equivalendo a 15 sementes por vaso. A semeadura procedeu-se manualmente em forma circular por todo o perímetro do vaso em uma profundidade média de 2 centímetros. Após a emergência das plântulas e sua estabilidade, foi feito o desbaste antes do perfilhamento, deixando somente 3 plântulas de maior vigor por vaso.

Durante o período de condução do experimento, realizou-se adubações complementares seguindo o dobro e o triplo de 15, 3,5 e 18 kg de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) por tonelada (t) de matéria seca (MS) produzida a cada 28 dias de acordo com metodologia utilizada por Vilela et al. (1998). Trabalhos realizados por Dantas et al. (2016) constataram que a forrageira responde de forma linear à adubação com NPK, assim, a dose de 100% superior ao proposto é seguindo a orientação de Malavolta (1980), para condução dos trabalhos em vaso e de 200% para compreender como será a resposta da cultura. Portanto, foram usadas doses de 30, 7 e 36 (A1) e 45, 10,5 e 54 (A2) kg de NPK t<sup>-1</sup> MS produzidas. As adubações ocorreram em até 72h, após a análise de produtividade.

#### 4.4 Manejo da irrigação

Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Meteorológica Automática de Rio Verde (A025) e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) em parceria com a Universidade de Rio Verde, localizada na latitude 17,78°S, longitude 50,96°O e a 780 m do nível do mar. O período de dados meteorológicos foi de agosto de 2019 a outubro de 2020. Foram disponibilizados os dados de temperatura (termo higrômetro) e umidade relativa do ar (termo higrômetro), velocidade do vento (anemômetro de caneca), radiação solar (piranômetro) e precipitação (pluviômetro de balança).

O cálculo diário de ETo (evapotranspiração de referência) foi realizado no *software* Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada (MARIANO et al., 2011), a partir do método de Penman-Monteith (Padrão FAO) desenvolvido por Allen et al. (1998). Além disso, utilizou-se o coeficiente da forrageira *Brachiaria* (kc) igual a 1,0, obtendo a evapotranspiração máxima da cultura (ETc; Equação 1).

$$ETc = ETo \cdot kc \quad \text{Equação 1}$$

em que,

ETc = Evapotranspiração máxima da cultura (mm dia<sup>-1</sup>);

ETo = Evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>)

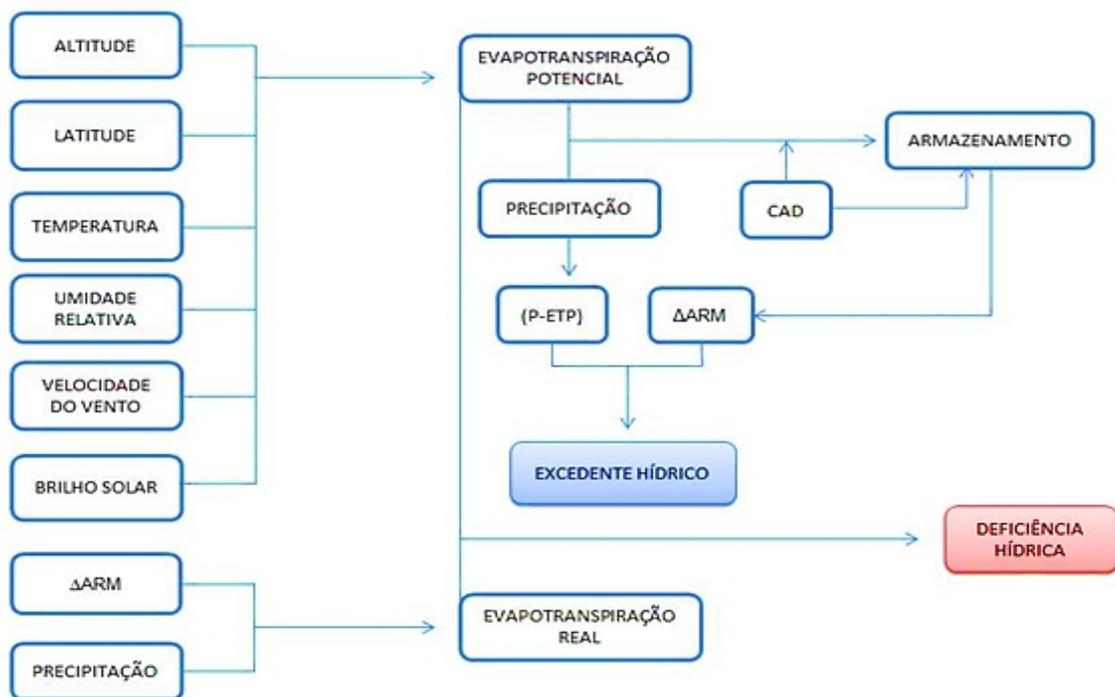
kc = Coeficiente de cultivo (adimensional)

A irrigação foi diária, suprindo a necessidade hídrica da cultura (ETc), desde a semeadura até o corte de uniformização que aconteceu 48 dias após a semeadura, para dar condições iguais de desenvolvimento à planta. Posteriormente, houve turno de rega de dois a

três dias. As lâminas de água aplicadas foram de 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 125% e 150% da ETc. A irrigação, por sua vez, ocorreu manualmente com auxílio de provetas volumétricas, adicionando em cada unidade experimental a quantidade de água calculada, no período para cada tratamento.

O manejo da irrigação foi feito, levando-se em conta o volume de precipitação, uma vez que, devido o experimento ter sido conduzido em vaso, não se considerou a Capacidade de Água Disponível (CAD), mas a reposição hídrica diária.

O balanço hídrico climatológico sequencial foi desenvolvido pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), em um modelo apresentado por Pereira et al. (2002), para determinar o regime hídrico de um local (Figura 5), sem necessidade de medidas diretas das condições do solo.



Fonte: Adaptado de PARREIRA et al., 2019..

Figura 5. Fluxograma do balanço hídrico climatológico.

Para determinar o balanço hídrico foram utilizados dados meteorológicos durante a condução do experimento. Adotou-se a capacidade de água disponível (CAD) média no Latossolos Brunos de 100 mm (mm de água por cm de solo), conforme proposto por Araújo e Assad (2001) para a região sudoeste do Estado de Goiás.

#### 4.5 Manejo e avaliação da forrageira

A matéria seca (produtividade) foi definida a cortes a cada 28 dias, simulando um sistema de pastejo direto. A colheita da forrageira foi realizada manualmente com auxílio de uma cegueta e de um gabarito de aço no formato do vaso, o qual definiu a altura de corte a 15 cm em relação à superfície do solo dentro do vaso, seguindo as orientações de Santos et al. (2019). (Figura 6).



Figura 6. Coleta de biomassa de forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Essas avaliações se estenderam de outubro de 2019 a outubro de 2020, totalizando 13 cortes avaliativos (Tabela 5). No verão, ficou um ciclo a mais em função da época de corte que compreendeu o ciclo. A primavera compreendeu o primeiro e o último corte, em virtude do início da condução do experimento.

Tabela 5. Data de corte da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em cada ciclo de acordo com as estações do ano

Estação do ano	Cortes Avaliativos	Data
Primavera	13°	16/10/2020
	1°	15/11/2019
	2°	13/12/2019
Verão	3°	10/01/2020
	4°	07/02/2020
	5°	06/03/2020
	6°	03/04/2020
Outono	7°	01/05/2020
	8°	29/05/2020
	9°	26/06/2020
Inverno	10°	24/07/2020
	11°	21/08/2020
	12°	18/09/2020

Da forrageira cortada, foram retiradas amostras para serem pesadas frescas e levadas à estufa com circulação de ar forçada e temperatura constante de 65°C por 72 horas, até atingir peso constante, determinando-se a massa seca (LACERDA et al., 2009).

Para as avaliações qualitativas da forrageira, devido ao grande volume de amostras, foi necessário realizar uma amostra composta de todo material coletado durante o período experimental. Assim, foi possível realizar a determinação de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN). As análises foram realizadas em laboratório, seguindo a metodologia de Silva e Queiroz (2006), pelo Método de Extrator de *KIEJDHAL*.

Os graus dias foram determinados para a cultura da *Urochloa brizantha* cv. Marandu a partir da Equação 2.

$$Gd = (T_{\text{méd}} - T_{\text{base}}) * Nd \quad \text{Equação 2}$$

Gd = Acúmulo de graus dias

T<sub>méd</sub> = Temperatura média (°C)

T<sub>base</sub> = Temperatura base (°C)

Nd = Número de dias do mês

#### 4.6 Índices biométricos

Em relação aos índices biométricos, foram avaliados: emergência, clorofila, comprimento e largura foliar, altura da planta, relação folha/colmo e produtividade.

As avaliações da emergência ocorreram aos 7, 14 e 21 dias, após a semeadura, por meio da contagem de plântulas em cada vaso. O índice de clorofila foi medido a cada 28 dias, em cada tratamento, através de um medidor portátil SPAD-502, na primeira folha totalmente expandida, no período da manhã, entre as 8:00 e às 9:00 horas (Figura 7).



Figura 7. Determinação de clorofila (índice SPAD) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

O comprimento foliar, a largura foliar e a altura da planta foram obtidos a cada 28 dias, em cada tratamento, antecedendo o corte da forrageira, através de uma trena e de uma régua graduada. O comprimento foliar foi determinado, na primeira folha, totalmente expandida, medindo-se da lígula do colmo até o ápice da folha. A largura da folha foi determinada do centro da folha, de uma extremidade a outra. A altura da planta foi determinada da base do solo dentro do vaso até o ápice da folha (Figura 8).



Figura 8. Avaliação de índices biométricos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Para a relação folha/colmo, foi pesada a amostra inteira, depois, separada a folha do colmo, na bainha, com auxílio de um estilete. O colmo foi pesado separadamente para se obter a relação folha/colmo (F/C), conforme equação 3.

$$F/C = \frac{M_f}{M_c} \quad \text{Equação 3}$$

em que,

F/C = Relação folha/colmo (F/C)

M<sub>f</sub> = Massa total em folha (%)

M<sub>c</sub> = Massa total em colmo (%)

#### 4.7 Análise de dados

Os ensaios foram realizados em campo e o delineamento experimental, em blocos casualizados, em esquema fatorial triplo (2x2x7) com quatro repetições, utilizando o teste de Tukey aos níveis de 1% e 5% de significância com auxílio do programa estatístico SISVAR (FEERREIRA, 2011) e da análise de regressão, quando houve significância.

A análise multivariada ocorreu através da análise de agrupamento (AA) e componentes principais (CP). A estrutura dos grupos contida no conjunto de acessos foi

investigada pela AA por método hierárquico, pois não se tem informação *a priori* da formação de grupos. Essa técnica maximiza a semelhança das unidades intra-grupo, ao mesmo tempo em que aumenta a distância entre-grupos. Foi processada com a distância euclidiana entre os acessos e como método de ligação, o método de Ward. O resultado é apresentado em gráfico denominado de dendrograma que evidencia a estrutura de grupos contida nos acessos.

A análise do componente principal (CP) tem uma abordagem precisa na estimação e associações dos dados entre as variáveis correlacionadas, podendo assim, explicar as tendências dessas variáveis como no caso da pastagem que abrange muitas variáveis tanto estruturais como morfogenéticas (SILVA; SBRISSIA, 2010; SANTOS et al., 2012; GURGEL et al., 2021; RODRIGUES et al., 2021). Esta estatística pode se tornar uma ferramenta essencial para obter sucesso nas tomadas de decisões como a escolha das variáveis que efetivamente contribuem na elucidação das respostas pretendidas. Esses autores ainda afirmam que, quando os dois primeiros CPs explicam acima de 60% a variação dos dados, pode-se descartar os outros componentes gerados.

O conjunto de dados originais (clorofila, altura de planta, comprimento e largura foliar, relação folha/colmo e produção de matéria seca) foi redimensionado para um conjunto de novas variáveis latentes por meio da análise de CP. Os componentes principais são os autovetores, construídos com os autovalores da matriz de covariância das variáveis originais. Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais. O plano bi-dimensional formado por componentes principais ortogonais apresentando a distribuição dos acessos e as direções dos feixes de variáveis é denominado de *biplot*. As análises de AA e CP foram realizadas no *software* STATISTICA 12.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Caracterização climática**

O volume de chuva durante a condução do experimento foi de 1.559,6 mm (Figura 9), concentrado do 1° ao 8° ciclo (96,3%), sendo o maior volume registrado no 5° ciclo (22,4%). A disponibilidade hídrica foi superior à demanda do 1° ao 6° ciclo, sendo necessário fazer

irrigação somente quando ficava mais de um dia sem chuva. A evapotranspiração máxima da cultura foi inferior a 100 mm no outono e no início do inverno (7° ao 10° ciclo). A temperatura média foi de 24,5°C, variando em média, a máxima e a mínima, entre 29,4°C e 19,5°C, respectivamente.

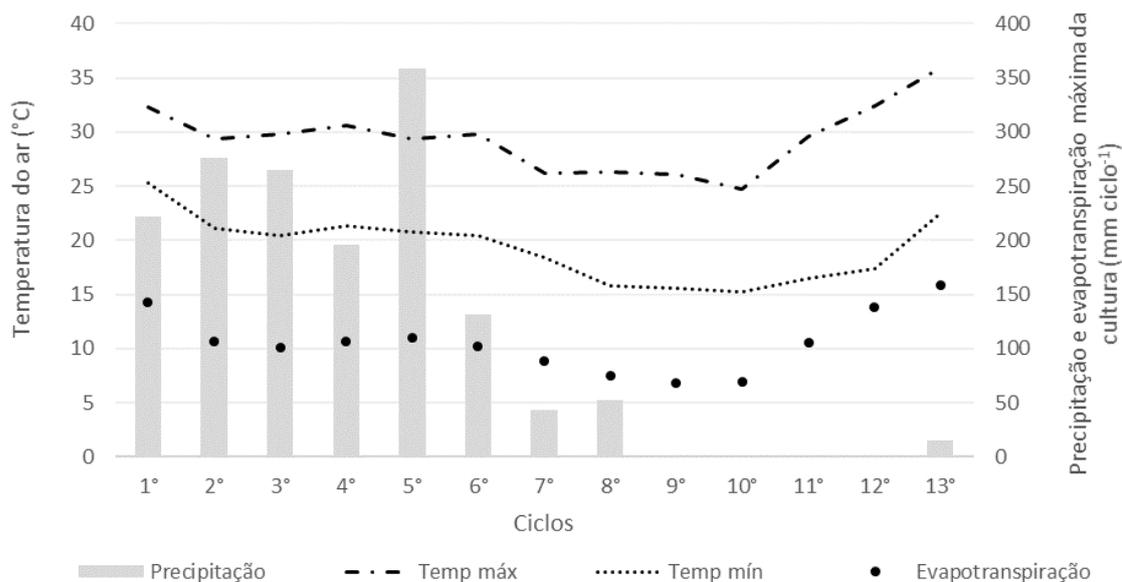


Figura 9. Monitoramento climático durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 10/2019 a 10/2020.

Nos 6 primeiros ciclos, o volume de precipitação foi superior à demanda hídrica da planta, não surtindo efeito no desenvolvimento da forrageira, em função dos tratamentos, mesmo variando as lâminas de irrigação em períodos veranicos, e aplicando doses de nutrientes. O período do experimento apresentou uma má distribuição temporal das chuvas e redução das condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da forrageira, de acordo com estes autores SHERMAN & RIVEROS (1990), a temperatura ideal para o bom desenvolvimento da forrageira é de 30 a 35°C e a mínima é de 15°C.

Simulou-se a necessidade hídrica da forrageira *Urochloa brizantha* em condições de campo para justificar a necessidade de irrigação, quando cultivada em condições de sequeiro, durante a condução do experimento. Houve deficiência hídrica de 494 mm (7° ao 13° ciclo) e excedente hídrico de 779 mm 1° ao 6° ciclo; (Figura 10). De acordo Dantas et al., (2007), a utilização do balanço hídrico climatológico deve ser uma maneira para relacionar cultura/clima, visando, assim, o melhor desenvolvimento da cultura dentre as condições climáticas.

Já o BHC proposto por Thornthwaite; Mather (1955), serve para investigar e acompanhar em tempo real o armazenamento de água no solo, sendo este, no momento ou em um certo período de tempo anterior, constatando, diante disso, a real situação de entrada e saída da água no sistema solo/planta e na atmosfera.

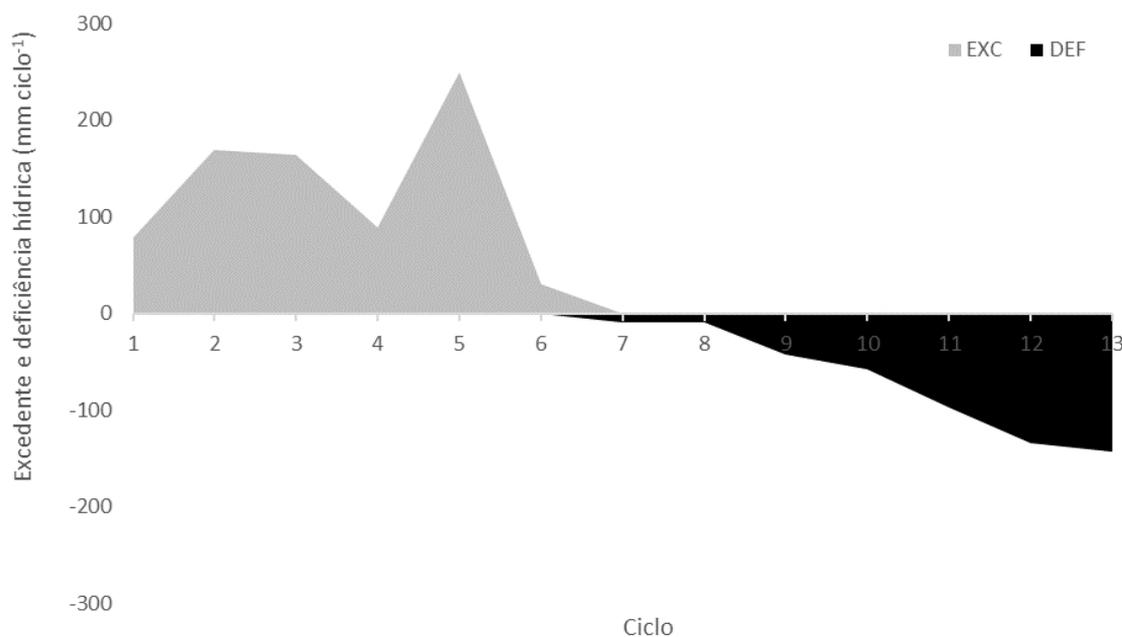


Figura 10. Balanço hídrico climatológico sequencial para a cultura *Urochloa brizantha* cv. Marandu em condições de campo. Considerou capacidade de água disponível = 100 mm.

O acúmulo de graus dias durante a condução do experimento foi de 3.627°C (Figura 11), sendo de maior intensidade na primavera (35,6%), seguido do verão (24%), outono (22,7%) e inverno (17,7%). A redução dos graus dias no inverno, propicia a estacionalidade no desempenho da forrageira, nesse período, em função de condições climáticas não favoráveis. De modo geral, as forrageiras são típicas de regiões de dias longos, pois requerem períodos de luz maiores (MONTEIRO, 2009), assim, acumulando mais horas de graus dias para o seu desenvolvimento. Na região de Rio Verde, isso ocorre no período de primavera e de verão.

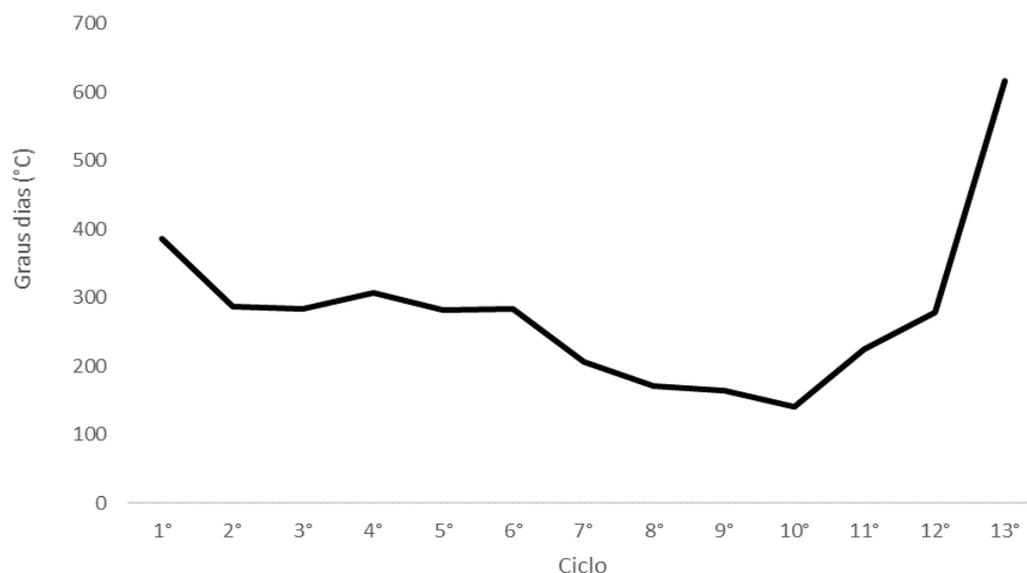


Figura 11. Graus dias da *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

O aumento de graus dias durante a condução do experimento, não foi proporcional à produtividade da forrageira (Ver Figura 21), que foi superior no verão, seguido da primavera, do inverno e do outono. O aumento de graus dias, na primavera, em relação às demais estações do ano, foi devido a um período chuvoso, sendo que, na primavera, choveu menos que no verão, o que propiciou uma menor quantidade de nuvens no céu, conseqüentemente, maior intensidade de radiação (solstício de verão) e de temperatura. No verão, mesmo sendo um período de radiação solar intensa, a presença de nuvens de chuva (*cumulonimbus*) se dá no período da tarde, reduzindo a radiação e a temperatura do ambiente. No outono e no inverno houve um menor acúmulo de graus dias em função do solstício de inverno, período de menor intensidade de radiação e de temperatura média, mesmo em condições de céu limpo.

Nota-se, nesse aspecto, a influência dos fatores climáticos (radiação solar, temperatura, e disponibilidade hídrica), no desempenho máximo da produção de matéria seca de forrageira de climas tropicais. Costa e Monteiro (1997), observaram maiores produtividades nas estações da primavera/verão, especialmente em dosséis não-irrigados, devido esses períodos ter maior volume de precipitação (sendo que a água é um dos fatores limitantes). Por outro lado, os cultivos irrigados (↔) apresentam baixa produção de forragem por estarem associados às variações de temperatura e luminosidade. Mannelje e Pritchard (1974), também afirmam que a associação de baixas temperaturas ligadas a curtos fotoperíodos se torna um fator climático bastante limitante para o crescimento de plantas forrageiras irrigadas.

A irrigação foi complementar do 1º ao 6º ciclo, período em que a mesma supriu os veranicos (Figura 12). Após o 7º ciclo, a irrigação foi necessária para assegurar o desenvolvimento da forrageira. O inverno foi a estação do ano que não recebeu chuva e houve registro das menores temperaturas mínimas, próximo das condições de dormência da cultura (15°C). Do volume total de chuva, 61% ocorreu no verão (951,4 mm), 32,8% na primavera (511,8 mm), 6,2% no outono (96,4 mm) e não houve chuva no inverno. De acordo com a afirmação de Costa *et al.* (2008), a irrigação de forrageiras pode contornar a estacionalidade na produção de massa seca, nas regiões, as quais apresentam maior escassez de água.

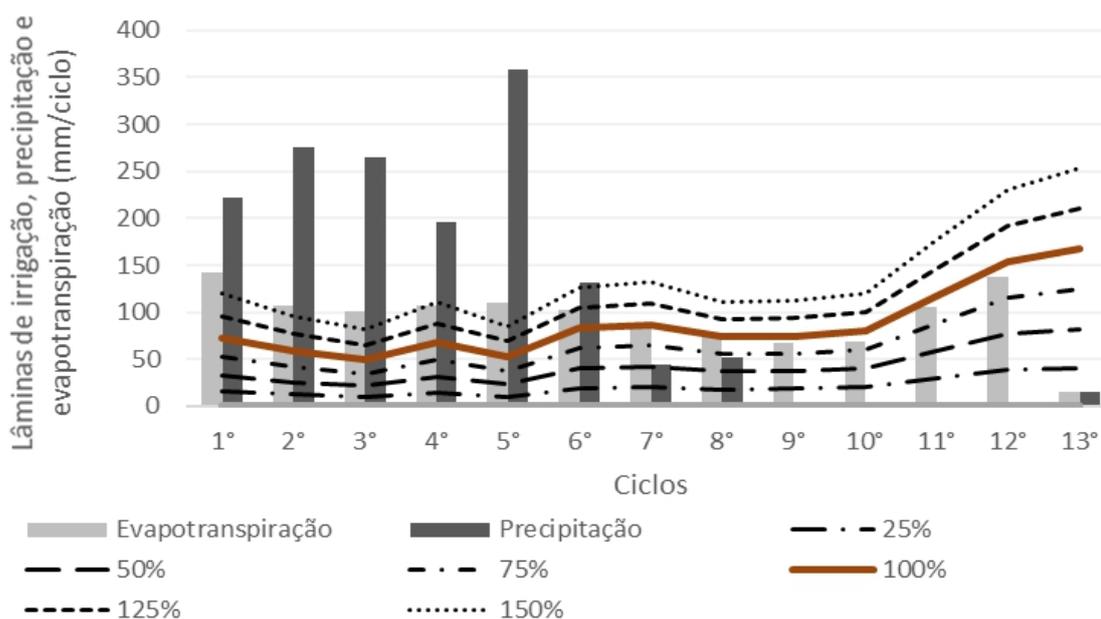


Figura 12. Distribuição da precipitação, evapotranspiração máxima da cultura e lâminas de irrigação durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 10/2019 a 10/2020.

Pode-se observar (Figura 12), que o volume de precipitação foi maior que a evapotranspiração máxima da cultura do 1º ao 8º ciclo. A evapotranspiração ficou acima dos 100 mm no 1º; 2º; 4º; 6º; 11º e 12º ciclo. As lâminas de irrigação de 25 a 75 mm ficaram abaixo da evapotranspiração do 1º ao 11º, respectivamente. A partir do 7º até o 13º ciclo a evapotranspiração máxima da cultura foi superior a 100 mm.

A demanda hídrica da cultura foi de 1.248 mm. O volume de água aplicado no tratamento referência (100% da ETc) foi de 1.139 mm (Tabela 6). Os demais tratamentos receberam as quantidades proporcionais à lâmina aplicada. A evapotranspiração média da

cultura na primavera, no verão, no outono e no inverno foi de, respectivamente, 4,54, 3,49, 2,57 e 3,48 mm dia<sup>-1</sup>. A média geral da ETc foi de 3,52 mm dia<sup>-1</sup>.

Tabela 6. Demanda e disponibilidade hídrica da *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a condução do experimento no município de Rio Verde, Goiás, 2019/2020

ETc	P	Lâmina de irrigação						
		0%	25%	50%	75%	100%	125%	150%
(mm total)								
1.248	1.559	0.00	267	548	841	1.139	1.444	1.756

ETc: Evapotranspiração máxima da cultura (mm total); P = Precipitação (mm total).

A distribuição temporal das chuvas se deu de forma irregular, ocorrendo chuvas intensas e com muitos veranicos. Mesmo com o volume de chuva acima da demanda hídrica, foi necessário fazer a complementação com irrigação para suprir a demanda hídrica da forrageira. No total, o tratamento 100% da ETc, recebeu o montante de 2.387 mm e o 0% da ETc recebeu as condições de sequeiro, que foi de 1.559 mm concentrados em nove meses de condução do experimento.

## 5.2 Demanda nutricional: Nitrogênio-Fósforo-Potássio

As doses dos nutrientes disponibilizados para a cultura foram proporcionais à produção de matéria seca. Os tratamentos que receberam a maior quantidade de nutrientes foi o T28 e a menor dose foi o T5 (Tabela 7). Do total de nutrientes disponibilizados, 50,5% foram no verão, 31,2% na primavera, 13,2% no outono e 5,1% no inverno. Assim como nos resultados de produtividade (Ver Figura 21), houve excesso de nutrientes na cultura, porém, é uma condição de vaso, onde houve pouca competição por água, nutrientes e menores efeitos dos elementos meteorológicos, promovendo com isso, o bom desenvolvimento da forrageira, sendo necessária a reposição de nutrientes à mesma, conforme proposto.

A *U. brizantha* demanda uma quantidade variada de nutrientes de acordo com a época do ano e tipo de manejo adotado nas pastagens. Esta demanda será de acordo com a quantidade de nutrientes extraídos do solo pela planta, ou seja, quanto maior for a produção de massa seca de forragem maior será a demanda por nutrientes (WERNER et al., 1997).

Estes autores (EUCLIDES et al., 2019; MENEZES et al., 2019), relatam que em solos com saturação de base variando entre 40-50%, a demanda pode chegar até 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, e 50-80 kg ha<sup>-1</sup> de P e K em Latossolos Brunos com textura argilosa a argilosa.

A fertilidade do solo para a obtenção de ganhos na produtividade é importante, sendo assim, as citações de Montagner (2014), que forrageiras demandam, pelo menos, 50 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio para correta manutenção. De modo geral, as pastagens de sequeiro normalmente apresentam uma menor demanda por nutrientes em relação às pastagens irrigadas, uma vez que a irrigação tem o potencial de elevar a produtividade das pastagens (ALVIM; BOTREL; NOVELLY, 1986).

Tabela 7. Acúmulo (Kg há<sup>-1</sup>) de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) aplicado em função da produção de matéria seca de *Urochloa brizantha* cv. Marandu produzida em cada tratamento no município de Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Solo Adubação	Nutrientes	Lâminas de irrigação (mm)						
		0%	25%	50%	75%	100%	125%	150%
Primavera								
Argiloso A1	N	2.437	2.769	3.047	2.723	2.731	3.392	3.279
	P	521	592	652	582	584	726	701
	K	2.145	2.437	2.681	2.396	2.404	2.985	2.885
Argiloso A2	N	3.897	3.051	3.458	4.084	4.886	4.776	4.399
	P	834	653	697	873	1.045	1.022	941
	K	3.429	2.685	3.043	3.593	4.3	4.203	3.871
Arenoso A1	N	2.584	2.885	2.856	3.39	3.633	3.369	3.725
	P	553	617	611	725	777	721	797
	K	2.274	2.539	2.513	2.984	3.197	2.965	3.278
Arenoso A2	N	3.991	4.480	5.280	4.651	4.933	5.042	5.460
	P	854	958	1.129	995	1.055	1.078	1.168
	K	3.512	3.942	4.646	4.093	4.341	4.437	4.805
Verão								
Argiloso A1	N	5.418	5.778	5.356	5.300	4.987	5.378	5.901
	P	1.159	1.236	1.146	1.134	1.067	1.150	1.262
	K	4.768	5.085	4.714	4.664	4.388	4.732	5.193
Argiloso A2	N	8.057	7.643	7.775	7.794	7.516	7.704	7.833
	P	1.723	1.635	1.663	1.667	1.608	1.648	1.675
	K	7.09	6.726	6.842	6.859	6.614	6.78	6.893
Arenoso A1	N	5.658	5.038	5.047	5.161	4.965	5.649	5.772
	P	1.21	1.077	1.079	1.104	1.062	1.208	1.235
	K	4.979	4.433	4.441	4.542	4.369	4.971	5.079
Arenoso A2	N	8.361	7.55	8.154	8.108	7.496	7.723	8.833
	P	1.788	1.615	1.744	1.734	1.603	1.652	1.889
	K	7.358	6.644	7.175	7.135	6.596	6.796	7.773
Outono								
Argiloso A1	N	1.647	1.610	1.538	1.437	1.330	1.400	1.326
	P	352	344	329	307	285	300	284
	K	1.450	1.417	1.354	1.265	1.171	1.232	1.167
Argiloso A2	N	2.153	1.998	2.371	2.707	2.296	2.474	2.196
	P	460	427	507	579	491	529	470
	K	1.894	1.758	2.086	2.382	2.021	2.177	1.932

Cont. Tab. 7

Cont. Tab. 7

Arenoso A1	N	1.292	1.279	1.227	1.441	1.501	1.654	1.738
	P	276	273	262	308	321	354	372
	K	1.137	1.125	1.08	1.268	1.321	1.455	1.529
Arenoso A2	N	1.930	1.643	2.124	1.924	1.641	1.907	2.310
	P	413	351	454	411	351	408	494
	K	1.699	1.446	1.869	1.693	1.444	1.678	2.032
Inverno								
Argiloso A1	N	94	147	146	189	187	291	371
	P	18	31	31	40	40	62	79
	K	83	130	128	166	164	256	327
Argiloso A2	N	133	99	289	278	381	507	531
	P	29	21	62	59	81	109	114
	K	117	87	254	244	335	447	467
Arenoso A1	N	108	118	208	364	358	499	546
	P	23	25	44	78	77	107	117
	K	95	104	183	320	315	440	481
Arenoso A2	N	141	224	375	334	673	749	890
	P	30	48	80	71	144	160	190
	K	124	197	330	294	592	659	783
Total aplicado								
Argiloso A1	N	9.596	10.304	10.087	9.648	9.235	10.461	10.877
	P	2.051	2.204	2.158	2.064	1.975	2.238	2.327
	K	8.445	9.068	8.877	8.490	8.127	9.206	9.572
Argiloso A2	N	14.24	12.791	13.892	14.862	15.079	15.461	14.958
	P	3.046	2.736	2.929	3.179	3.225	3.307	3.199
	K	12.531	11.256	12.225	13.079	13.27	13.606	13.163
Arenoso A1	N	9.643	9.319	9.337	10.357	10.457	11.171	11.781
	P	2.062	1.993	1.997	2.215	2.237	2.389	2.520
	K	8.485	8.201	8.217	9.114	9.203	9.830	10.367
Arenoso A2	N	14.424	13.896	15.932	15.017	14.742	15.421	17.493
	P	3.085	2.972	3.408	3.212	3.153	3.298	3.742
	K	12.693	12.229	14.020	13.215	12.973	13.571	15.394

A1 = Adubação com 30, 7 e 36 kg ha<sup>-1</sup> e A2 = Adubação com 45, 10,5 e 54 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, por t matéria seca produzida.

### 5.3 Emergência de plântulas, índices biométricos, matéria seca e valor nutritivo

Na emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, houve influência significativa da textura de solo em todas as avaliações (7, 14 e 21 dias), da adubação aos 7 dias e interação entre adubação e lâminas de irrigação aos 14 dias (Tabela 8). Somente as lâminas de irrigação não influenciaram na emergência das plântulas. Segundo Bewley e Black (1985), o substrato onde está inserida a semente também influencia na germinação; a textura do solo influencia tanto no grau de contato semente/umidade, quanto na condutividade da água. Sendo assim, pode haver diferentes respostas da germinação em solo argiloso e arenoso com mesmo potencial hídrico.

Tabela 8. Resumo da análise de variância da emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Fonte de variação	GL	7 DAS	14 DAS	21 DAS
Bloco	3	1,04 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>
Solo (S)	1	21,19*	53,06*	12,14*
Adubação (A)	1	4,72*	0,09 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
Lâmina (L)	6	1,21 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>
S x A	1	0,59 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
S x L	6	1,24 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>
A x L	6	1,94 <sup>ns</sup>	2,93*	2,11 <sup>ns</sup>
S x A x L	6	0,93 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>
Erro	81	-	-	-
Média	-	2,09	5,34	7,30
CV (%)	-	70,74	34,50	31,19

<sup>ns</sup>, \*: Não significativo e significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Houve variação significativa na emergência de plântulas para solo de textura arenosa, após a semeadura de *U. brizantha* cv. Marandu aos 7, 14 e 21 dias (Tabela 9). O solo arenoso apresentou melhor desempenho em relação ao argiloso. Entre os níveis de adubação, houve diferença aos 7 dias com adubação A1, com melhor desempenho no nível de adubação A2. Não houve variação entre os níveis de adubação A1 e A2 aos 14 e 21 dias. De acordo com Bunch e Delouche (1969), o vigor cultural das sementes, ou seja, a porcentagem de germinação é um pré-requisito importante na implantação das culturas, juntamente com as condições ambientais favoráveis. Outro fator indispensável para boa germinação da semente é a disponibilidade hídrica adequada para a hidratação da semente.

Tabela 9. Emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Solo	7 DAS	14 DAS	21 DAS
Argiloso	1,45 b	4,07 b	6,55 b
Arenoso	2,73 a	6,61 a	8,05 a
Adubação			
30	1,78 b	5,39 a	7,42 a
45	2,39 a	5,28 a	7,17 a

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A interação entre os níveis de adubação e lâminas de irrigação (Figura 13) ocorreu quando disponibilizado 25% da ETc em solo com maior incidência de fertilizantes (A2),

apresentando melhor desempenho em relação ao de menor disponibilidade (A1). As demais lâminas de irrigação e níveis de adubação não foram significativas na emergência de plântulas.

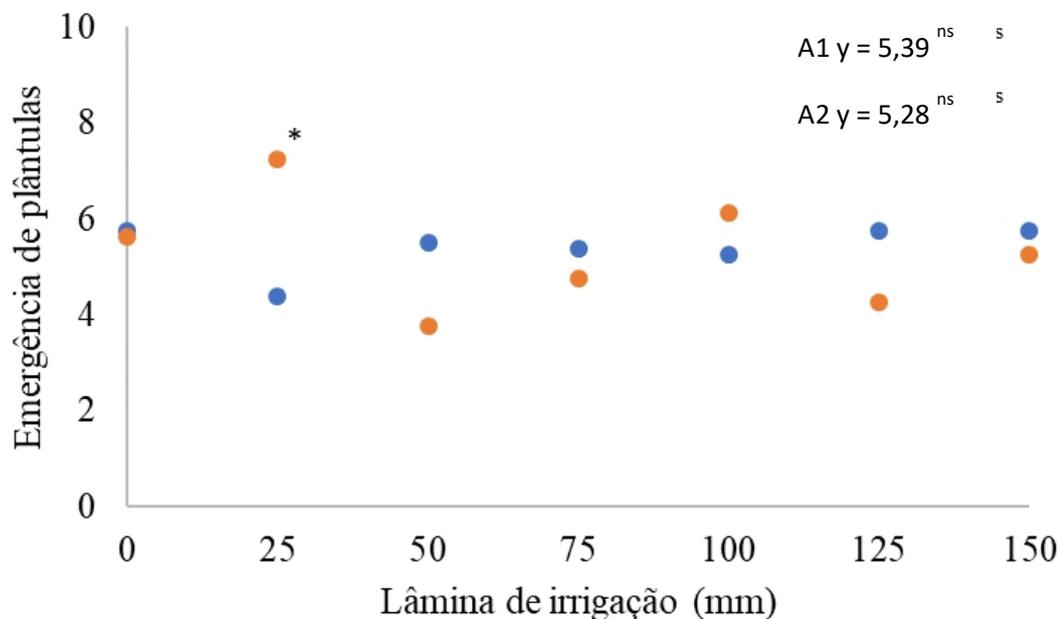


Figura 13. Emergência de plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu aos 14 dias, após a semeadura sob diferentes lâminas de irrigação. Rio Verde, Goiás, 2019/2020. <sup>ns</sup>: regressão não significativa a 5%. \* Diferença significativa da adubação dentro de lâmina de irrigação pelo teste F a 5%.

A lâmina de irrigação foi o único fator de variação que influenciou de forma significativa na produção de matéria seca. A textura de solo promoveu variação significativa entre a largura foliar e a relação folha/colmo, não influenciando nas demais análises avaliadas.

Os níveis de adubação, influenciaram na altura de planta e no índice de clorofila e as lâminas de irrigação influenciaram em todas as variáveis analisadas. Houve interações entre textura de solo e lâminas de irrigação para a relação folha/colmo e adubação e lâminas de irrigação para comprimento foliar. (Tabela 10). De acordo com Bezerra et al. (2020), a textura do solo apresenta pouca influência sobre o processo de organogênese das características estruturais dos perfilhos de cultivares *U. brizantha* ‘Piatã’ e ‘Marandu’, pois, o processo de aparecimento de órgãos, durante a fase inicial de ganho em área foliar, é geneticamente pré-determinado na planta (GASTAL; LEMAIRE, 2015).

Tabela 10. Análise de variância das variáveis: clorofila (CF), altura, comprimento (Comp), largura, Relação folha/colmo (FC) e matéria seca (MS) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

	GL	CF	Altura	Comp	Largura	FC	MS
Bloco	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Solo (S)	1	ns	ns	ns	*	**	ns
Adubação (A)	1	**	**	ns	ns	ns	ns
Lâmina de irrigação (L)	6	**	**	**	*	**	**
S x A	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S x L	6	ns	ns	ns	ns	**	ns
A x L	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S x A x L	6	ns	ns	**	ns	ns	ns
Erro	81	-	-	-	-	-	-
CV%	-	9,46	4,36	4,66	8,56	26,52	12,33

ns: Não significativo; \*\*, \*: Significativo a 1 e a 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Entre os tipos de solo não se observa oscilações para clorofila e altura, sendo possível estimar um valor médio de 46,05 e 56,28 (cm), respectivamente. Por outro lado, o solo argiloso incrementou em 4% os valores de largura. Os níveis de adubação não provocaram efeito sobre largura e massa seca, porém, ao aplicar 45 kg N ha<sup>-1</sup> causou aumentos na concentração de clorofila, mas, em contrapartida, essa dose provocou redução na altura (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de clorofila, altura, largura e massa seca de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Solo	Clorofila	Altura (cm)	Largura (cm)	Massa seca (kg ha <sup>-1</sup> )
Arenoso	46,20 A	55,91 A	1,99 B	144.290 A
Argiloso	46,81 A	56,65 A	2,07 A	150.174 A
Adubação				
A1	45,38 b	56,98 a	2,02 a	145.415 a
A2	47,62 a	55,58 b	2,03 a	149.049 a

Letras iguais maiúsculas na coluna entre solo e minúscula entre adubação não diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Houve redução na altura da planta de (1,3%) em função da textura do solo arenoso em relação ao argiloso. Os níveis de adubação propiciaram melhor desempenho da altura da planta e o índice de clorofila, quando disponibilizado A1 e A2, respectivamente. Nas condições especificadas, a forrageira apresentou incremento médio de 1% na altura de planta e no índice de clorofila. Por outro lado, levando em consideração os efeitos da interação genótipo-ambiente, os autores (GASTAL; LEMAIRE, 2015), alertam que o peso específico do perfilho, assim como a produção de biomassa das gramíneas de clima tropical vão ser

influenciados pelas propriedades químicas do solo, uma vez que, para as plantas expressarem o máximo de acúmulo de biomassa, é necessária uma oferta e/ou absorção adequada de nutrientes essenciais; associado a condições edafoclimáticas apropriadas para o desenvolvimento da planta.

Houve aumento médio dos índices de clorofila e largura de planta em função das lâminas de irrigação até aos 75 mm e aos 100 mm, respectivamente, e crescimento linear para a altura de planta e matéria seca (Figura 14).

Os teores de clorofila em função das lâminas de irrigação apresentam um melhor ajuste à equação de segundo grau, sendo possível observar valor moderado de coeficiente de determinação ( $R^2 = 65\%$ ), diante disso, ao utilizar 103 mm distribuídos em 28 dias (ciclo), será estimado teor de clorofila de 49 (Figura 14a). Para altura, os valores apresentam um melhor ajuste a equação de primeiro grau ( $R^2 = 88\%$ ) (Figura 14b), enquanto a largura nas lâminas crescentes de água se ajustou o modelo quadrático ( $R^2 = 89\%$ ), portanto, é possível estimar um valor médio de 2,1 cm de largura ao utilizar 100 mm de lâmina de água (Figura 14c). Alencar et al. (2009b), Lopes et al. (2014) e Dupas et al. (2010), também observaram este comportamento nas forrageiras. Os valores de massa seca se ajustaram a uma equação de primeiro grau ( $R^2 = 82\%$ ), diante disso, à medida que eleva a oferta de irrigação, há aumento de biomassa (Figura 14d).

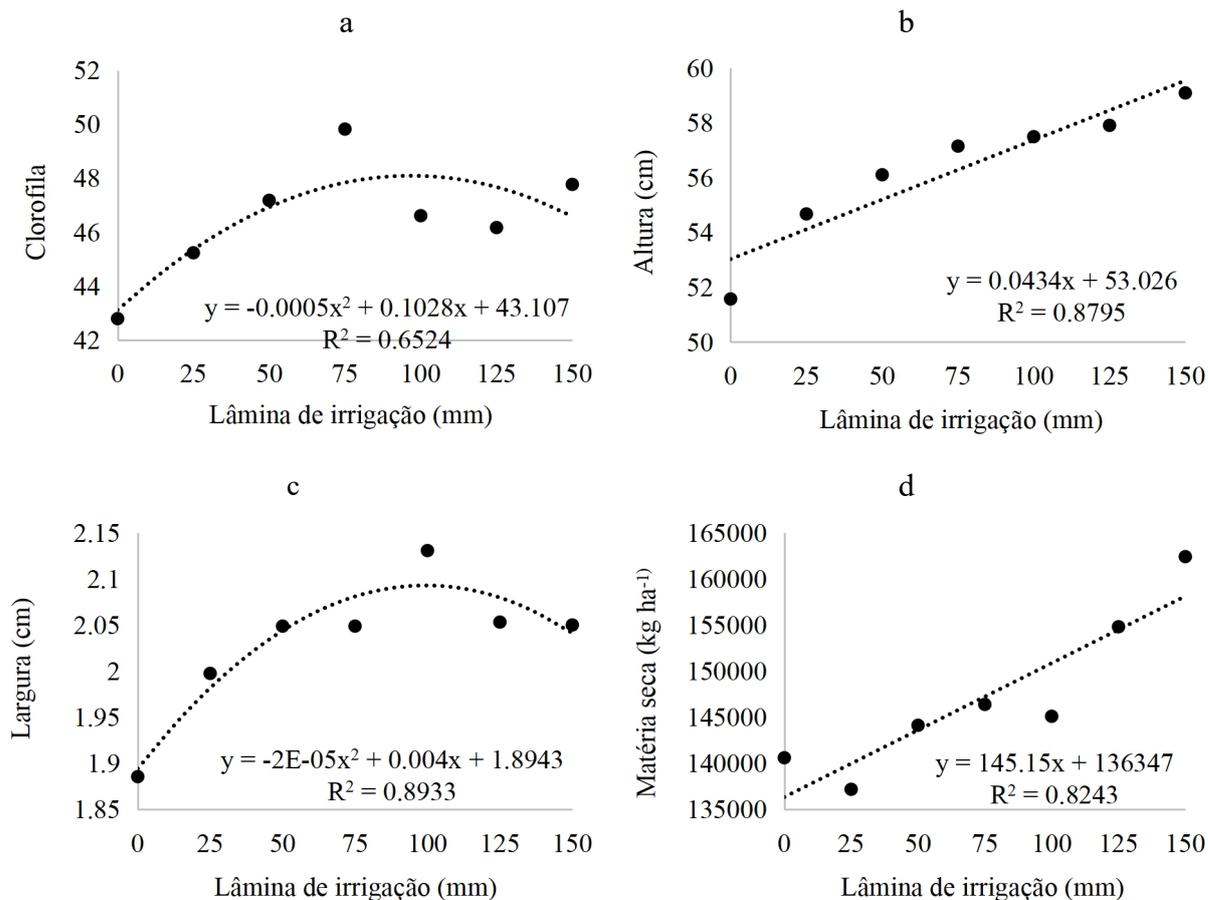


Figura 14. Clorofila (a), altura de plantas (b), largura (c) e matéria seca (d) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob diferentes lâminas de irrigação, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020. \*Regressão significativa a 5% de probabilidade.

O índice médio de clorofila da forrageira a cada 28 dias, independente do tratamento adotado, foi de  $45,5 \pm 2,8$  (Figura 15). O índice médio SPAD na primavera, no verão, no outono e no inverno, foi de  $46,1 \pm 1,6$ ,  $51,3 \pm 2,1$ ,  $42,1 \pm 2,0$  e  $42,6 \pm 3,6$ , respectivamente. Os melhores índices de clorofila foram obtidos nos tratamentos em condição de solo arenoso, com adubação A2, com lâminas de 50 a 100% da ETc, sendo, T25 (49,64), na primavera e no verão também o T25 (57,04), no outono o T26 (46,26), e no inverno T24 (49,89). Esses dados representam o quão ativas, fotossinteticamente, estão as folhas e, com isso, pode-se aferir se as plantas estão bem nutridas de nitrogênio, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade da cor verde com o teor de clorofila e a concentração de N nas folhas (GIL et al., 2002).

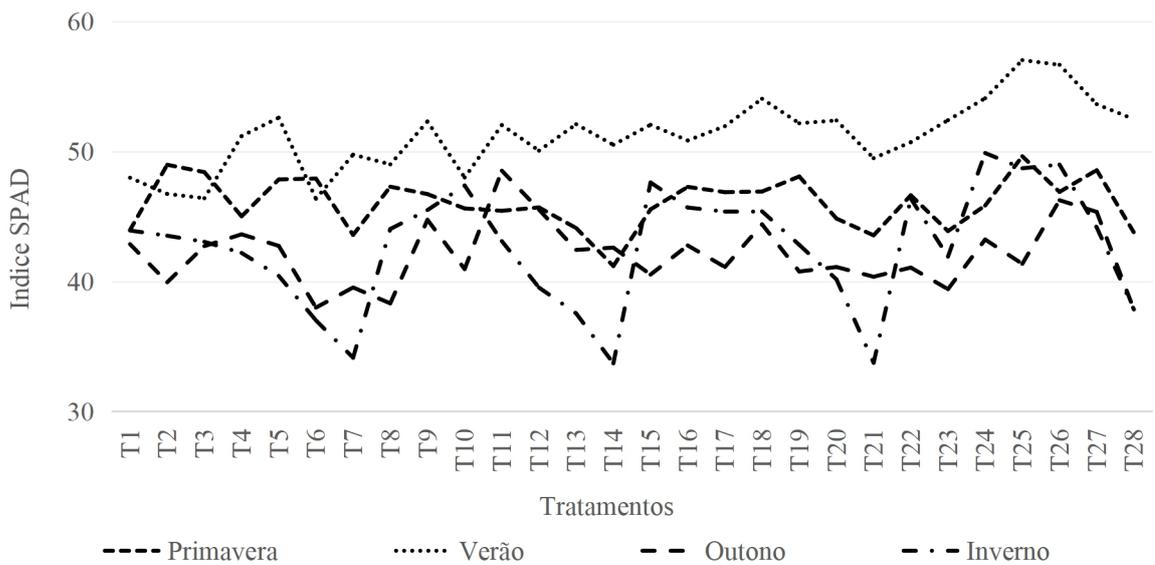


Figura 15. Índice SPAD de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

A altura média de corte da forrageira a cada 28 dias, independente do tratamento adotado, foi de  $54,2 \pm 11,7$  cm (Figura 16). O período de menor oscilação da altura média de corte entre os tratamentos ocorreu no verão, seguido do outono. No inverno, as condições climáticas de radiação solar e de temperatura do ar, inibiu o desenvolvimento da planta, apresentando menor altura média de corte, resultados semelhantes aos obtidos por Dantas et al. (2016).

Já nas demais estações, a altura média de corte na primavera, no verão, no outono e no inverno, foi de  $70,2 \pm 26,0$ ;  $80,7 \pm 8,9$ ;  $42,3 \pm 9,6$  e  $23,8 \pm 2,3$  cm, respectivamente.

O maior desempenho na altura média de corte da forrageira aconteceu na estação do verão, no tratamento T1 (86,88 cm), seguido da primavera, no T15 (75,92 cm), no outono foi o T11 (46,63 cm), e o no inverno, o T15 (29,70 cm). De acordo com o aumento das lâminas de irrigação, houve aumento na altura média de planta da forrageira. Exceto no inverno, a condição de solo argiloso sob altas ofertas hídricas lâminas de 150 mm, apresentou melhor desempenho em relação ao solo arenoso sob altas ofertas hídricas lâminas de 150 mm. No verão e no inverno, as lâminas de irrigação superiores, apresentaram maior altura de planta.

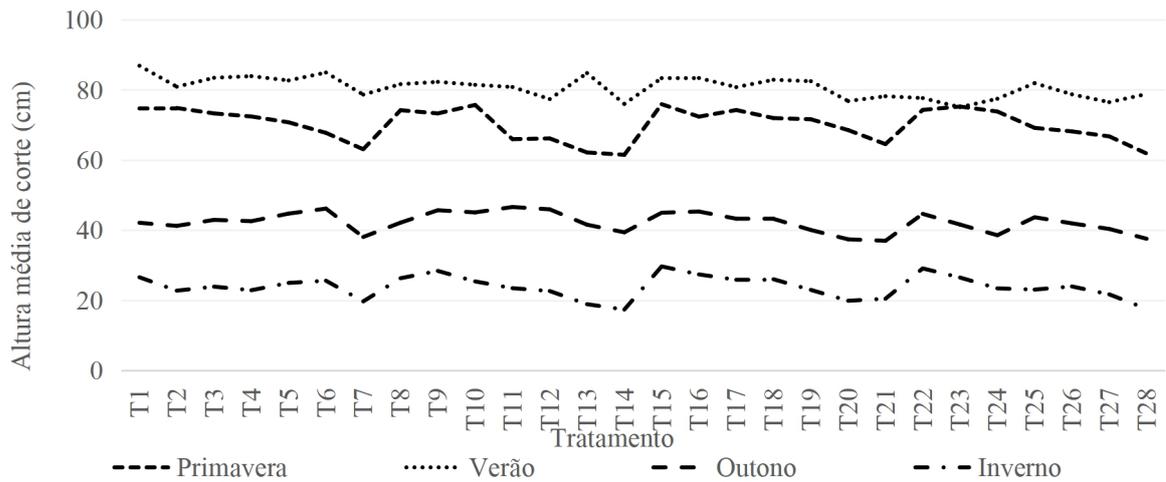


Figura 16. Altura média ao corte de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

O comprimento foliar médio da forrageira a cada 28 dias, independente do tratamento adotado, foi de  $27,3 \pm 3,3$  cm (Figura 17). Não houve muita variação no comprimento médio, no período da primavera e do verão, sendo que na segunda estação, houve menor variação entre os tratamentos. O comprimento foliar médio na primavera, no verão, no outono e no inverno, foi de  $32,7 \pm 5,7$ ;  $33,0 \pm 2,2$ ;  $27,5 \pm 3,9$  e  $16,9 \pm 1,5$  cm, respectivamente. No inverno, o tratamento T15 (21,73 cm), apresentou o melhor desempenho em relação aos demais e nas demais estações foram o T1 (35,61 cm), T9 (35,23 cm) e T8 (35,16 cm) (primavera), T9 (35,16 cm) (verão) e T10 (30,63 cm) (outono).

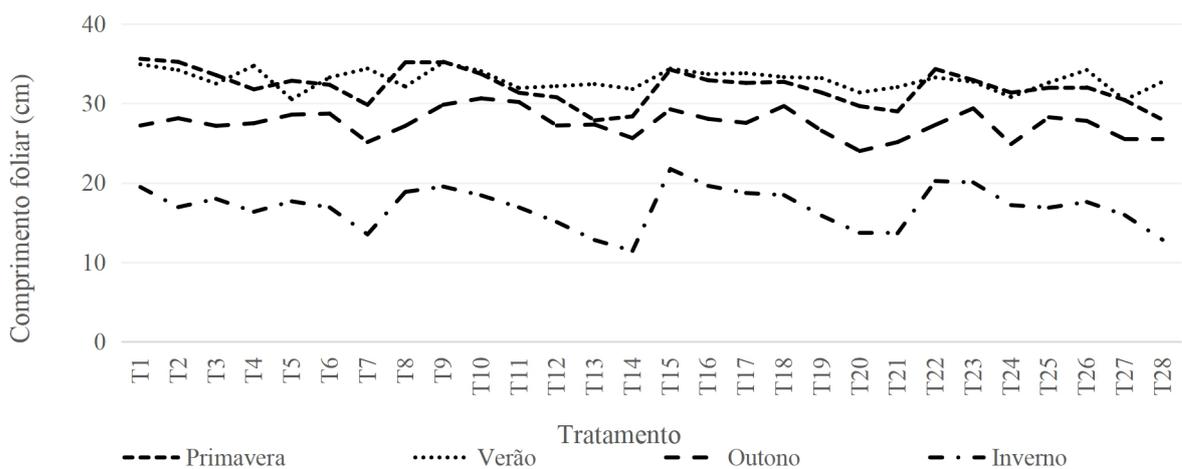


Figura 17. Comprimento foliar médio de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

Não houve variação significativa em função dos tratamentos adotados na largura média da folha da forrageira, sendo que, a cada 28 dias, independente do tratamento adotado, atingiu-se  $2,0\pm 0,1$  cm (Figura 18). A largura foliar média, na primavera, no verão, no outono e no inverno, foi de  $2,2\pm 0,2$ ;  $2,1\pm 0,1$ ;  $2,0\pm 0,1$  e  $1,8\pm 0,1$  cm, respectivamente. As maiores larguras foliar foram registradas nas respectivas estações citadas. Foram obtidas nos tratamentos T1 (2,37 cm), T26 (2,32 cm), T25 (2,25 cm) e T24 (2,03 cm).

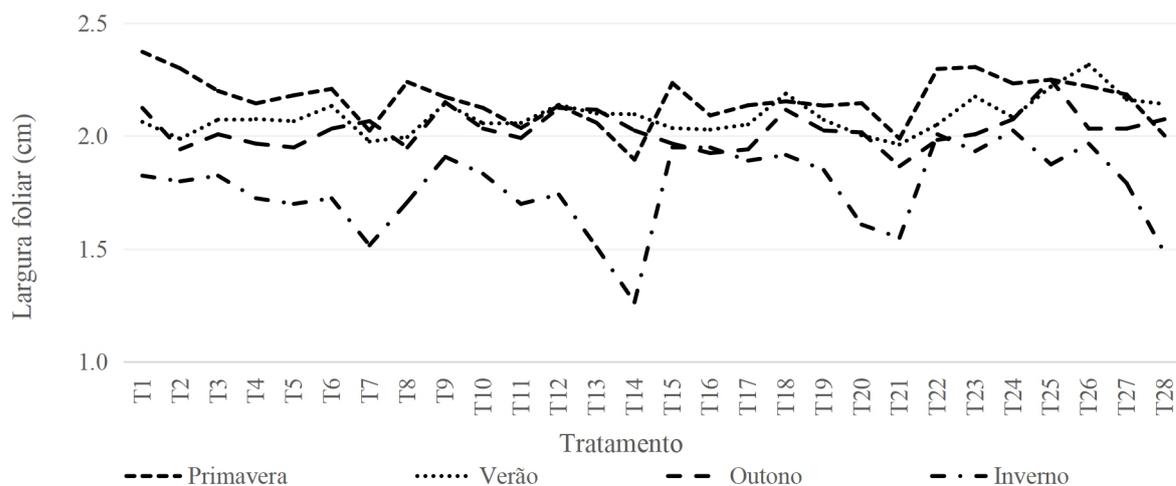


Figura 18. Largura foliar médio de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante as estações dos anos, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

No solo de textura argilosa, ao utilizar a adubação A1, associada a 25 mm de lâmina de irrigação, provocou redução no comprimento foliar (10,7%), na mesma lâmina de irrigação associada à oferta A2. No solo arenoso, é registrado redução no comprimento (1%), assim como ao utilizar lâmina de 100 mm no solo argiloso com adubação A2, também é mensurado redução no comprimento (10,85; Tabela 12).

Tabela 12. Valores médio de comprimento foliar da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Lâmina de irrigação (mm)	Adubação (kg ha <sup>-1</sup> )			
	A1		A2	
	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso
0	26,37 aA	25,50 aA	24,88 aA	25,36 aA
25	28,22 aA	25,19 bA	25,67 aB	25,94 aA
50	27,64 aA	27,22 aA	26,75 aA	28,38 aA
75	28,13 aA	28,90 aA	27,91 aA	27,82 aA
100	28,15 aA	28,59 aA	29,58 aA	26,41 bB
125	29,04 aA	28,95 aA	30,33 aA	29,07 aA
150	29,73 aA	30,24 aA	28,62 aA	29,11 aA

Letras minúsculas iguais entre solo dentro de cada adubação e maiúsculas entre adubação dentro de cada solo na linha não diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Nesse estudo, houve aumento médio do comprimento foliar da forrageira em função das lâminas de irrigação, independente da textura de solo e níveis de adubação (Figura 19).

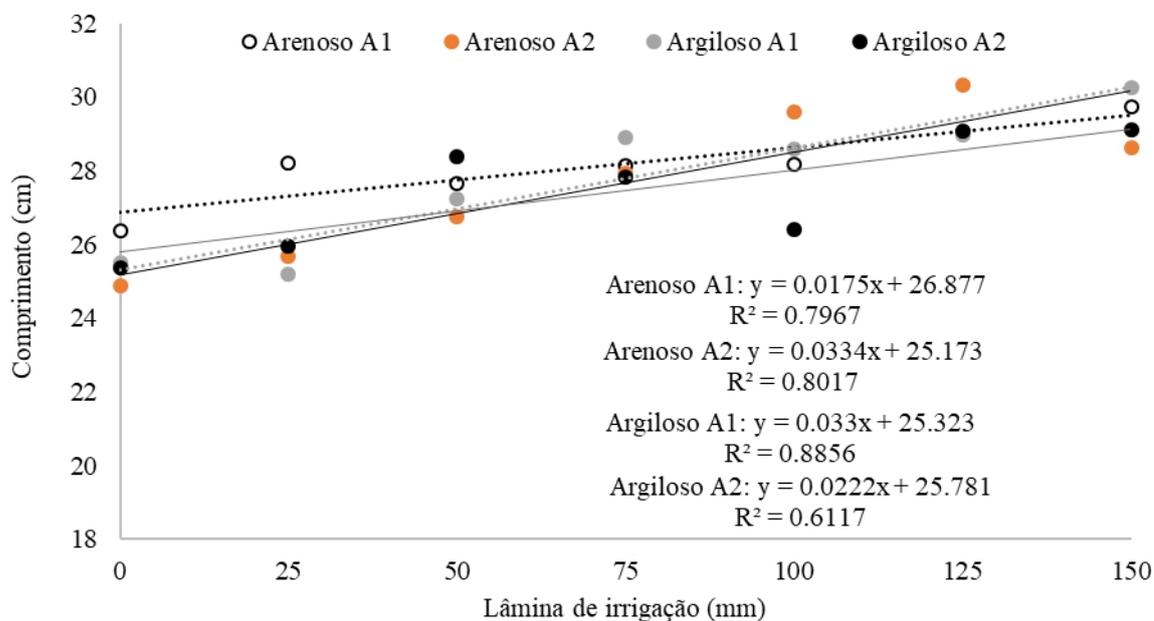


Figura 19. Comprimento Foliar da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em solo arenoso e argiloso sob diferentes adubações e lâminas de irrigação, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020. \*Regressão significativa a 5% de probabilidade.

Houve aumento médio de 13,2% no comprimento foliar, quando comparado ao cultivo de sequeiro com a lâmina de 150% da ETc. O melhor desempenho em relação ao comprimento foliar da forrageira ocorreu na condição de solo argiloso, com adubação A1, que promoveu um crescimento médio de 16,1%.

Sob altas ofertas de lâmina de irrigação ( $\geq 100\%$ ) o solo de textura argilosa promoveu as maiores relações de folha/colmo mediante o solo arenoso, sendo em média 50,8% superiores (Tabela 13 e Figura 20). Devido ao bom desempenho da forrageira, em relação ao comprimento foliar, a quantidade de folha apresentou valores expressivos, acima dos observados por Rodrigues et al. (2021). A condição de cultivo em vaso, com pouco ou sem competição por luz, favoreceu ao alongamento da folha sem haver, ou de forma insignificante, a promoção do colmo.

Tabela 13. Relação folha/colmo da *Urochloa brizantha* cv. Marandu, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Lâmina de irrigação (% da ETc)	Solo	
	Arenoso	Argiloso
0	156,95 A	225,95 A
25	239,02 A	301,63 A
50	367,07 A	408,21 A
75	482,01 A	494,88 A
100	432,38 B	601,73 A
125	510,80 B	738,75 A
150	594,28 B	978,89 A

Letras iguais maiúsculas na linha entre solo não diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

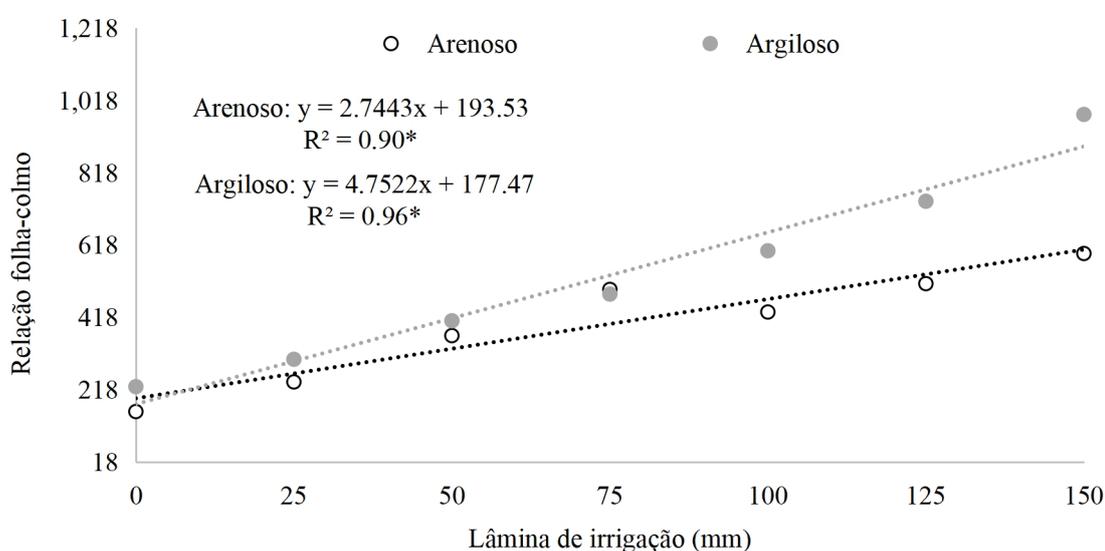


Figura 20. Relação folha/colmo (F/C) de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em solo arenoso e argiloso sob diferentes lâminas de irrigação, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020. \*Regressão significativa a 5% de probabilidade.

Não houve aumento gradual da produção de massa seca da forrageira, em função das lâminas de irrigação e de níveis de adubação em ambas as texturas de solo (Figura 21). Houve aumento médio da produtividade de forrageira, em razão das lâminas de irrigação em condição de solo arenoso independente no nível de adubação. O solo argiloso apresentou redução ou estabilização da produção de matéria seca, em virtude do aumento das lâminas de irrigação.

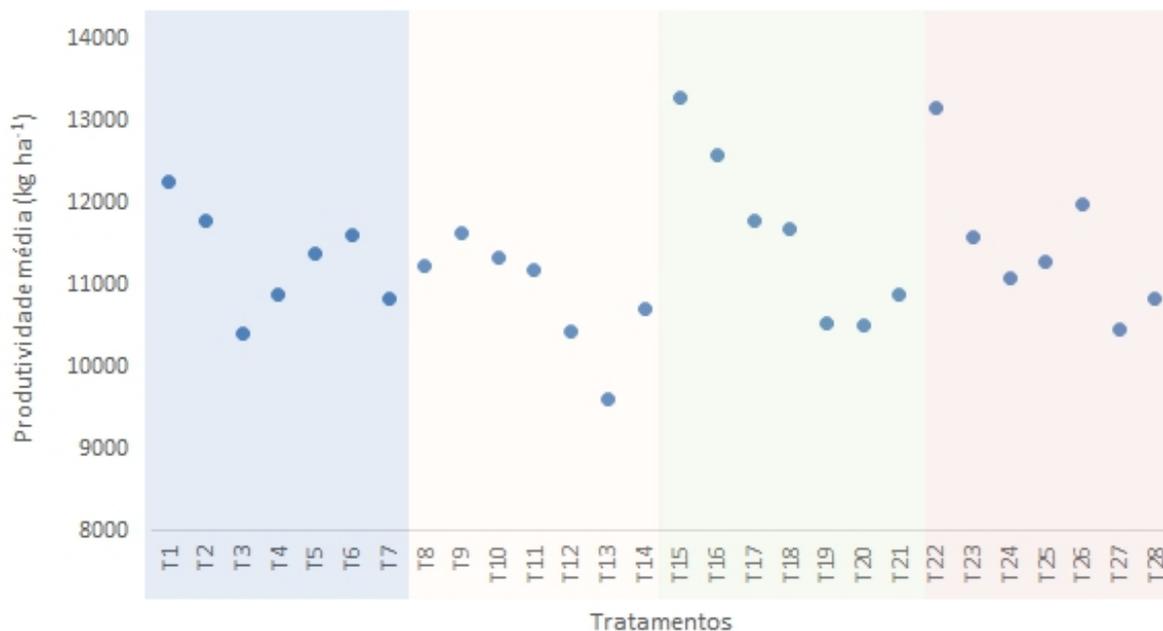


Figura 21. Produtividade média de massa seca da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função dos tratamentos adotados, cultivada em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

Resultados obtidos nesse trabalho são controversos, quanto aos encontrados na literatura, onde a maioria dos estudos para o capim-marandu indica que esta gramínea demonstra maior produtividade em solos de textura argilosa, quando recebem manejo nutricional adequado (EUCLIDES et al., 2019). No entanto, o capim-marandu expõe alta plasticidade fenotípica, podendo ser cultivado em solos de textura arenosa, como foi observado por Verás et al. (2020) e Rodrigues et al. (2021): no intervalo de corte de 28 dias apresenta boa capacidade de perfilhamento, maior taxa de ganho de área foliar (devido o maior comprimento de folha), conseqüentemente, menores taxas de alongamento e altura de colmo; permitindo valores adequados de relação folha/colmo.

Porém, na região Sudeste do Brasil, Lara et al. (2020) verificou que em solos de textura argilosa, com manejo de irrigação equivalente a eventos de chuva de 8 a 12 mm (tensão da água do solo atingindo 0,30 kPa), associado à adubação nitrogenada, há 220 kg N ha<sup>-1</sup>, o capim-marandu demonstrou menor acúmulo de folha quando comparado a outras cultivares de *Urochloa* spp.

Em situação de estresse hídrico, o capim-marandu demonstra reduções severas na taxa de alongamento de folha e acúmulo de biomassa (PEZZOPANE et al., 2015), portanto, para elevar a produção primária em épocas de baixa precipitação (outono/inverno) no Cerrado, a utilização de projetos de irrigação é uma estratégia promissora. Em contrapartida, sob condições de solos mal drenados, com alta umidade ou encharcamento, o capim-marandu

pode exibir baixa capacidade de desenvolvimento de raízes e parte aérea (clorose, murchamento prematuro e redução na taxa fotossintética, comprometendo a sua respectiva longevidade do dossel (VISSER et al., 2003).

Maiores valores de largura e comprimento foliar propiciam a maior quantidade de matéria seca. Apesar de o solo de textura argilosa propiciar maior concentração de matéria orgânica para a retenção de água, a utilização de projetos de irrigação para o capim-marandu, nesses ambientes, torna-se pouco atrativa, devido à susceptibilidade dessa gramínea a alta umidade. Enquanto, para solos de textura arenosa, o capim-marandu apresenta melhor desenvolvimento sob altas ofertas hídricas. Sob diferentes disponibilidades hídricas, Kroth et al. (2015) observou que o capim-marandu cultivado em Neossolo Flúvico (12% de argila), em cenário de alagamento, apresentou altos valores de matéria seca em relação ao tratamento com déficit hídrico (50 kPa).

Em solos de textura argilosa, Mass Júnior et al. (2016) verificou que o capim-marandu cultivado em situação de capacidade de campo (equivalente a -0,01 MPa) e alagado (irrigação aplicada para atingir 2 cm de água acima da superfície do solo), apresenta redução de altura de dossel e biomassa de forragem. Diante disso, as informações apresentadas pelos autores sugerem que o manejo de irrigação em solos de textura média deve ser de 50% da capacidade de campo.

Foram geradas as análises das variáveis dos componentes principais (CPs), os resultados explicaram dois processos independentes, em função dos tratamentos adotados (Tabela 14). Para o solo arenoso com menor nível de adubação A1, o CP1 e CP2 explicaram 83,02% dos dados apresentados. Enquanto que no maior nível de adubação foi de 72,43%.

Independentemente do nível de adubação, no solo arenoso, houve sempre destaque das variáveis altura e comprimento no CP1 e clorofila no CP2. Nesse sentido, estas variáveis foram fortemente influenciadas pela interação entre lâmina de água, textura de solo e adubação.

Além disso, é possível observar que altura, comprimento e demais parâmetros apresentaram correlações entre si (Tabela 14) com melhores resultados (ou maiores valores) nas lâminas de irrigação de 75-150 % (Figura 22), indicando, então, para esta condição de solo (arenoso) e adubação (A1), lâminas de água de no mínimo 75%. Quando avaliado o maior nível de adubação (A2), os dados indicaram melhor desempenho das variáveis analisadas a partir da lâmina de irrigação 50%.

Tabela 14. Variância explicada ao longo dos componentes principais em condições de solo arenoso, com adubação A1 a A2, em função das lâminas de irrigação no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Arenoso A1				
Variável	CP1 (68,94%)		CP2 (14,08%)	
	R <sup>2</sup>	VE (%)	R <sup>2</sup>	VE (%)
Clorofila	- 0,68	11,32	0,58	39,96
Altura	- 0,96	22,42	-0,06	0,47
Comprimento	- 0,94	21,64	-0,05	0,35
Largura	- 0,73	13,20	0,45	24,26
F/C	- 0,81	16,24	-0,39	18,22
MS	- 0,79	15,15	- 0,37	16,70
Arenoso A2				
Variável	CP1 (50,04%)		CP1 (22,39%)	
	R <sup>2</sup>	VE (%)	R <sup>2</sup>	VE (%)
Clorofila	- 0,42	6,07	0,78	45,85
Altura	- 0,88	26,26	0,03	0,07
Comprimento	- 0,80	21,58	-0,25	4,95
Largura	- 0,76	19,36	0,47	16,99
F/C	- 0,53	9,57	-0,59	26,33
MS	- 0,71	17,14	-0,27	5,79

A1 = Adubação com 30, 7 e 36 kg ha<sup>-1</sup> e A2 = Adubação com 45, 10,5 e 54 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio fósforo e potássio, respectivamente, por t matéria seca produzida; CP = Componente principal; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; VE = variância explicada; F/C = Relação folha/colmo; MS = Matéria seca.

O cultivo de forrageira com lâminas superiores a 100% da ETc, em solo arenoso, propiciou maior rendimento da forrageira, independentemente do nível de adubação utilizado (Figura 22). Comportamento semelhante a condição de solo arenoso foi obtida em solo argiloso, houve maior comprimento de planta e largura foliar e conseqüentemente, maior produção de matéria seca quando utilizado lâminas de irrigação superior a 100% da ETc (Figura 23).

Lâminas de irrigação de 50 a 100% da ETc restringiu o desenvolvimento das mesmas, e inferiores a 50% da ETc, houve os menores valores de altura foliar, conseqüentemente, menor produção de matéria seca. A adubação A2, propiciou maior produção de matéria seca em relação à adubação A1.

A maior disponibilidade de forragem obtida com a adubação nitrogenada pode ser atribuída aos efeitos do nitrogênio, que promove aumento significativo nas taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas. De acordo com Colozza et al. (2000), quanto maior teor de clorofila nas folhas das forrageiras, maior está a disponibilidade de nitrogênio, resultando em aumento dos fotoassimilados que influenciam diretamente nas características morfogênicas e estruturais da forrageira. Incrementos na produção de forrageiras com a disponibilização de maiores doses de nitrogênio e diversas lâminas de irrigação, também

foram encontradas por Mistura et al. (2006, 2007), Lopes et al. (2003) e Marcelino et al. (2002, 2003).

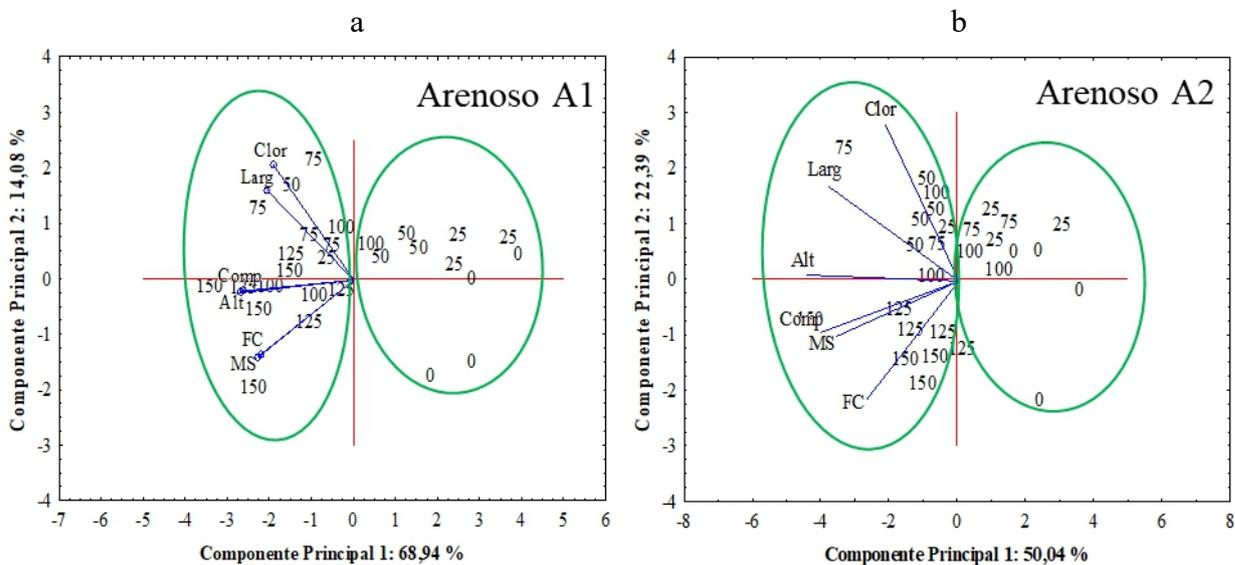


Figura 22. Análise de componentes principais em função dos tratamentos, em condição de solo arenoso com a adubação A1 (a) e A2 (b) em função das lâminas de irrigação no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

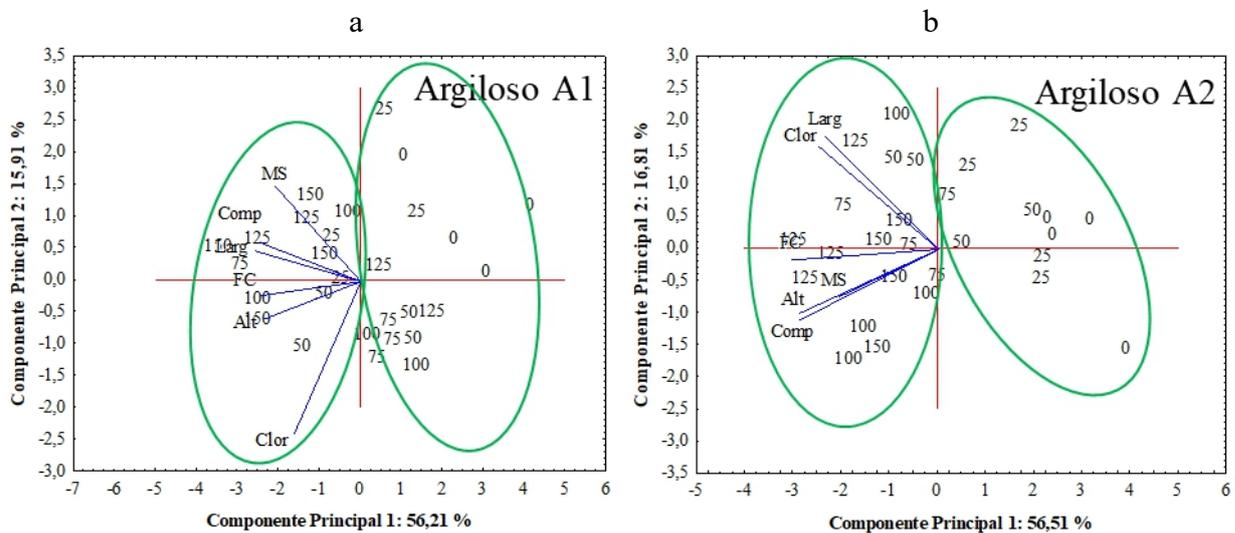


Figura 23. Análise de componentes principais em função dos tratamentos, em condição de solo argiloso com a adubação A1 (a) e A2 (b), em função das lâminas de irrigação no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

Houve aumento médio de altura e comprimento médio da forrageira, e consequentemente de matéria seca, nas maiores lâminas de irrigação, formando assim, dois grupos independentes. O aumento inverso da clorofila, em função das demais características

informadas, está relacionada a menor expansão foliar, que concentra os nutrientes, podendo elevar os níveis nutricionais da forrageira (ABREU et al., 2020).

A análise de componentes principais (CPs) para os tratamentos com textura de solo argiloso, também são explicados por dois processos independentes, em função dos tratamentos adotados (Tabela 15). Para o nível de adubação A1, o CP1 explicou 56,21% e o CP2 explicou 15,91 %, ambos somaram 72,12% de variância dos dados apresentados com destaque para largura no CP1 e clorofila no CP2 - Enquanto que na adubação A2, o CP1 explicou 56,51% e o CP2 16,81% da variância, com destaque para as variáveis F/C no CP1 e largura de folha no CP2.

Tabela 15. Variância explicada ao longo dos componentes principais em condições de solo argiloso, com adubação A1 a A2, em função das lâminas de irrigação no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020

Argiloso A1				
Variável	CP1 (56,21%)		CP2 (15,91%)	
	R <sup>2</sup>	VE (%)	R <sup>2</sup>	VE (%)
Clorofila	- 0,53	8,56	-0,78	64,09
Altura	- 0,77	17,76	-0,19	3,83
Comprimento	- 0,80	19,26	0,19	4,08
Largura	- 0,84	21,19	0,15	2,53
F/C	- 0,80	19,13	-0,07	0,54
MS	- 0,68	14,07	-0,48	24,91
Argiloso A2				
Variável	CP1 (56,51%)		CP2 (16,81%)	
	R <sup>2</sup>	VE (%)	R <sup>2</sup>	VE (%)
Clorofila	- 0,70	14,76	0,55	30,48
Altura	- 0,82	19,83	-0,34	11,74
Comprimento	- 0,82	19,92	-0,38	14,48
Largura	- 0,66	13,02	0,60	36,52
F/C	- 0,87	22,34	-0,05	0,32
MS	- 0,58	10,11	-0,25	6,43

A1 = Adubação com 30, 7 e 36 kg ha<sup>-1</sup> e A2 = Adubação com 45, 10,5 e 54 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, por t matéria seca produzida; CP = Componente principal; R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; VE = variância explicada; F/C = Relação folha/colmo; MS = Matéria seca.

Houve menor distância euclidiana nos tratamentos (T17 e T16), em solo arenoso com adubação A1, associado a lâminas de irrigação de 100 e 125% da ETc (Figura 24a), diferenciando-se do tratamento T21. Quando elevou a adubação ao nível (A2), houve a formação de dois grupos, independentes e heterogêneos, com a menor distância euclidiana, sendo o (T26 e T24), nas lâminas de irrigação de 50 e 100mm, seguido do (T27 e T25), associado às lâminas 25 e 75% da ETc, diferenciando-se totalmente do tratamento T23, que possuiu a maior distância euclidiana (Figura 24b).

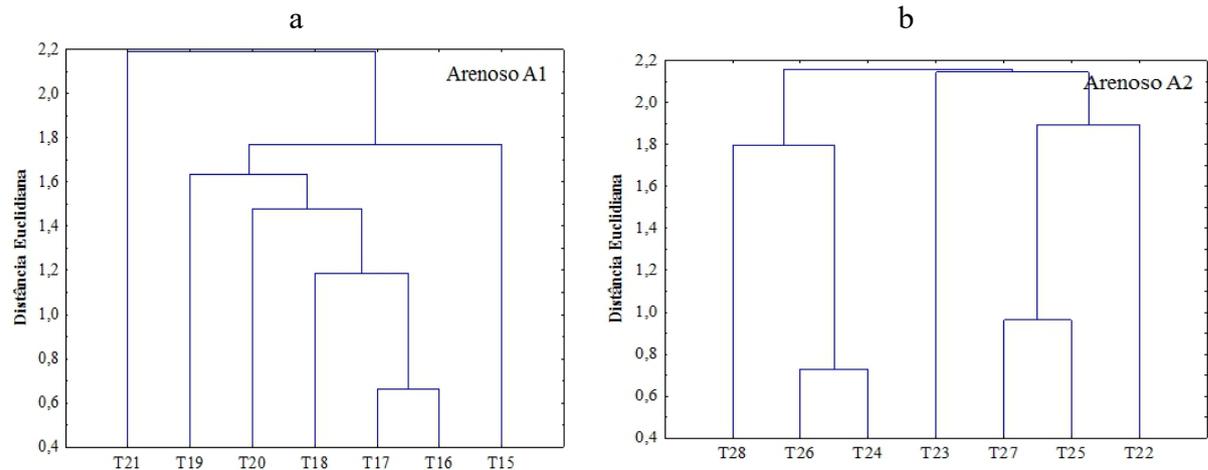


Figura 24. Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em condição de solo arenoso, com dois níveis de adubação (A1 e A2), em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

Apesar de não haver correlação, o solo argiloso teve comportamento semelhante ao arenoso, que também houve a formação de dois grupos, independentes e heterogêneos, com a menor distância euclidiana sendo os tratamentos (T6 e T1), sob a oferta de irrigação 25 e 100% da ETc, seguido do (T7 e T4), associado a lâminas de irrigação de 0 e 75% da ETc, sendo que o tratamento T2 possuiu a maior distância euclidiana, diferenciando-se totalmente dos demais, em solo argiloso ao nível de adubação A1 (Figura 25a). Quando elevou a adubação ao nível (A2), houve menor distância euclidiana nos tratamentos (T10 e T8), nas lâminas de irrigação de 100 e 150 mm, diferenciando-se totalmente do tratamento T9 (Figura 25b), que apresentou a maior distância euclidiana. Os tratamentos, que possuem a maior e a menor lâmina de irrigação, apresentaram maior variação de produção de forrageira em relação aos demais. Todos os tratamentos, independentes da textura de solo e de níveis de adubação, evidenciaram a importância do uso da irrigação para a produção de massa seca em pastagem.

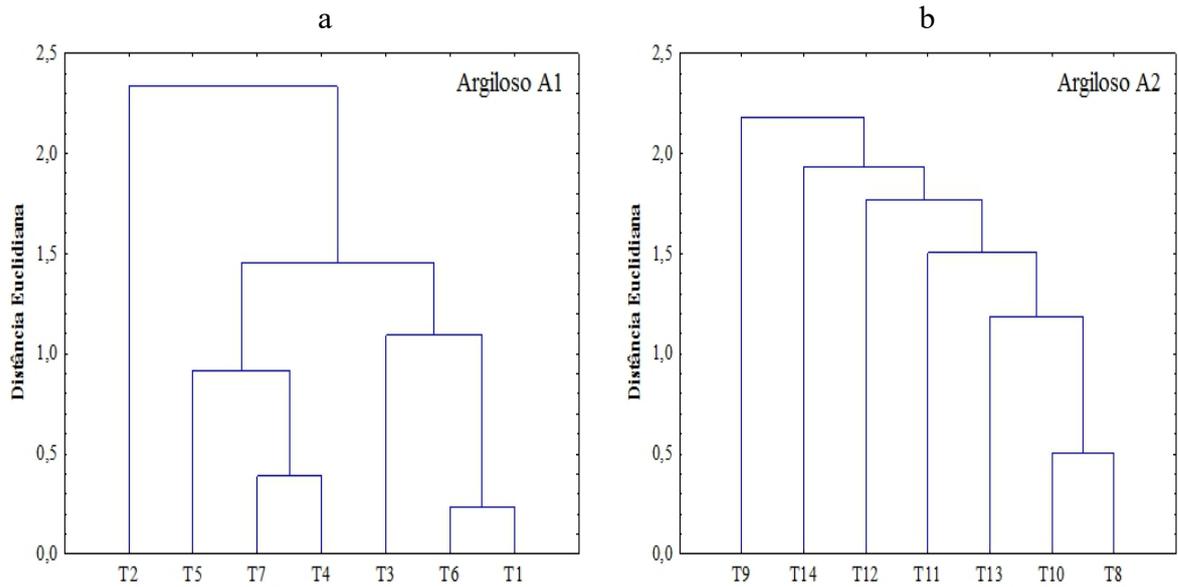


Figura 25. Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em condição de solo argiloso, com dois níveis de adubação (A1 e A2), em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

Houve maior semelhança entre os tratamentos quando disponibilizado maior lâmina de irrigação e menor nível de adubação (A1), em condição de solo arenoso (Figura 26a), diferindo-se totalmente do tratamento de menor lâmina de irrigação T28. Em textura de solo argiloso, houve agrupamento por semelhança entre os mesmos níveis de adubação (Figura 26b); com adubação A1 e A2 foram similares para as lâminas 50 e 125% da ETc, além de similar entre 100 e 150% não seguindo o critério de agrupamento por aumento da lâmina de irrigação.

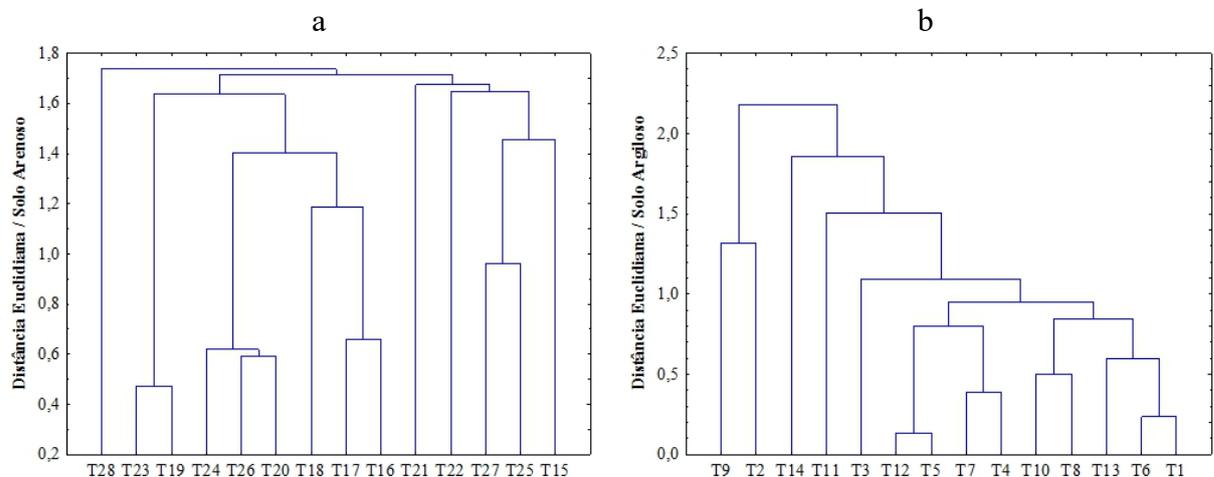


Figura 26. Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em condição de solo arenoso (a) e argiloso (b), independentemente do nível de adubação, em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

A partir da análise conjunta de dados, não separando por textura de solo e nem por lâminas de irrigação, buscou-se verificar a semelhança entre os tratamentos, com isso, fez-se a análise de dendrograma de semelhança. A maior semelhança entre os tratamentos foi obtida para os T5; T12 e T3 e T17 (Figura 27), seguido dos tratamentos T1; T6 e T18. Houve semelhança entre os mesmos níveis de adubação, variando somente a textura de solo, quando houve aumento da adubação ou das lâminas de irrigação. Assim, notou-se um comportamento heterogêneo em função dos tratamentos.

Ainda é possível estabelecer as seguintes relações: Similaridade entre T18 e T14, sendo T18 em solo arenoso A1 em 75% de lâmina T14, em solo argiloso A2 em 0% de lâmina. Ao utilizar-se de solo de textura arenosa de menor fertilidade, associado a lâminas de água de 75%, os resultados de desempenho agrônômico do capim marandu tende a ser semelhantes ao solo de textura arenosa, quando utilizado solo de alta fertilidade, sem que haja a necessidade de repor lâmina de água no solo. A similaridade entre T10 e T13, ou seja, T10 em solo argiloso A2 em 100% de lâmina e T13 em solo argiloso A2 sob a oferta de lâminas de irrigação de 25% ETC.

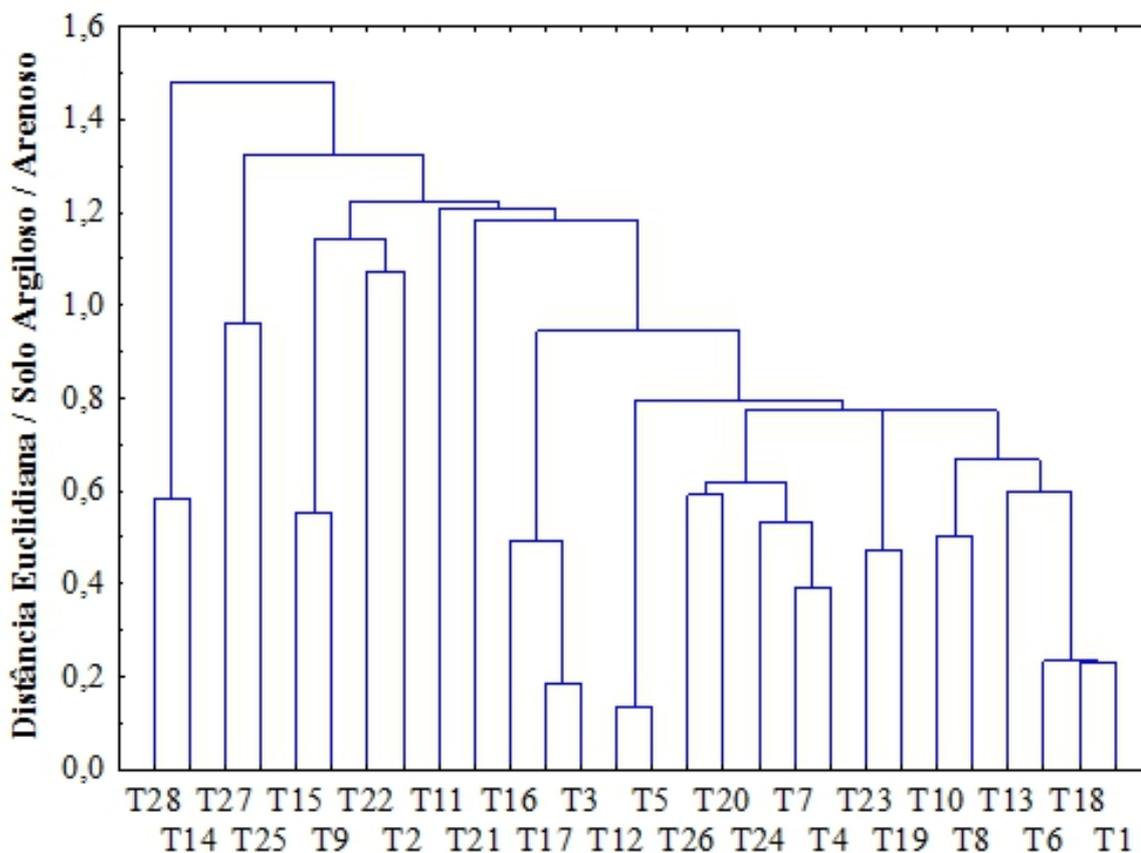


Figura 27. Dendrograma entre a semelhança de tratamentos no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em Rio Verde, Goiás, 2019/2020.

Os tratamentos que apresentaram melhores desempenhos na produção de forrageira, assemelharam-se a outros com tratamento diferenciado, demonstrando que o manejo com menor lâmina e/ou menor adubação, pode apresentar resultados semelhantes. Essas observações são válidas para os tratamentos T15 e T9, sendo que o segundo, reduz a lâmina de irrigação em 25%, porém, eleva o nível de adubação. Os tratamentos T22 e T2, possuem uma maior distância euclidiana, porém, a alteração da textura do solo, de arenoso para argiloso, reduz a lâmina de irrigação e o nível de adubação, mantendo a semelhança na produção de matéria seca. Outro caso foi o T1 com o T18 e T6, que possuem semelhança, sendo que todos mantêm as mesmas características de adubação, porém, reduzindo as lâminas de irrigação e variando a textura de solo.

Houve estabilização nos teores de proteína bruta (PB) na forrageira, em função das lâminas de irrigação em condição de solo argiloso, mesmo elevando os níveis de adubação (Figura 28). Em condição de solo arenoso, houve aumento de PB, em razão das lâminas de irrigação no nível de adubação A1 e redução no nível de adubação A2 (Figura 28).

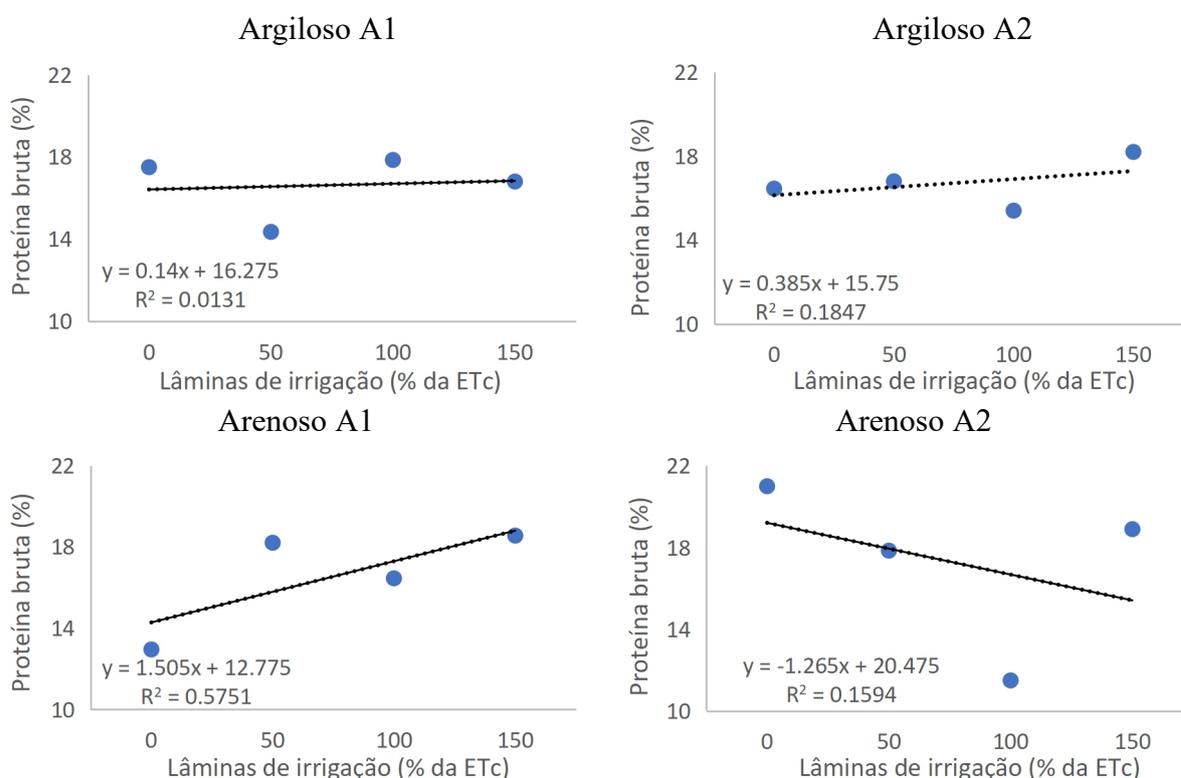


Figura 28. Proteína bruta (%) na *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em função das lâminas de irrigação em diferentes texturas de solo e níveis de adubação, em Rio Verde, Goiás.

O solo é um dos principais fatores abióticos que influencia na dinâmica do fluxo de tecidos e na concentração de nutrientes na planta (GASTAL; LEMAIRE, 2015; GURGEL et

al., 2020b). Assim, em solos com maior concentração de matéria orgânica, altos valores de biodisponibilidade de nutrientes, associado a ausência de estresse hídrico vão potencializar os processos fotossintéticos na planta. Isso pode ser evidenciado devido aos altos valores nos índices SPAD observados na área foliar, assim como, melhoria no valor alimentício (PB > 10%) na parte aérea do dossel forrageiro (MAIA et al., 2014; CASTILLO et al., 2019).

O teor de FDN na forrageira, em virtude do aumento das lâminas de irrigação, foi decrescente, em condição de solo e adubação argiloso A1 e arenoso A2, e crescente, em condição de solo e adubação argiloso A2 e arenoso A1 (Figura 29). O valor médio para os respectivos tratamentos citados foi de 87,94%, 87,03%, 93,76% e 96,73%.

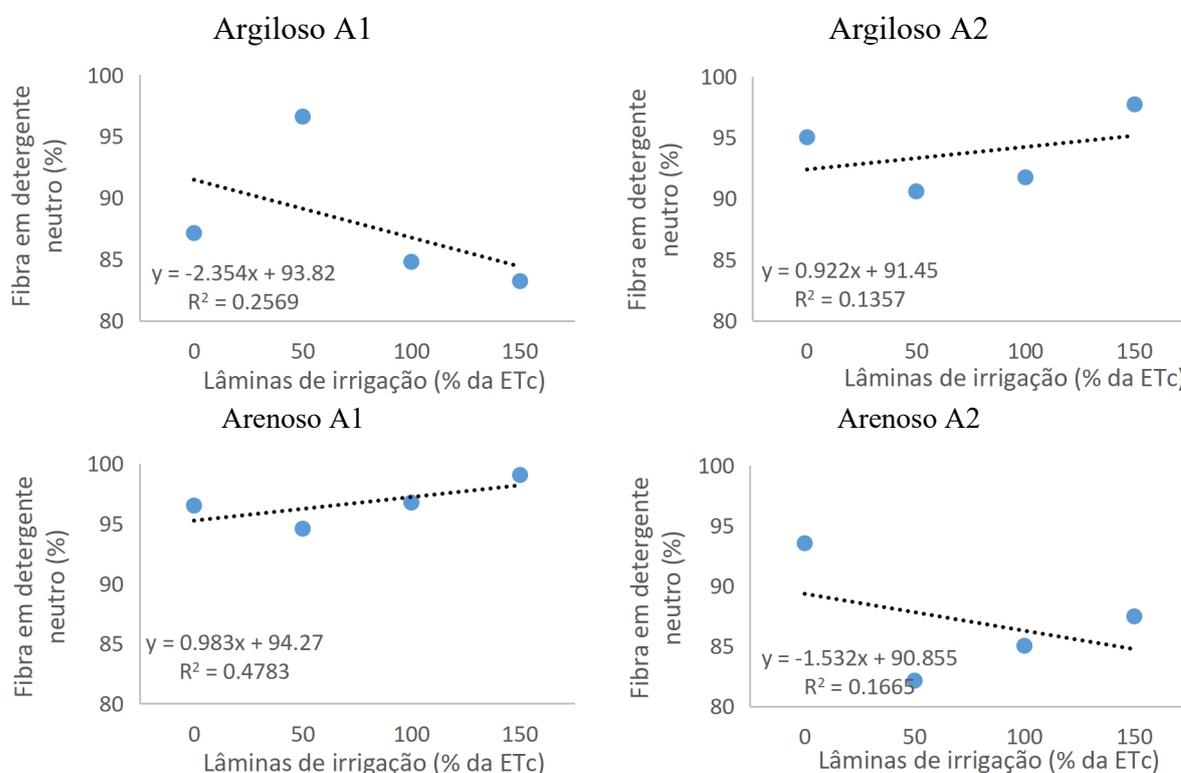


Figura 29. Fibra em detergente neutro (%) na *Urochloa brizantha* cv. Marandu, em função das lâminas de irrigação, em diferentes texturas de solo e níveis de adubação, em Rio Verde, Goiás.

Em pastos de *U. brizantha* existe uma expectativa de que os valores de fibra, em detergente neutro, apresentem porcentagem com valores inferiores a 80%, uma vez que, caso sejam obtidas estimativas mais altas, sugere-se que o manejo adotado induziu a planta a acumular material fibroso, algo que é indesejado, pois vai reduzir o valor nutritivo da forragem produzida, além de diminuir a eficiência de colheita de forragem durante o pastejo (BENVENUTTI et al., 2009; EUCLIDES et al., 2016).

Apesar de apenas um ano de análise de dados, sugere-se que o tratamento seja duradouro para verificar a resposta da forrageira em condições de anos atípicos, porém, considera-se que o aumento das lâminas de irrigação propicia aumento na produção de matéria seca, independentemente da textura de solo e de níveis de adubação.

## 6. CONCLUSÃO

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu respondeu de forma positiva ao manejo hídrico e nutricional, em condição de solo argiloso e arenoso. Houve aumento relevante na produção de matéria seca da *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes lâminas de irrigação, porém, não apresentando significância quando submetidas a níveis de adubação e textura de solo. A produção de MS (matéria seca) foi semelhante entre os dois tipos de solos avaliados.

As lâminas de irrigação influenciaram de forma significativas em todas as variáveis morfológicas analisadas. A textura de solo, por sua vez, promoveu variação considerável entre a largura foliar e a relação folha/colmo, não influenciando nas demais análises avaliadas. Em relação aos níveis de adubação, influenciaram positivamente na altura da planta e no índice de clorofila. Houve, portanto, interações entre solo e lâminas e adubação e lâminas, para a relação folha/colmo e comprimento foliar, respectivamente. Além disso, houve melhor qualidade de proteína bruta em função do aumento das lâminas de irrigação e de fibra em detergente neutro para os tratamentos em condição de solo argiloso com adubação A1 e arenoso com adubação A2.

## REFERÊNCIAS

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil 2020**. Disponível em <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020>>. Acesso em: 10 de Nov. de 2020.
- ABREU, V. L. S.; GOLIN, H. O.; REZENDE, R. P.; FERNANDES, P. B.; THEODORO, G. F.; FRANCO, G. L.; DIFANTE, G. S. Ammonium nitrogenase rates affect the Structural characteristics of biomass and crude protein of BRS Tamani grass. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, n.4, p.450, 2020.
- ALENCAR, C. A. B.; CÓSER, A. C.; OLIVEIRA, R. A.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A. Produção de seis gramíneas manejadas por corte sob efeito de diferentes lâminas de irrigação e estações anuais. **Ciência Agrotécnológica**, v.33, n.5, p.1307-1313, 2009b.
- ALENCAR, C. A. B.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A. Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano. **Acta Scientiarum, Agronomy**, v.32, n.1, p.21-27, 2010.
- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.98-108, 2009.
- ALLEN, R. G; PEREIRA, L. S; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. **Rome: FAO Irrigation and Drainage**, 1998. 56p.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.5, p.384-392, 1986.
- ARAÚJO, A. G.; ASSAD, M. L. Zoneamento pedoclimático por cultura a partir de levantamento de solos de baixa intensidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.1, p.103-111, 2001.
- BARBOSA, R. A.; MEDEIROS-NETO, C.; ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, P. B.; SBRISIA, A. F. Alternativas para o estabelecimento de consórcios de gramíneas tropicais. **Embrapa Gado de Corte-Comunicado Técnico**, 2018.
- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C. da; ZIMMER, A. H.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Características estruturais e produção de forragem do capim tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.

- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; VILELA, H. H., SILVA, S. C. da; EUCLIDES, V. P. B.; SBRISSIA, A. F.; SOUSA, B. M. D. L. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.947-954, 2011.
- BAUER, M. O.; PACHECO, L. P. A.; CHICHORRO, J. F.; VASCONCELOS, L. V. Y.; PEREIRA, D. F. C. Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de cortes intermitentes. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n.1, p.17-25, 2011.
- BECK, M. H.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; DICK, D. P. Modifications of phosphorus in Latosol as a function of humic acids and acidity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.7, p. 488-492, 2018.
- BEWLEY, J.D., BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 1. Storage imbibition, and germination. New York, Plenum press, 1985. 367 p.
- BEZERRA, J. D. V.; EMERENCIANO NETO, J. V.; ALVES, D. J. S.; BATISTA NETA, I. E.; GALDINO NETO, L. C.; SANTOS, R. S.; DIFANTE, G. S. Características produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em dois tipos de solo. **Research, Society and Development**, v.9, p.1-15, 2020.
- BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P.; CROWTHER, R.; SPINKS, W.; MORENO, F. C. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. **Livestock Science**, v.126, p.229-238, 2009.
- BODDEY, R. M.; CASAGRANDE D. R.; HOMEM B. G. C.; ALVES B. J. R. Forage legumes in grass pastures in tropical Brazil and likely impacts on greenhouse gas emissions: A review. **Grass and Forage Science**, v.1, p.1-15, 2020.
- BUNCH, H.D., DELOWCHE, J.C. Absorption of water by seeds. Proc. Ass. off Seed Analysts, v.499, p.142-50, 1969.
- CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C. da; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; MORAIS, J. P. G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.456-465, 2011.
- CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; MORETTI, M. H.; BERCHIELLI, T. T.; VIEIRA, B. R.; ROTH, A. P. T. P.; REIS, R. A. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. **Revista Brasileira do Zootecnia**, v.40, n.10, p.2074-2082, 2011.

- CASTILLO, Á. R.; LEÓN, M. Á.; BARBOSA, O. P.; AMAYA, M. A.; GIRALDO, R. A. D. Estimación de la concentración de clorofila y su relación con la concentración de proteína cruda en tres especies del pasto *Urochloa* en el Piedemonte Llanero, Colombia. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.7, n.5, p.533-537, 2019.
- CASTRO, P. A. L.; SANTOS, G. O. **Métodos de estimativa de evapotranspiração potencial como ferramenta de gestão ao uso da água**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Engenharia Ambiental. Universidade de Rio Verde, 20p. 2017.
- COLOZZA, M.T.; KIEHL, J.C.; WERNER, J.C. et al. Produção de matéria seca, concentração de nitrogênio e teor de clorofila em *Panicum maximum* cv. Aruana adubado com nitrogênio. In: REUNION LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 16., CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCION ANIMAL, 3., 2000, Montevideo. **Anais...** Montevideo: Asociacion Latinoamericana de Produccion Animal, 2000. (CD-ROM).
- CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 1e-. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados, 2004, p.29-58.
- COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; SILVA, J. J.; FACTORI, M. A. Alternativas para contornar a estacionalidade de produção de forragens. **Veterinária e Zootecnia**, v. 15, n. 2, p.193-203, 2008.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G. Alfafa como forrageira para corte e pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1997. p.297-317.
- CRUVINEL, W. S.; COSTA, K. A. P.; TEIXEIRA, D. A. A.; SILVA, J. T.; EPIFANIO, P. S.; COSTA, P. H. C. P.; FERNANDES, P. B. Fermentation profile and nutritional value of sunflower silage with *Urochloa brizantha* cultivars in the off-season. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, p.249-259, 2017.
- DANTAS, A. A. A. et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1862-1866, 2007.
- DANTAS, G. F.; FARIA, R. T.; SANTOS, G. O.; DARLI, A. B.; PALARETTI, L. F. Produtividade e qualidade da *Urochloa* irrigada no outono/inverno. **Engenharia Agrícola** v.36, n.3, p.469-481, 2016.
- DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; SILVEIRA, M. C. T.; PENA, K. S. Características morfogênicas e estruturais do capim marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5. p.955-963, 2011.
- DRUMOND, L. C. D. **Aplicação de água residuária de suinocultura por aspersão em malha: desempenho hidráulico do sistema e produção de capim tifton 85**. 2003. 102 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2003.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; SARTO, A.L.; HERNANDEZ, F.B.T.; BERGAMASCHINE, A.F. Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2598-2603, 2010.

DUTRA, L. A.; CARVALHO, F. C. **Relação folha/colmo e produção da brachiaria híbrida cv. mulato**. Anais... Associação Brasileira de Zootecnista, Águas de Lindóia, SP. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

EUCLIDES V.P.B.; MONTAGNER D.B.; MACEDO M.C.M.; ARAÚJO A.R.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA R.A. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisade grass in the Brazilian savannah. **Grass and Forage Science**. v.1, p.1-13, 2019.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; WELLINGTON, S. F. Sward structure and livestock performance in guinea grass cv. Tanzania pastures managed by rotational stocking strategies. **Scientia Agricola**, v.71, n.6, p. 451-457, 2014.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; VALLE, C. B.; NANTES, N. N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, p.85-92, 2016.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1805-1812, 2008.

FERNANDES, P. B.; BARBOSA, R.; OLIVEIRA, R. T.; OLIVEIRA, C. V. V.; MEDEIROS NETO, C. Defoliation dynamics of *Brachiaria brizantha* pastures with distinct structural characteristics. **Bioscience Journal**, v.36, n.1, p.203-211, 2020a.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: Review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, v.5, n.4, p.1146-1171, 2015.

GERMANO, L. H. E.; VENDRUSCOLO, M. C.; DANIEL, D. F.; DALBIANCO, A. B. Produtividade e características agrônômicas de *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás submetida a doses de nitrogênio sob cortes. **Boletim de Indústria Animal**, v.75, p.1-14, 2018.

GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade de batata. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.611-615, 2002.

GUIMARÃES, C. V.; ASSIS, R. L.; SIMON, G. A.; PIRES, F. R.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, D. C. Desempenho de cultivares e hídrics de milho em solo submetido a compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1188-1194, 2013.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; COSTA, M. G.; DANTAS, J. L. S.; ITAVO, L. C. V.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES, J. G.; OLIVEIRA, I. L. S.; BEZERRA, J. I. G. Supplementation of lamb ewes with different protein sources in deferred marandu palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) pasture. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, p.1901-1910, 2020a.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; MONTAGNER, D. B.; ARAUJO, A. R.; DIAS, A. M.; SANTANA, J. C. S.; RODRIGUES, J. G.; PEREIRA, M. G. Nitrogen fertilisation in tropical pastures: what are the impacts of this practice? **Australian Journal of Crop Science**, v.14, n.6, p.978, 2020b.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; MONTAGNER, D. B.; EUCLIDES, V. P. B.; ARAUJO, A. R. SANTANA, J. C. S. Principal component analysis of steers performance and structural and nutritional characteristics of Mombasa grass. **Ciência Rural**, v.51, n.1, p.1-7, 2021.

HEIMBACH, N. S.; ÍTAVO, C. C. B. F.; ÍTAVO, L. C. V.; DIFANTE, G. S.; DIAS, A. M.; BRUMATTI, R. C.; GOMES, M. N. B.; BAUR, C. D.; MORAES, G. J.; COSTA, M. C. M.; KOZERSKI, N. D.; LEAL, E. S.; GURGEL, A. L. C. Different grass availabilities of tropical pasture on performances and carcasses of lambs. **Tropical Animal Science Journal**, v.43, n.3, p.211-218, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em 16 out 2020.

JANK, L.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. S. (Org.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1ed. Jotocabal: Gráfica Multipress, 2014, p.109-124.

KROTH, B. E.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; KOETZ, M.; SCHLICHTING, A. F. Cultivares de *Brachiaria brizantha* sob diferentes disponibilidades hídricas em Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p.464-469, 2015.

LACERDA, M. P. C.; QUEMÉNEUR, J. J. G.; ANDRADE, H.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C. Mapeamento preliminar de solos com horizonte B textural e B nítico na região de Lavras, MG. **Ciência Agrotecnologia**, v.33, n.3, p.788-795, 2009.

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfogênicas e estruturais de dosséis de espécies de Braquiária à intensidade de desfolhação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.760-767, 2011.

- LARA, M. A. S.; SILVA, V. J.; SOLLENBERGER, L. E.; PEDREIRA, C. G. S. Seasonal herbage accumulation and canopy characteristics of novel and standard brachiaria grasses under N fertilization and irrigation in Southeastern Brazil. **Crop Science**, v.61, p.1-7, 2020.
- LEMAIRE, G.; DA SILVA, S. C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science**, v.64, n.4, p.341-353, 2009.
- LOPES, M. N.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; REGADAS FILHO, J. G. L.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A. Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em capim braquiária manejado, sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, p.490-500, 2014.
- LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, R.A. et al. Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim elefante irrigadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1388-1394, 2003.
- LOPES SOBRINHO, O. P.; SANTOS, L. N. S.; SANTOS, G. O.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.27, p.19-33, 2020.
- MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; FOGACA, F. H. S.; TOWNSEND, C. R. Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. **Semina. Ciências Agrárias**, v.36, p.933, 2015.
- MAIA, G. A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; EPIFÂNIO, P. S.; FLÁVIO NETO, J.; RIBEIRO, M. G.; FERNANDES, P. B.; SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G. Yield and chemical composition of Brachiaria forage grasses in the offseason after corn harvest. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.5, p.933-941, 2014.
- MALAVOLTA, E.A. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.
- MANNETJE, L. T.; PRITCHARD, A. J. The effect of day length and temperature on introduced legumes and grasses for tropics and subtropics of Coastal Australia: Dry matter production, tillering and leaf area. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.14, p.173-181, 1974.
- MARCELINO, K.R.A.; LEITE, G.G.; VILELA, L. et al. Influência de nitrogênio e tensões hídricas sobre o valor nutritivo do Marandu (*Brachiaria brizantha*) cultivado no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- MARIANO, J. C. Q.; SANTOS, G. O.; FEITOSA, D. G.; HERNANDEZ, F. B. T. **Sistema para manejo da agricultura irrigada - SMAI versão 2.0** copyright© UNESP Ilha Solteira. 2011.

MASS JÚNIOR, R.; DOMICIANO, L. F.; RIBEIRO, L. F. C.; PEDREIRA, B. C. Growth responses of nine tropical grasses under flooding conditions. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v.4, n.1. p.1-7, 2016.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and forage Science**, v.49, n.3, p.352-359, 1994.

MENDES, M. R.; TUFFI, L. D. S.; GONÇALVES, F. O.; VITÓRIA, M. S. Irrigação de pastagens tropicais: desafios e perspectivas. **Unimontes científica**, v.19, n.1, p.180-181, 2017.

MENEZES, B. B.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, P. B.; CAMPOS, N. R. F.; BARBOSA, R. A.; BENTO, A. L. L.; ROCHA, R. F. A. T.; MORAIS, M. G. Tissue flow and biomass production of Piatã grass in function of defoliation frequency and nitrogen fertilization. **Colloquium Agrariae**, v.15, p.92-100, 2019.

MESQUITA, E. E.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, I. P. A.; TAVARES, V. B. Teores críticos de fósforo em três solos para o estabelecimento de capim-mombaça, capim-marandu e capim-andropogon em vasos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.290-301, 2004.

MISTURA, C.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M. et al. Disponibilidade e qualidade do capim-elefante com e sem irrigação adubado com nitrogênio e potássio na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.372-379, 2006.

MISTURA, C.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; MORAIS, R. V.; QUEIROZ, A. C. de; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim elefante sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1707-1714, 2007.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 530p., 2009.

NABINGER, C.; MEDEIROS, MONTAGNER, D. B. **Manejo de pastos de *Brachiaria brizantha***. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Seção: Notícias/ Produção Animal. Brasília: DF, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2386025/artigo-manejo-de-pastos-de-brachiaria-brizantha> Acesso em 28 abr. 2020.

MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VILELA, H. H.; SOUSA, B. M. L.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S. C.; CARLOTO, M. N. Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.544-549, 2012.

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; GOIS, P. O. D. Animal performance and sward characteristics of piatã palisade grass pastures subjected to different grazing intensities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.1, p.114-121, 2013.

OLIVEIRA, S. M. P.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, A. G.; DIAS, M. B. C.; OLIVEIRA, G. M. P.; COSTA, J. V. C. P. Performance of grain sorghum and forage of the genus *Brachiaria* in integrated agricultural production systems. **Agronomy-Basel**, v.10, p. 1714-1727, 2020a.

OLIVEIRA, C. V. V.; BARBOSA, R. A.; OLIVEIRA, R. T.; ALMEIDA, E. M.; PALUDO, F.; LIMA, J. S.; FERNANDES, P. B. The tissue flow in *Brachiaria brizantha* pasture under intermittent stocking. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, n.1, p.9-17, 2020b.

OLIVEIRA, R. A.; FREITAS, W. S.; GALVÃO, J. C. C.; PINTO, F. A.; CECON, P. R. Efeito da aplicação de águas residuais de suinocultura nas características nutricionais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.357-369, 2004.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. D. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and forage Science**, v.72, n.3, p.590-600, 2016.

PARREIRA, A. G. B.; MARASCA, I.; SOLINO, A. J. S.; SANTOS, G. O. Balanço hídrico climatológico para o município de Rio Verde, Goiás. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v.6, n.1, p.26-33, 2019.

PEIXOTO, A. M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ. 1994.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba (RS): Agropecuária, 2002. 478p.

PEZZOPANE, C. G.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F. A.; VALLE, C. B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v.45, n.5, p.871-876, 2015.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Fornragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2014.

RODRIGUES, C. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DETMANN, E.; DA SILVA, S. C.; SOUSA, B. M. D. L.; SILVEIRA, M. C. T. D. Functional clusters of tropical forage grasses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1385-1393, 2012.

RODRIGUES, D. C. **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas**. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

RODRIGUES, J. G.; DIFANTE, G. S.; GURGEL, A. L. C.; VERAS, E. L. L.; COSTA, A. B. G.; PEREIRA, M. G.; EMERENCIANO NETO, J. V.; COSTA, C. M. Establishment of *Brachiaria* cultivars in the soil-climatic conditions of the Brazilian semi-arid region. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.43, p.1-10, 2021.

- RODRIGUES, M.; RABÊLO, F. H. S.; BERNARDI, D. B.; LANGE, A. Economic analysis of intercropping with *Brachiaria brizantha* grain annual crops geared to the recovery of pastures in the Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, p.82-90, 2015.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa CNPS, 5 ed. 2018. 356p.
- SANTOS, G. O.; FARIA, R. T.; RODRIGUES, G. A.; DANTAS, G. F.; COSTA, N. R. Productivity and nutrient extraction by *Brachiaria brizantha* fertigated with treated sewage effluent. **Australian Journal of Crop Science**, v.13, n.4, p.494-501, 2019.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; SILVA, G. P.; CASTRO, M. R. S. Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p.49-56, 2012.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; MOLAN, L. K.; ANDRADE, F. M. E.; GONÇALVES, A. C.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349-359, 2010.
- SHERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Roma: FAO, 1990. 832 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 235p.
- SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009.
- SILVA, R. A. B.; LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; GONDIM, P. S. S.; SOUZA, E. S.; BARROS JÚNIOR, G. Balanço hídrico em Neossolo Regolítico cultivado com braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.147-157, 2014.
- SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. Análise de componentes principais entre características morfogênicas e estruturais em capim-marandu sob lotação contínua. **Ciência Rural**, v.40, n.3, p. 690-693, 2010.
- SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PEREIRA, L. E. T. Ecophysiology of C4 forage grasses understanding plant growth for optimizing their use and management. **Agriculture**, v.5, n.3, p.598-625, 2015.
- SIMON, J. C.; LEMAIRE, G. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. **Grass and Forage Science**, v.42, n.4, p.373-380, 1987.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., Eds. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.Ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, p.147-168, 2004.

THIESEN, A. C. O.; CARVALHO, R.; CABRAL, R. F.; CASTRO, P. A. L.; SANTOS, G. O. Intervalo de dias sem chuva no município de Rio Verde, Goiás. XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...** Brasília, DF, 2018.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).

TORRES, F. E.; VALLE, C. B.; LEMPP, B.; TEODORO, P. E.; SANTOS, A. D.; RIBEIRO, L. P. Contribuição dos caracteres de qualidade da forragem ao teor de proteína bruta em *Urochloa brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.3, p.284-287, 2016.

VÉRAS, E. L. L.; DIFANTE, G. S.; GURGEL, A. L. C.; COSTA, C. M.; EMERENCIANO NETO, J. V.; RODRIGUES, J. G.; COSTA, A. B. G.; PEREIRA, M. G.; ÍTAVO, L. C. V. Tillering capacity of *Brachiaria* cultivars in the Brazilian semi-arid region during the dry season. **Tropical Animal Science Journal**, v.43, n.2, p.133-140. 2020.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G. de; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998.15p. (Circular Técnica, 37).

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C., MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

VISSER, E. J. W.; VOESENEK, L. A. C. J.; VARTAPETIAN, B. B.; JACKSON, M. B. Flooding and Plant Growth. **Annals of Botany**, v.91, p.107-109, 2003.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. A. **Forrageiras. In: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo - Boletim Técnico 100**, p. 261- 273.