

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

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU
SUBMETIDA À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ÉPOCAS DE CORTE NO CERRADO

LAYSON BARBOSA MENDONÇA

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2024

LAYSON BARBOSA MENDONÇA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU
SUBMETIDA À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ÉPOCAS DE CORTE NO CERRADO**

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
2023**

Universidade de Rio Verde
Biblioteca Luiza Carlinda de Oliveira
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

M495d Mendonça, Layson Barbosa

Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a lâminas de irrigação e épocas de corte no cerrado. / Layson Barbosa Mendonça. — 2024.

39 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos.

Coorientador: Prof. Dr. Augusto Matias de Oliveira.

Coorientadora: Profa. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2024.

1. Capim marandu. 2. Condições climáticas. 3. Temperatura foliar.
4. Produtividade agrônômica. I. Santos, Gilmar Oliveira. II. Título.

Bibliotecário: Juatan Tiago da Silva – CRB 1/3158

LAYSON BARBOSA MENDONÇA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Urochloa brizantha* CV. MARANDU
SUBMETIDA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ÉPOCAS DE CORTE NO CERRADO**

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

APROVAÇÃO: 26 de julho de 2024

Documento assinado digitalmente
 GILMAR OLIVEIRA SANTOS
Data: 29/07/2024 13:42:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos
Presidente da Banca Examinadora
Membro - FA/UniRV

Documento assinado digitalmente
 MARCIO ROSA
Data: 29/07/2024 13:17:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Márcio Rosa
Membro - FA/UniRV

Documento assinado digitalmente
 TIAGO DE OLIVEIRA SOUSA
Data: 29/07/2024 12:14:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Tiago de Oliveira Sousa
Membro Externo - UFPI

DEDICATÓRIA

Dedico a minha esposa Laryssa Pereira dos Anjos, por ser base essencial em minha vida, por não medir esforços para que eu suportasse os momentos difíceis e desafiadores, durante o percurso, para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTO

Ao nosso criador: pela saúde, força e coragem, durante toda esta jornada, em busca do conhecimento.

A minha esposa Laryssa Pereira dos Anjos, aos meus pais, Sirlene Barbosa dos Santos Mendonça e Luizmar Luiz de Mendonça, e aos meus irmãos, Saimom Mendonça Barbosa e Lavínia Maria Mendonça, por entenderem a minha ausência em momentos especiais, por declarar apoio e acreditarem em mim, para que eu nunca desistisse de chegar até aqui.

À Universidade de Rio Verde (UniRV) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), por disponibilizar toda a estrutura necessária para o desenvolvimento do trabalho e programas de isenção de mensalidade como taxa (bolsa de estudos).

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

Ao meus Coorientadores: Prof. Dr. Augusto Matias de Oliveira e Profa Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão, pelas contribuições, por estar sempre à disposição nas orientações, e por transmitir seus ensinamentos para a realização deste trabalho.

A Jordana Fátima Carvalho Moraes e aos estagiários, por toda ajuda na realização das atividades durante a execução do experimento.

Aos demais professores, pelos ensinamentos.

Aos amigos e a todos aqueles, que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

BIOGRAFIA

Layson Barbosa Mendonça, filho de Sirlene Barbosa dos Santos Mendonça e Luizmar Luiz de Mendonça, natural do interior do Estado de Goiás, nascido aos 27 dias do mês de novembro de 1994, na cidade de Caiapônia-GO.

No ano de 2016 mudou-se para o município de Rio Verde-GO.

Em 17 de janeiro de 2019, graduou-se Bacharel em Engenharia Ambiental, pela Universidade de Rio Verde, Campus Fazenda Fontes do Saber.

Em 10 de agosto de 2019, obteve o título do Curso de Aperfeiçoamento em Georreferenciamento de Imóveis Ruais pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC - Campus Goiânia - GO.

Em 17 de janeiro de 2022, graduou-se Bacharel em Engenharia Agrônoma pela Universidade de Rio Verde – Campus Fazenda Fontes do Saber.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Aspectos Gerais da <i>Urochoa Brizantha</i> cv. Marandu.....	2
2.2 Aspectos Gerais da Irrigação.....	3
2.3 Manejo da Irrigação.....	4
2.4 Eficiência no Uso da Água.....	5
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	6
3.2 Delineamento e condução experimental.....	8
3.3 Manejo da Irrigação.....	9
3.4 Avaliação do sistema de irrigação.....	10
3.5 Avaliações.....	11
3.6 Análise estatística.....	11
4 RESULTADOS.....	12
5 DISCUSSÃO.....	20
6 CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Localização da área experimental na Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás.....	6
FIGURA 2	Dados de temperatura, radiação e brilho solar ao longo do desenvolvimento da pesquisa. TMín: temperatura mínima; TMáx: temperatura máxima; Tmín lim inf: temperatura mínima limite inferior para o desenvolvimento da cultura; Tmáx lim sup: temperatura máxima limite superior para o desenvolvimento da cultura; Rs: radiação solar; Bs: brilho solar.....	7
FIGURA 3	Precipitação (P) e excedente (Exc) e déficit (Def) hídrico ao longo da condução experimental.....	8
FIGURA 4	Ilustração do bocal invertido 2:1.....	8
FIGURA 5	Altura de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte em função da lâmina de irrigação.....	13
FIGURA 6	Temperatura foliar de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte em função da lâmina de irrigação.....	15
FIGURA 7	Índice de clorofila <i>a</i> de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte.....	16
FIGURA 8	Índice de clorofila <i>b</i> de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte.....	16
FIGURA 9	Índice de clorofila total de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte em função da lâmina de irrigação.....	18
FIGURA 10	Massa seca de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte.....	18
FIGURA 11	Produtividade de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em diferentes épocas de corte.....	19
FIGURA 12	Rede de correlação entre altura (ALT), produtividade (PROD), temperatura foliar (TempF), massa seca da parte aérea (MSPA) e índices de clorofila <i>a</i> (Ca), <i>b</i> (Cb) e total (CT) de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu submetidas a lâminas de irrigação (0, 25, 50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo) e 12 épocas de corte (de janeiro a dezembro, sendo os cortes realizados a cada 28 dias). As linhas mais grossas e verdes representam as correlações positivas mais altas. As linhas vermelhas representam as correlações negativas.....	20

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise química do solo (LATOSSOLO) coletado na camada de 0-0,2 m	7
TABELA 2	Evapotranspiração da cultura diária de cada lâmina de irrigação.....	9
TABELA 3	Interpretação dos valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e Eficiência do sistema de irrigação (Ef).....	11
TABELA 4	Resumo da análise de variância para altura, temperatura foliar (TempF), índices de clorofila <i>a</i> (Ca), <i>b</i> (Cb) e total (CT), massa seca de parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD) de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu submetidas a lâminas de irrigação em diferentes épocas de corte	12
TABELA 5	Temperatura foliar (°C) de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função da época de corte dentro de cada lâmina de irrigação.....	14
TABELA 6	Índice de clorofila total de plantas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu em função da época de corte dentro de cada lâmina de irrigação.....	17

RESUMO

MENDONÇA, L. B., UniRV – Universidade de Rio Verde, julho de 2024. **Desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a lâminas de irrigação e épocas de corte no Cerrado.** Orientador: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos. Coorientadores: Prof. Dr. Augusto Matias de Oliveira e Prof^a. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão.

A irrigação tem possibilitado o cultivo de gramíneas em regiões áridas e semiáridas, ocorrendo escassez de água por longos períodos. O manejo adequado de irrigação é essencial para evitar o desperdício de água e garantir a sustentabilidade ambiental. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho agrônômico de *Urochloa brizantha* cv. *Marandu* submetida a lâminas de irrigação em diferentes épocas de corte no Cerrado brasileiro. O experimento foi conduzido em condições de campo, na Universidade de Rio Verde. Adotou-se o delineamento em faixas, com cinco lâminas de irrigação (0, 25, 50, 75, 100 e 125 % da evapotranspiração da cultura - ETc) e 12 épocas de cortes. O intervalo entre cada corte foi de 28 dias. Avaliou-se: altura de planta; temperatura foliar; índices de clorofila a, b e total; massa seca; e produtividade. A época de corte influenciou em todas as variáveis, sendo as épocas mais quentes, em especial o mês de setembro, que mais prejudicaram o crescimento das plantas. A produtividade de *U. brizantha* cv. *Marandu* foi mais alta nos meses de janeiro e março, em que as condições climáticas estavam dentro do limite adequado para o desenvolvimento da cultura. A irrigação, especialmente na lâmina de 100%, reduz a temperatura foliar do capim marandu, o que resulta em plantas mais altas, aumentando, conseqüentemente, a produtividade. A época de corte tem forte influência na produtividade. A produtividade é reduzida nos meses mais quentes (agosto e setembro) ou naqueles em que tem uma queda na temperatura (maio, junho e julho) no Cerrado.

Palavras chave: Capim marandu, Condições climáticas, Temperatura foliar, Produtividade.

ABSTRACT

MENDONÇA, L. B., UniRV – University of Rio Verde, July 2024. **Agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Marandu subjected to irrigation levels and cutting times in the Cerrado.** Advisor: Prof. Dr. Gilmar Oliveira Santos. Co-supervisors: Prof. Dr. Augusto Matias de Oliveira and Prof^a. Dr. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão.

Irrigation has enabled the cultivation of grasses in arid and semi-arid regions, where there is a scarcity of water for long periods. Proper irrigation management is essential to avoid water waste and ensure environmental sustainability. Thus, the objective was to evaluate the agronomic performance of *Urochloa brizantha* cv. Marandu subjected to irrigation levels and different cutting times in the Brazilian Cerrado. The experiment was conducted under field conditions at the University of Rio Verde. A strip-plot design was adopted, with five irrigation levels (0, 25, 50, 75, 100, and 125% of crop evapotranspiration - ETC) and 12 cutting times. The interval between each cut was 28 days. The following were evaluated: Plant height; leaf temperature; chlorophyll a, b, and total indices; dry mass; and productivity. The cutting time influenced all variables, with the hottest periods, especially September, being the most detrimental to plant development. The productivity of *U. brizantha* cv. Marandu was highest in January and March, when climatic conditions were within the optimal range for crop development. Irrigation, especially at the 100% level, reduced the leaf temperature of marandu grass, resulting in taller plants and consequently increasing productivity. Cutting time has a strong influence on productivity, with productivity being reduced in the hotter months (August and September) or those with a drop in temperature (May, June, and July) in the Cerrado.

Keywords: Marandu grass, Climate conditions, Leaf temperature, Productivity.

1 INTRODUÇÃO

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu, popularmente conhecida como capim-marandu é uma gramínea importante no manejo de pastagens, especialmente no Brasil. É uma espécie com elevada produtividade e adaptabilidade, adequando-se a diferentes condições climáticas e tipos de solo, além de apresentar uma boa relação folha/colmo, o que contribui para que a forragem tenha maior valor nutritivo (FONTES et al., 2014; ONGARATTO et al., 2021).

As pastagens foram ao longo dos anos a base da alimentação da maior parte dos rebanhos brasileiros (LORENTZ et al., 2020). Além da nutrição animal, a utilização de forrageiras produz excelentes benefícios para a cobertura vegetal e, conseqüentemente, do sistema de pastagem, sendo diversificadas as espécies de forrageiras existentes. O gênero *Urochloa* é o mais utilizado no Brasil, entre os quais se destaca a espécie *Urochloa brizantha* cv. Marandu como a mais utilizada nos sistemas de pastagem (BARBERO et al., 2015).

O sucesso da produção de forrageiras é principalmente devido a sua adaptabilidade aos variados tipos de solo do Cerrado, como: alta produção de massa verde, resistência aos períodos de inverno, aumento da lotação ou unidade animal por área, sustentabilidade, agregação do perfil do solo, infiltração de água no solo e descompactação do solo (DUPAS et al., 2016). Contudo, o fator determinante na escolha das forrageiras pelos produtores é adaptabilidade destas ao clima do Cerrado, região que representa a maior área de pastagem, se comparada com os outros biomas do país (PEZZOPANE et al., 2018).

O Bioma Cerrado possui uma área de 53 milhões de hectares de pastagens cultivadas e a região do Cerrado se caracteriza por verões chuvosos e quentes, invernos secos e frios; as temperaturas se diferem durante as duas estações. A região central do Brasil possui um período de seca, sem precipitação e temperaturas amenas e isso afeta o crescimento e a produtividade das gramíneas, provocando uma estacionalidade na produção (GALINARI, 2014).

A irrigação é uma alternativa para alavancar a produtividade das culturas, especialmente em épocas secas. A irrigação é caracterizada por um conjunto de técnicas que visam a compensação da falta de água no solo, por meio de métodos que assegurem a disponibilidade de água para as plantas. Isso eleva a produtividade de forragem, por meio da reposição de água no solo, ajustada de acordo com a sua perda por evapotranspiração (OLIVEIRA et al., 2017). A principal função da irrigação para as pastagens está na compensação da produção de forragem entre os períodos de verão e inverno, cujo objetivo é equilibrar a produção durante o ano, diminuindo a necessidade de suplementação de material volumoso, durante a seca, resultando

no aumento da produção animal por área (SOUZA et al., 2016).

A irrigação deficitária ou aplicação do déficit controlado de água é uma alternativa que pode viabilizar o sistema de irrigação, reduzindo os custos e aumentando a eficiência econômica da água. Isso porque em vários casos, o volume aplicado de água para obter o teto da lucratividade é menor do que o necessário para suprir totalmente a evapotranspiração da cultura (SILVA et al., 2021). Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à lâminas de irrigação em diferentes épocas de corte no Cerrado brasileiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais da *Urochoa Brizantha* cv. Marandu

Visando à diversificação nos sistemas de pastagens na década de 80, a espécie *Urochoa brizantha* passou por seleções e foi integrada ao portfólio comercial de forrageiras. O capim-marandu é mais conhecido atualmente como braquiária. A *U.brizantha* cv. Marandu é uma gramínea que serve como fonte principal na alimentação de bovinos em sistemas extensivos e agrossilvipastoris, sendo a espécie de clima tropical com maior área cultivada no Brasil (EUCLIDES et al., 2008). Estima-se que mais de 85% das áreas pastoris do país seja coberta pela cultivar Marandu.

As plantas do capim marandu são robustas, com a altura variando de 1,5 a 2,5 m, cespitosas, possuem colmos iniciais prostrados, no entanto, produzem perfilhos em sua maioria eretos, com rizomas curtos e encurvados, e inflorescências de até 40 cm de comprimento. Os colmos floríferos eretos levam à proliferação de inflorescências, especialmente sob regime de corte ou pastejo, as bainhas são pilosas e com cílios nas margens, geralmente mais longas que os entrenós (VALLS; SENDULSKY, 1984; EMBRAPA, 1984). O plantio do capim Marandu via sementes é o mais adequado, sendo este capim um bom produtor de sementes, em que a depender da fertilidade do solo e dos métodos de plantio e colheita, as produções de sementes podem variar de 100 a 500 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 1984).

A *U. brizantha* cv. Marandu é uma gramínea resistente às cigarrinhas-das-pastagens, e tem entre suas características: a alta produção de forragem, boa capacidade de rebrota, tolerância à seca, ao fogo e ao frio. Para seu bom desenvolvimento é necessáriosolos com boa drenagem,

de média á alta fertilidade, produzindo anualmente de 8 a 20 toneladas de matéria seca por hectare. É uma cultivar indicada para bovinos de: cria, recria, engorda, sendo bem aceita também, por caprinos, bubalinos e ovinos, sendo utilizada na produção de feno e silagem, no pastejo rotacionado (SILVA et al., 2008).

Nos sistemas de produção de forragem é comum a falta de investimento em tratos culturais, bem como: a utilização de corretivos de acidez do solo, adubação de correção e fertilização, acarretando no empobrecimento da fertilidade destes ambientes, uma vez que os solos destinados a pastagens são predominantemente limitados em relação: topografia, tipologia do solo, drenagem e mecanização (MORAIS et al., 2011).

Assim, esta forrageira tem um papel importante na composição do sistema pastoril destas áreas, pois tem grande potencial de adaptação em ambientes que sofrem com baixas pluviometrias e longos períodos de estiagem, apresentando-se como uma ótima opção para atingir boas produtividades, pois tem características importantes para sobressair-se nestas condições, como grande capacidade de perfilhar e alto acúmulo de folhas verdes (SILVA et al., 2009).

2.2 Aspectos Gerais da Irrigação

A água é um recurso essencial na produção agrícola, mas os altos níveis de estresse hídrico, o aumento da frequência e intensidade de secas, devido às mudanças climáticas, têm reduzido o estoque de recursos de água doce em regiões áridas e semiáridas (NAZARI et al., 2018). O uso de sistemas de irrigação é essencial na otimização da produção agrícola, principalmente em áreas em que as precipitações são irregulares ou insuficientes. Entre as vantagens da irrigação está o aumento da produtividade e das áreas cultiváveis, pois possibilita o cultivo em áreas onde a precipitação é insuficiente para o desenvolvimento das culturas, como em regiões áridas e semiáridas (BELAUD et al., 2020).

Altas temperaturas médias (20°C a 35°C), má distribuição temporal (seca: maio a outubro, chuvosa: novembro a abril) e espacial das chuvas, são motivos suficientes para justificar o emprego de sistemas de irrigação para suprir a demanda hídrica das culturas e assegurar a produtividade (INMET, 2022). Neste cenário, tem sido evidente o crescimento na utilização de sistemas de irrigação com finalidade: alternativa, inovadora e tecnológica, além de ser bastante eficiente para suprir a necessidade hídrica da cultura em, períodos de estiagem, elevando a produtividade da forrageira, uma vez que a irrigação é diretamente influenciada por fatores regionais e locais de meteorologia, que determinam: o volume, frequência, lâmina e

forma de irrigação. Dessa maneira, o manejo da irrigação é determinante na condução de qualquer cultura, não sendo diferente com as forrageiras (SANTOS et al., 2008).

Dantas et al. (2016), apresenta resultados expressivos da produtividade da forrageira quando a lâmina de irrigação foi ajustada de forma adequada, durante todo o período do ano, sendo necessário correlacionar a demanda de água para o local ou região de cultivo, projetando o manejo hídrico e do solo, estabelecendo positivamente o desenvolvimento da cultura e a utilização eficiente da água.

A irrigação atualmente está diretamente relacionada ao uso de energia. Com o surgimento dos motores a diesel e elétricos, em meados do século XX, os sistemas de irrigação foram revolucionados, surgindo os sistemas de irrigação pressurizados, o que possibilitou o uso intensivo de águas subterrâneas (BOUARFA; KUPER, 2012). O acesso à energia aumenta a irrigação nos locais, em que se tem água disponível, mesmo que as precipitações não sejam suficientes para atender às necessidades de água para o desenvolvimento das culturas (BELAUD et al., 2020).

2.3 Manejo da Irrigação

A demanda hídrica da cultura é o volume de água demandado para a realização do seu ciclo, sendo influenciada de acordo com as condições climáticas da região em que a cultura foi implantada, o volume demandado pode ser maior em regiões semiáridas e menores em regiões de clima temperado (ALENCAR et al., 2009). A transpiração das plantas é responsável pela maior parte do volume de água demandada, ocorrendo em conjunto com a perda de água do próprio solo por evaporação. A junção desses dois itens é denominada evapotranspiração (ET), e pode ser obtida através do consumo de água da cultura de referência (ET_o), que também pode ser determinada de acordo com os dados climatológicos locais (MENDES et al., 2017).

O manejo da irrigação se estabelece a partir da determinação dos componentes que a compõem. O coeficiente de cultura (k_c) é estimado para cada tipo de cultura e deve ser multiplicado pelos valores da evapotranspiração de referência (ET_o), para se obter a perda de água da cultura desejada. A demanda hídrica da cultura varia durante o período em que a cultura se desenvolve, e essa variação é fundamental para o manejo da irrigação, pois ajusta o volume de água do sistema de irrigação, de acordo com a necessidade da cultura em cada período do seu desenvolvimento (ANDRADE et al., 2006).

O manejo da irrigação também considera o solo, através da capacidade de água

disponível (CAD), que de maneira sucinta pode ser exemplificada como sendo o volume do reservatório. Analisando o solo como um reservatório é possível estimar a perda de água por fatores ambientais e pelo consumo de água pelas plantas (Evapotranspiração). Dessa maneira, deve-se manejar a irrigação de forma que o reservatório garanta o suprimento hídrico da cultura, armazenando e disponibilizando água para as plantas (HERNANDEZ, 2021).

O manejo da irrigação é necessário para evitar perdas de água e energia, além de favorecer o bom desenvolvimento da cultura. De acordo com Belaud et al. (2020), os custos de energia em vários sistemas de irrigação estão ameaçando a sua sustentabilidade, pois sofreram aumento considerável com o consumo.

2.4 Eficiência no Uso da Água

O aumento das áreas com disponibilidade hídrica e com aptidão agrícola e pecuária, resultou no aumento significativo no uso dos recursos hídricos, no entanto, a pecuária irrigada necessita de alta eficiência, uma vez que a água é um bem finito e indispensável na manutenção da vida humana (ABREU et al., 2014). De acordo com Chartzoulakis e Bertaki (2015), a eficiência dos sistemas de irrigação ainda é muito baixa, pois menos de 65% da água aplicada é efetivamente utilizada pelas plantas. O uso sustentável da água de irrigação é uma prioridade para a agricultura em regiões áridas. Assim, é preciso aumentar a eficiência hídrica, pois é possível conseguir mais com menos água por meio de uma gestão melhor, melhorando a alocação de água e a eficiência da irrigação. A eficiência da irrigação está associada ao tipo de tecnologia de irrigação a ser empregada, às condições ambientais no momento da irrigação e do calendário de aplicação da água (CHARTZOULAKIS; BERTAKI, 2015).

Com tudo isso, o manejo da irrigação, estudos técnicos e a escolha de sistemas de irrigação localizados que diminuam o desperdício de água são fundamentais para aumentar a eficiência do uso da água, nos sistemas de irrigação em grande escala, principalmente quando aliados a conhecimentos relacionados à necessidade hídrica das culturas (REIS, 2018). Há vários sistemas e métodos de irrigação, porém, os métodos localizados utilizando aspersão ou microaspersão, além de direcionar a água empregada diretamente na parte aérea das plantas, permitindo a adoção de mecanização total do sistema, reduz o emprego de mão de obra, uma vez que o custo inicial é considerado alto, sendo um fator diferencial como ferramenta alternativa para enfrentar a seca e as geadas, cada vez mais comuns no Cerrado (ZANETTI et al., 2019).

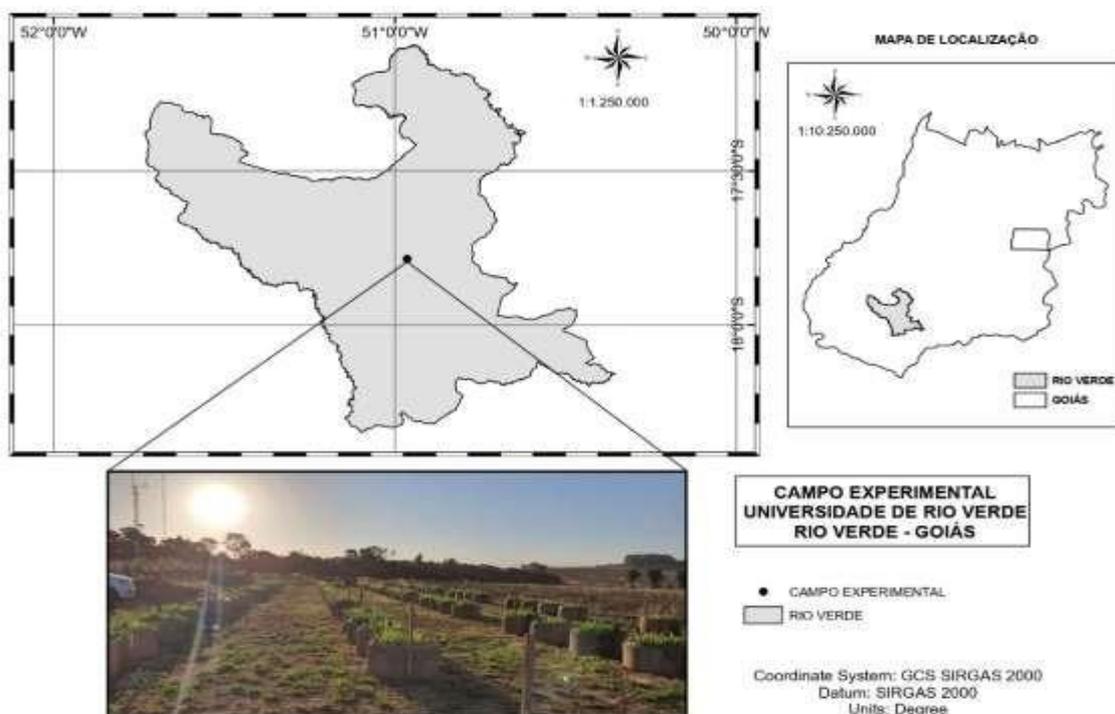
Na irrigação, eficiência é o volume de água que sai do sistema e chega ao solo, ficando

disponível para absorção do sistema radicular das plantas. Portanto, a avaliação do sistema de irrigação é direcionada adequação e identificação de variações fora dos padrões estabelecidos nos equipamentos, determinados a partir de valores como; eficiência de aplicação e coeficiente de uniformidade, obtidos em avaliações realizadas em campo (CARVALHO et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Fontes do Saber, localizada no município de Rio Verde, Região Sudoeste do Estado de Goiás, Brasil (Figura 1), sob as coordenadas 17°47'6.99"S e 50°57'51.11"O, e altitude de 776 m. A temperatura média anual em Rio Verde é de 23,7 °C, umidade relativa do ar e precipitação média anual de 67,4 % e 1.599,1mm, respectivamente, e o brilho e radiação solar média diária de 6,1 h e 17,3 MJm⁻² d⁻¹, respectivamente (CASTRO; SANTOS, 2017). O clima da região é tropical (CARNEIRO et al., 2014).



Fonte: Adaptado de Castro e Santos (2017).

Figura 1 - Localização da área experimental na Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás.

O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Vermelho com textura argilosa (EMBRAPA, 2018). Análises do solo foram realizadas para a caracterização química, em que as amostras foram coletadas antes do solo ser colocado dentro das manilhas, a uma profundidade de 0-0,2 m (Tabela 1). O solo não necessitou de calagem, pois a saturação de bases exigidas pelas gramíneas é 40 % (SOUSA; LOBATO, 2004) e o valor da saturação encontrada na análise foi de 59 % (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo (LATOSSOLO) coletado na camada de 0-0,2 m

Prof.	pH	M.O	P (Mel)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V
m	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		-----cmolc dm ⁻³ -----				cmolc dm ⁻³		%
0-0,2	5,2	23,7	0,3	0,1	1,5	0,9	0,03	1,7	2,5	4,2	59,0
Prof.	Areia		Silte		Argila		Textura				
m	-----		-----		-----		-----				
0-0,2	28,0		14,0		58,0		Argilosa				

Prof.: Profundidade; pH CaCl₂: pH da solução do solo, determinado em solução de cloreto de cálcio; M.O: Matéria Orgânica; P (Mel.): Fósforo, melhich; K⁺ (Mel): Potássio, melhich; Ca²⁺: Teor trocável de Cálcio; Mg²⁺: Teor trocável de Magnésio; Al³⁺: Alumínio trocável; H+Al: Acidez total do solo; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação por base do solo.

Os dados de: temperatura, radiação e brilho solar ao longo do desenvolvimento do experimento são apresentados nas figuras 2 e 3.

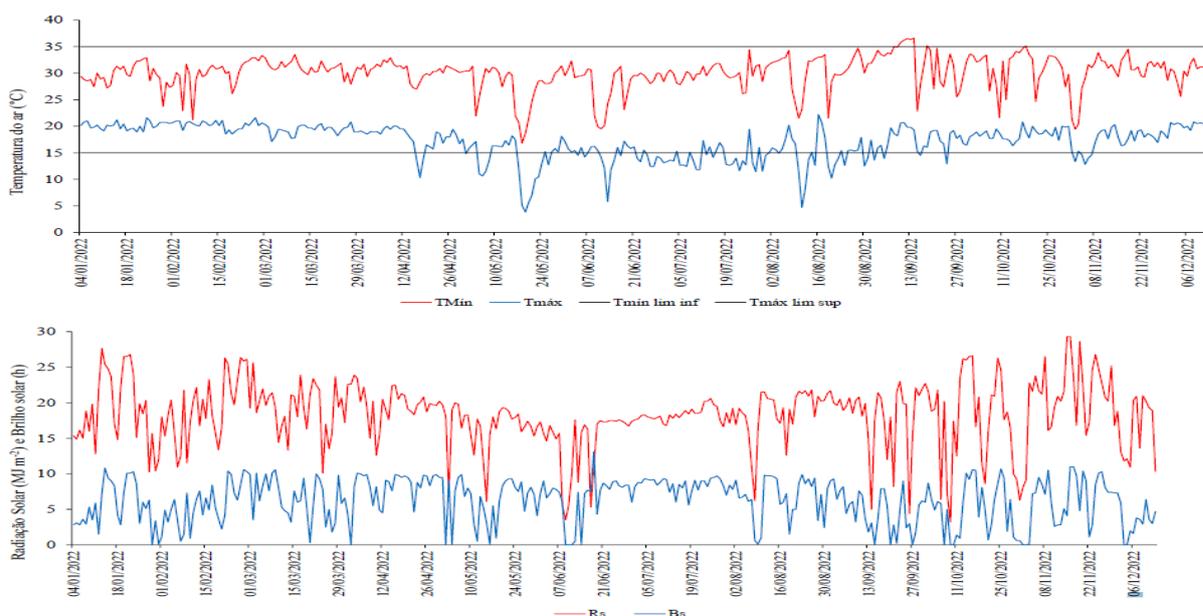


Figura 2 - Dados de temperatura, radiação e brilho solar ao longo do desenvolvimento da pesquisa. TMín: temperatura mínima; TMáx: temperatura máxima; Tmín lim inf: temperatura mínima limite inferior para o desenvolvimento da cultura; Tmáx lim sup: temperatura máxima limite superior para o desenvolvimento da cultura; Rs: radiação solar; Bs: brilho solar.

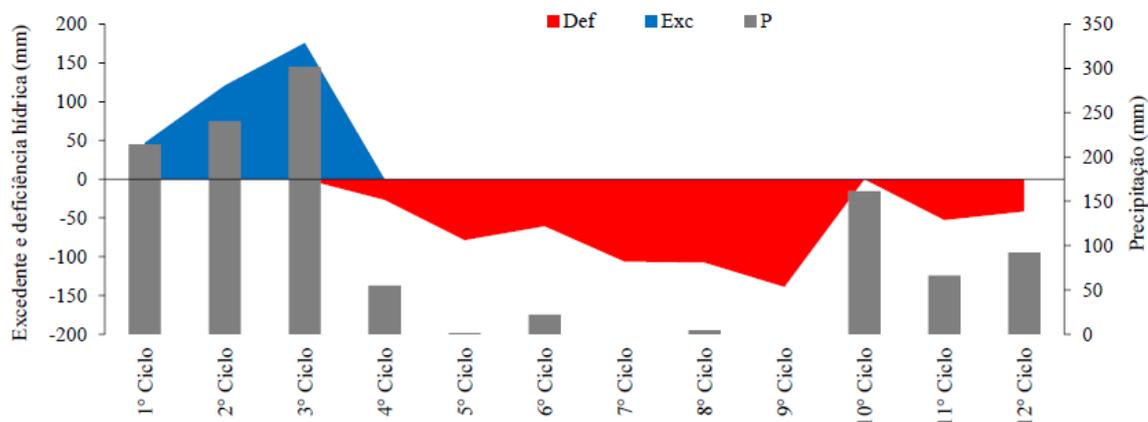


Figura 3 - Precipitação (P) e excedente (Exc) e déficit (Def) hídrico ao longo da condução experimental.

3.2 Delineamento e condução experimental

A cultivar utilizada foi a *Urochloa brizantha* (A. Rich.) Stapf cv. Marandu, com valor cultural das sementes de 45,8% e densidade de planta de 15 kg ha⁻¹ de sementes. A semeadura foi feita manualmente, distribuindo as sementes em cada manilha de forma homogênea, e em seguida, realizou-se a incorporação superficial das sementes com uma profundidade de 2 a 3 cm. O corte de uniformização foi aos 65 dias após a semeadura.

O experimento foi conduzido em faixas, com cinco lâminas de irrigação (0, 25, 50, 75, 100 e 125 % da evapotranspiração da cultura - ETc) e 12 épocas de cortes. O intervalo entre cada corte foi de 28 dias. A área experimental é constituída de 96 manilhas de concreto de 0,8 m de diâmetro e 0,6 m de altura. O sistema de irrigação foi por micro aspersão, modelo com bocal invertido 2:1 entre duas manilhas com um micro aspersor (Figura 4). O sistema ainda conta com dois conjuntos de reservatório e motobomba, que bombeava a água para setores, através dos registros e tubulações independentes, atendendo a demanda de cada tratamento.

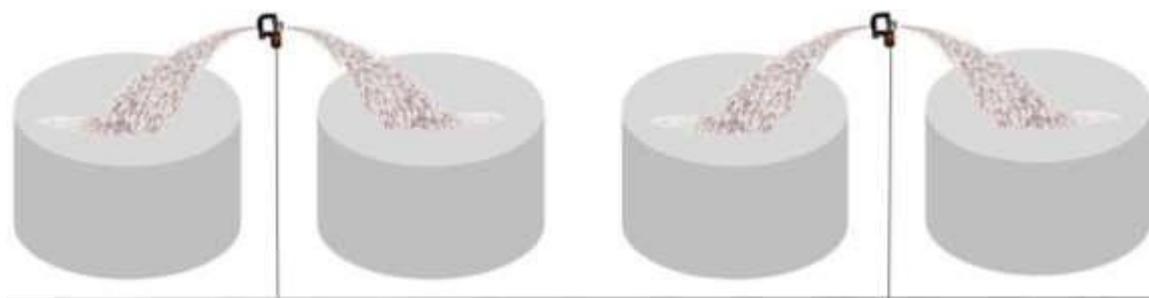


Figura 4 - Ilustração do bocal invertido 2:1.

As irrigações foram feitas conforme a Capacidade de Água Disponível no solo (CAD), que neste trabalho foi considerada de 50 mm. Quando a evapotranspiração acumulada da cultura (ETc) extraia a água do solo, e a CAD atingia valor igual ou inferior a 45 mm sendo realizado o manejo da irrigação, e a evapotranspiração da cultura diária determinada para cada lâmina de irrigação (Tabela 2).

Tabela 2 - Evapotranspiração da cultura diária de cada lâmina de irrigação

Tratamentos	Classificação	Base de cálculo
L1	Testemunha	-----
L2	Déficit hídrico	ETc diária = (ETc) * 0,25
L3	Déficit moderado	ETc diária = (ETc) * 0,50
L4	Déficit hídrico leve	ETc diária = (ETc) * 0,75
L5	Irrigação completa	ETc diária = (ETc) * 1,00
L6	Irrigação adicional	ETc diária = (ETc) * 1,25

L = Lâmina; ETc= Evapotranspiração da cultura.

3.3 Manejo da Irrigação

As lâminas de água foram calculadas de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETc) com Testemunha 0% e cinco níveis de água: 25, 50, 75, 100 e 125% da ETc, aplicados de acordo com a evapotranspiração calculada diariamente. Os dados meteorológicos para a estimativa da ETc foram coletados no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O cálculo diário de ETc foi realizado no *software* Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada (MARIANO et al., 2011) pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO). Foi adotado coeficiente de cultivo (kc) unitário (kc=1,0), considerando que a *U. brizantha* mantém o solo com cobertura total com altura igual ou maior que 15 cm.

O sistema que bombeou água para as manilhas é independente, ou seja, teve registros instalados em cada parcela (nos cinco níveis de água) para que fosse realizado o controle do volume, através do tempo de irrigação. O sistema de irrigação utilizado foi por microaspersão, com 40 micro aspersores distribuídos em toda área experimental. Estacas foram utilizadas para firmar os microaspersores, de forma que eles tivessem um molhamento uniforme na área. A pressão de serviço dos aspersores foi de 0,4 bar, com uma vazão média de 23 L h⁻¹ e o raio de molhamento de 2,5 m.

A demanda hídrica foi dada pela evapotranspiração da cultura (ETc), calculada pelo produto entre a evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente de cultivo (kc) através da equação:

$$ET_c = k_c ET_o$$

em que,

ET_c = Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); k_c = Coeficiente de cultivo;

ET_o = Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹).

3.4 Avaliação do sistema de irrigação

Antes do início do experimento aferiu-se a eficiência do sistema de irrigação. A uniformidade de molhamento do sistema de irrigação foi avaliada através dos: Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC; Equação 1), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD; Equação 2) e Eficiência do sistema de irrigação (Ef; Equação 3).

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}}\right) \times 100 \quad \text{Equação 1.}$$

Em que,

CUC = Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (%) n = Número de amostragens

X_i = Volume de água por emissor (L/h)

\bar{X} = Volume média de água por emissor (L/h)

$$CUD = \frac{X_{25}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{Equação 2.}$$

Em que,

CUD = Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%)

X_{25} = Volume média dos 25% menores valores de água por emissor (L/h)
 \bar{X} = Volume média de água por emissor (L/h)

$$Ef = K_s \times CUD \times 100 \quad \text{Equação 3. Em que,}$$

Ef = Eficiência do sistema de irrigação (%)

K_s = Coeficiente de transmissividade (Adotado como 95%)
 CUD = coeficiente de distribuição (%)

Considerou-se a interpretação de CUC, CUD e Ef (Tabela 3) conforme proposto por Mantovani (2001) e Benício et al. (2009). A classificação após os testes foi excelente dentro do ideal.

Tabela 3 - Interpretação dos valores do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e Eficiência do sistema de irrigação (Ef)

Classificação	CUC (%)	CUD (%)	Classificação	Ef (%)
Excelente	>90	>84	Ideal	≥ 95
Bom	80 – 90	68 – 84	Aceitável	80 – 95
Razoável	70 – 80	52 – 68	Inaceitável	< 80*
Ruim	60 – 79	36 – 52	-	-
Inaceitável	< 60	< 36	-	-

Fonte: Mantovani (2001) e Benício et al. (2009).

3.5 Avaliações

Foram realizadas avaliações de temperatura foliar, com auxílio do Termômetro pistola laser infravermelho – Hypem, sempre na folha mais exposta da parte aérea, respeitando um limite de 2 a 5 cm de distância da ponta do equipamento até a superfície foliar. Os índices de clorofila *a* e *b* foram determinados por meio do medidor portátil, ClorofiLOG 1030® (Falker®, Porto Alegre, RS, Brasil), utilizando a folha mais exposta da parte aérea totalmente expandida. O índice de clorofila total foi feito somando os índices de clorofila *a* e *b*. A altura de planta foi feita com uma régua milimetrada. Todas essas avaliações foram realizadas em ciclos de 28 dias, sendo sempre um dia antes de cada corte, no horário de 09:00 a 11:00 da manhã.

A análise de produtividade (matéria verde) foi feita a cada corte. Em cada colheita foi retirada uma amostra de 0,09 m² em cada unidade da parcela, utilizando um gabarito de aço de 0,3 x 0,3 m, com suporte para sustentá-lo a 15 cm de altura. A forragem foi cortada manualmente, a 15 cm de altura, com ajuda de uma cegueta e depois homogeneizada com roçadeira mecânica manual, para simular um sistema de pastejo direto. Das amostras coletadas foi retirada uma sub amostra que foi seca em estufa com circulação de ar forçada 65 °C até atingir o peso constante, para determinar a biomassa seca (LACERDA et al., 2009).

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando houve diferenças significativas, as lâminas de irrigação foram submetidas a análise de regressão, e as médias das épocas de corte agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o R, versão 4.4.0. Por fim, foi calculada a correlação de *Pearson* entre as variáveis avaliadas (limiar fixado em 0,6). Uma rede de correlação foi montada para ilustrar

graficamente as análises de correlação de *Pearson*, em que a proximidade entre os nós é proporcional aos valores de correlação absoluta entre as variáveis. Essas análises foram realizadas no software Rbio (BHERING, 2017).

4 RESULTADOS

A lâmina de irrigação (LI) influenciou significativamente: na altura, temperatura foliar e massa seca da parte área das plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. E a época de corte (EC) influenciou: na altura, temperatura foliar, índices de clorofila *a*, *b* e total, massa seca e produtividade (Tabela 4). A LI e EC interagindo significativamente na: altura, temperatura foliar e clorofila total das plantas de *U. brizantha* (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para altura, temperatura foliar (TempF), índices de clorofila *a* (*Ca*), *b* (*Cb*) e total (CT), massa seca de parte área (MSPA) e produtividade (PROD) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetidas a lâminas de irrigação em diferentes épocas de corte

Fonte de variação	GL	Altura	TempF	Ca	Cb	CT	MSPA	PROD
Bloco	3	372,6 **	61,8 ns	129,8 ns	15,8 ns	233,8*	14,9 ns	932350
Lâmina de Irrigação (LI)	5	141,1 **	12,4 *	30,3 ns	11,3 ns	62,9 ns	15,0 *	520590 ns
Resíduo a	15	14,3	3,2	26,5	5,1	42,3	4,1	300083
Época de Corte (EC)	11	1551,5 **	377,5 **	663,9 **	156,4 **	1425,6**	370,1**	11828153 **
Resíduo b	33	15,4	24,0	29,6	4,7	42,63	6,9	71810
LI x EC	55	11,0 **	3,8 **	17,9 ns	4,5 ns	31,8 *	2,8 ns	89197 ns
Resíduo c	165	5,2	2,1	15,9	3,6	22,46	2,4	76582
CV1 (%)		16,1	6,2	15,8	23,4	15,4	15,8	47,9
CV2 (%)		16,8	17,1	16,7	22,4	15,5	20,5	23,4
CV3 (%)		9,8	5,0	12,2	19,8	11,2	12,2	24,2

GL: grau de liberdade; CV: coeficiente de variação; * significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo.

Em todas as lâminas de irrigação testadas, as plantas de *U. Brizantha* tiveram maiores alturas no mês de março (Tabela 5). No mês de fevereiro, nas lâminas de 0 e 50%, as plantas tiveram altura semelhante ao do mês de março. Também se observou que em todas as lâminas, no geral, as plantas tiveram menores alturas nos meses de: maio, junho, julho, agosto e setembro, tendo uma altura média variando entre 12 e 20 cm (Tabela 5).

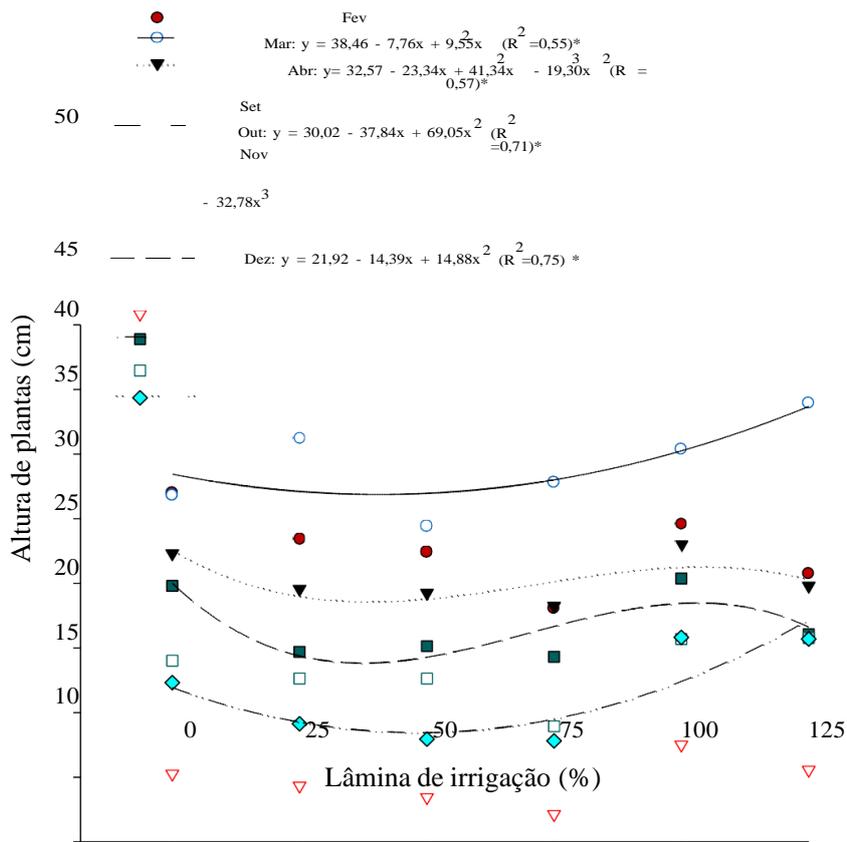


Figura 5 - Altura de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas decorte em função da lâmina de irrigação.

Nos meses de abril e outubro as LI se ajustaram ao modelo polinomial cúbico, em que as maiores alturas médias foram obtidas na lâmina de 100%, que foram de 33,0 e 30,4cm, respectivamente, seguido da lâmina de 0%, que foram de 32,3 e 29,8 cm, respectivamente (Figura 5). No mês de dezembro, as plantas tiveram maior altura médias lâminas de 100 e 125%, em que atingiram uma altura de 25,8 e 25,7 cm, respectivamente (Figura 5).

Independente da lâmina de irrigação, as temperaturas foliares mais altas foram observadas no mês de setembro (Tabela 6). Em outubro, a temperatura começa a reduzir, no entanto, em novembro tem-se a segunda maior temperatura, semelhante ao mês de fevereiro. Nos meses de dezembro e janeiro foram observadas as menores temperaturas foliares, em todas as LI.

Tabela 5- Temperatura foliar (°C) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da época de corte dentro de cada lâmina de irrigação

Época de corte	Lâminas de Irrigação (%)					
	0	25	50	75	100	125
Janeiro	23,0 d	23,0 d	23,0 d	23,0 d	23,0 d	22,1 d
Fevereiro	31,3 b	32,9 b	32,6 b	31,4 b	29,5 b	31,1 b
Março	27,8 c	27,8 c	28,1 c	27,3 c	27,6 c	27,4 c
Abril	27,9 c	29,0 c	28,9 c	27,9 c	30,1 b	30,1 b
Mai	27,9 c	27,3 c	27,9 c	28,3 c	27,7 c	27,5 c
Junho	27,9 c	27,6 c	27,1 c	27,4 c	26,4 c	26,5 c
Julho	27,6 c	26,9 c	26,9 c	26,9 c	25,8 c	26,4 c
Agosto	31,7 b	31,7 b	33,1 b	33,0 b	30,0 b	32,1 b
Setembro	40,6 a	39,2 a	40,0 a	37,8 a	33,6 a	35,4 a
Outubro	28,2 c	28,2 c	27,6 c	27,7 c	27,3 c	26,0 c
Novembro	29,5 c	31,4 b	30,9 b	30,7 b	30,2 b	29,8 b
Dezembro	23,3 d	23,3 d	24,3 d	23,8 d	23,6 d	23,5 d

Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na temperatura foliar das plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, a LI influenciou significativamente somente nos cortes realizados em fevereiro, agosto e setembro, sendo que no mês de agosto não houve ajuste de modelo, mas as maiores temperaturas foliares foram observadas nas lâminas de 50 e 75%, em que as temperaturas foliares médias foram de 33,1 e 33,0 °C, respectivamente (Figura 6). Em fevereiro, as LI ajustaram-se ao modelo polinomial cúbico, tendo maiores temperaturas nas lâminas de 25 e 50%, sendo de 32,9 e 32,6 °C, respectivamente. Em fevereiro, a menor temperatura foliar foi obtida com uso de lâmina de 100%, em que a temperatura média foi de 29,5 °C, sendo a única lâmina que proporcionou uma temperatura foliar abaixo de 31 °C (Figura 6).

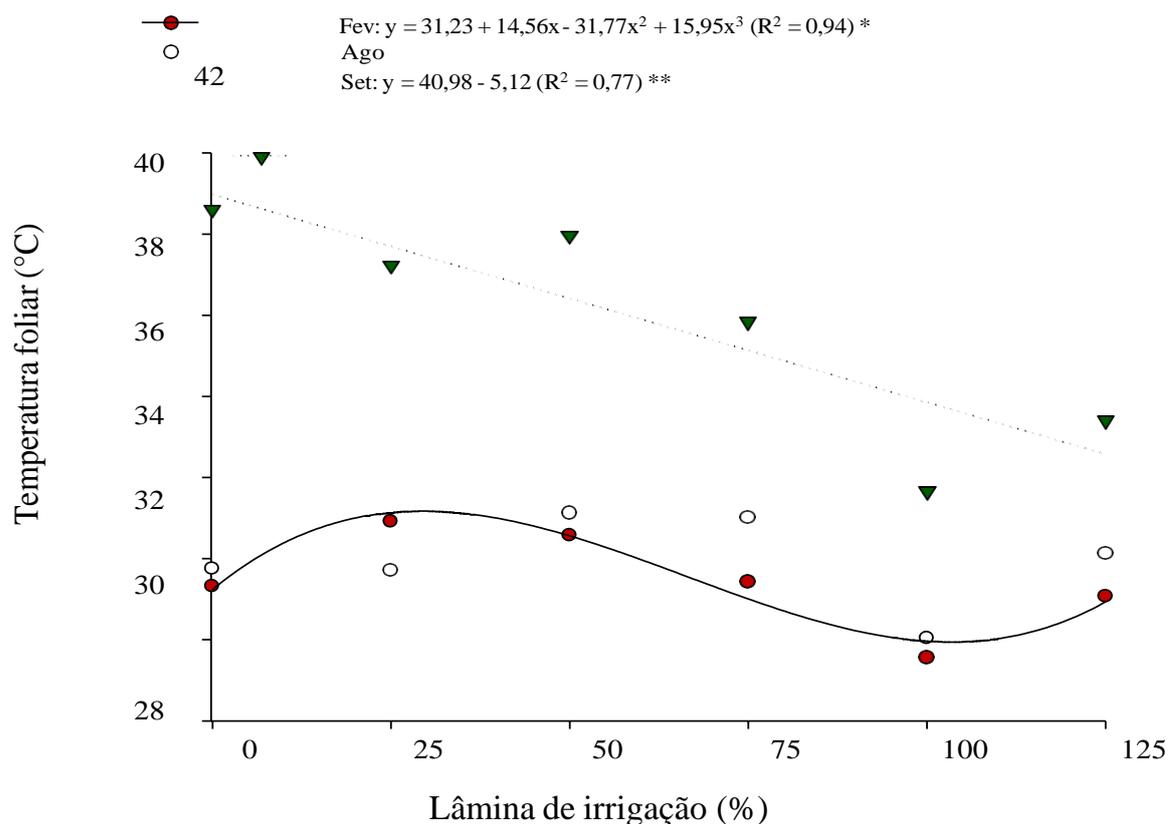


Figura 6 - Temperatura foliar de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas de corte em função da lâmina de irrigação.

No mês de setembro, as LI ajustaram-se ao modelo linear decrescente, em que a temperatura na lâmina de 0% foi de 40,6 °C, e na lâmina de 125% foi de 35,4 °C, uma redução de aproximadamente 13% na temperatura (Figura 6).

Os índices de clorofila *a* (*Ca*) mais altos foram obtidos nos meses de janeiro e outubro, seguido do mês de junho (Figura 7). Os menores índices de *Ca* foram nos meses de: março, abril, maio, novembro e dezembro (Figura 7).

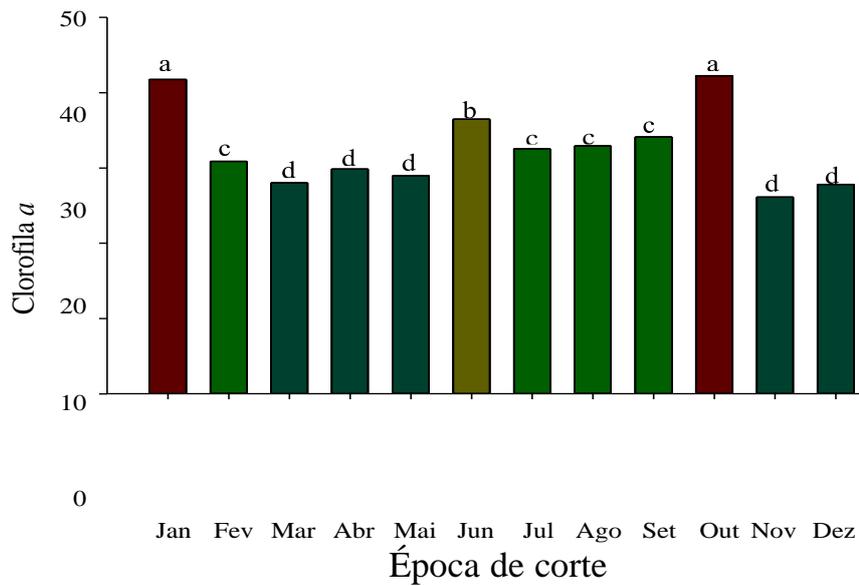


Figura 7. Índice de clorofila *a* de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas de corte.

Os índices de clorofila *b* (*Cb*) foram mais altos no mês de janeiro, seguido do mês de outubro e, em seguida, de junho (Figura 8). Já os menores índices de *Cb* foram nos meses de: maio, novembro e dezembro (Figura 8).

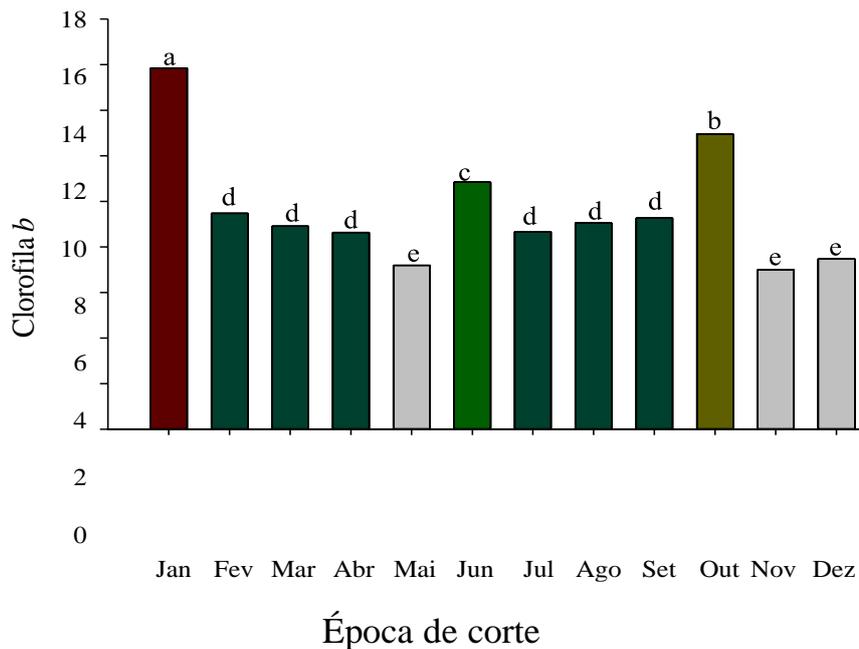


Figura 8 - Índice de clorofila *b* de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas de corte.

Os índices de clorofila total (CT), independente da LI, foram mais altos nos meses de janeiro e outubro, variando de 53 a 62 e de 53 a 57, respectivamente, seguido do mês de junho (Tabela 6). Algo notável é que com o uso das lâminas de 0, 25 e 50%, o mês de setembro, que é um dos mais quentes do ano, apresentou menores índices de CT, no entanto, utilizando as lâminas de 75, 100 e 125% este ficou entre os que tiveram maiores índices de CT (Tabela 6).

Tabela 6 - Índice de clorofila total de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da época de corte dentro de cada lâmina de irrigação

Época de corte	Lâminas de Irrigação (%)					
	0	25	50	75	100	125
Janeiro	58,3 a	56,8 a	57,9 a	53,8 a	61,3 a	58,7 a
Fevereiro	40,8 c	41,7 c	38,6 d	40,1 b	43,5 c	37,4 c
Março	35,2 c	35,9 d	36,8 d	37,0 b	36,5 c	40,1 c
Abril	39,9 c	38,2 d	40,6 c	37,7 b	36,7 c	37,7 c
Mai	36,2 c	41,5 c	36,5 d	34,5 b	34,0 c	34,1 c
Junho	46,8 b	47,56 b	50,2 b	40,9 b	49,5 b	48,8 b
Julho	47,5 b	42,9 c	44,1 c	38,6 b	38,2 c	35,9 c
Agosto	46,2 b	42,7 c	36,4 d	40,3 b	47,7 b	38,5 c
Setembro	36,6 c	42,1 c	42,4 c	42,1 b	51,2 b	45,8 b
Outubro	53,7 a	54,8 a	56,7 a	53,9 a	56,8 a	55,3 a
Novembro	35,3 c	34,2 d	32,0 d	31,9 b	33,5 c	31,7 c
Dezembro	33,3 c	35,9 d	35,3 d	33,7 b	36,6 c	36,9 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No índice de CT houve diferença significativa entre as LI somente nos meses de: julho, agosto e setembro (Figura 9). Em julho, as LI ajustaram-se ao modelo linear decrescente, em que o menor índice de CT foi de 35,9, obtido na lâmina de 125%. Já no mês de agosto, as LI ajustaram-se ao modelo polinomial cúbico, com o maior índice de CT (47,7) obtido na lâmina de 100%. E no mês de setembro, as LI ajustaram-se ao modelo linear crescente (Figura 9).

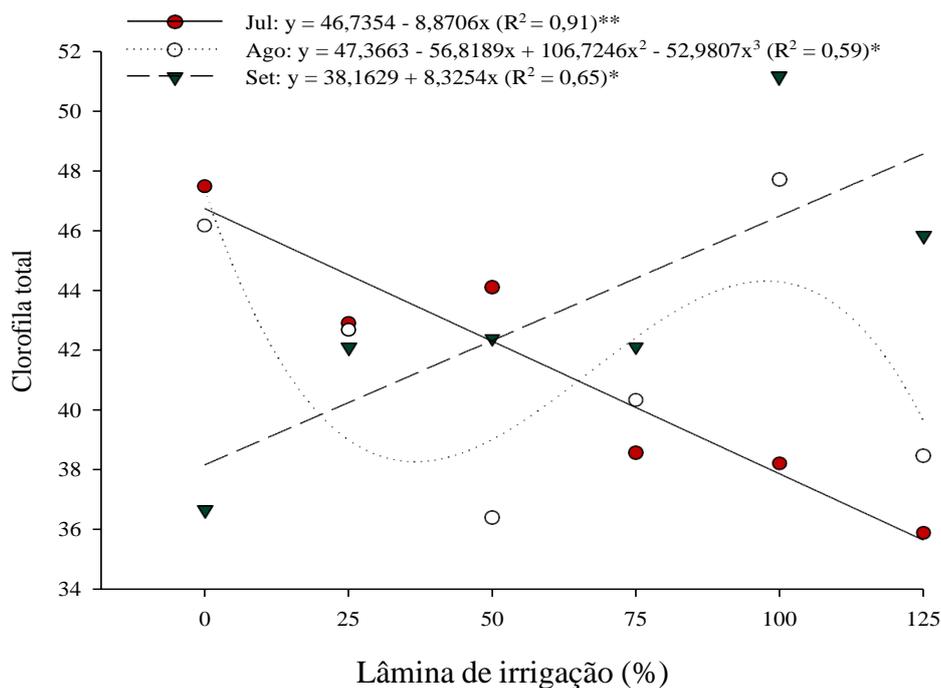


Figura 9 - Índice de clorofila total de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas de corte em função da lâmina de irrigação.

Embora a lâmina de irrigação tenha influenciado significativamente na massa secada das plantas de *U. Brizantha*, não houve ajuste de modelo. A massa seca das plantas foi mais alta nos meses de março e abril, tendo uma massa média de 18,9 e 19,2 g, respectivamente, seguido do mês de janeiro que teve uma massa média de 16,4 g (Figura 10). Nos meses de: junho, julho, agosto e setembro foram obtidas as menores massas secas, variando de 8,4 até 9,4 g.

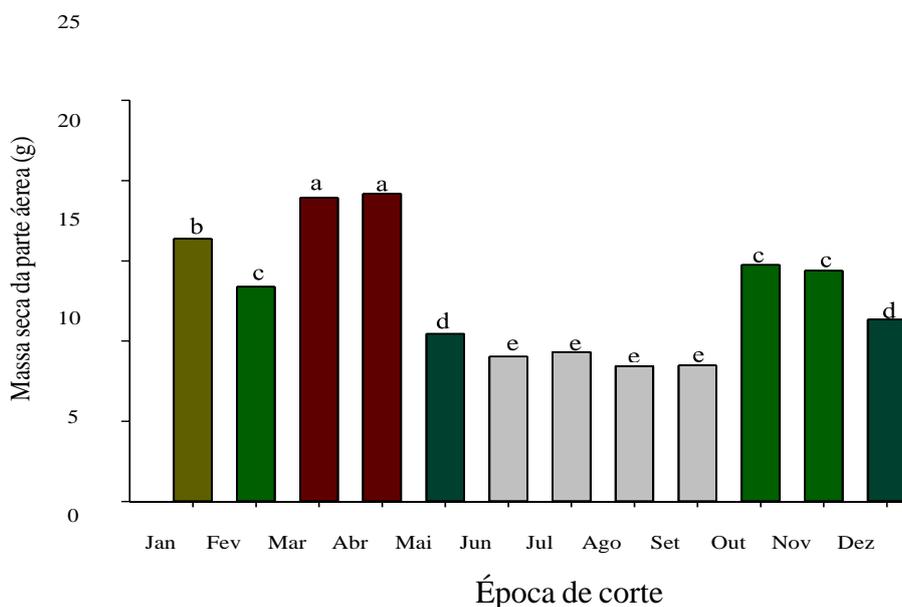


Figura 10 - Massa seca de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas de corte.

As produtividades de *U. Brizantha* mais altas foram de 2446,5 e 2458,5 kg ha⁻¹, obtidas nos meses de janeiro e março, respectivamente, seguida de 1756,1 kg ha⁻¹, obtida em abril (Figura 11). Nos meses de: maio, junho, julho, agosto, setembro e dezembro apresentaram as menores produtividades, variando de 560 até 792 kg ha⁻¹.

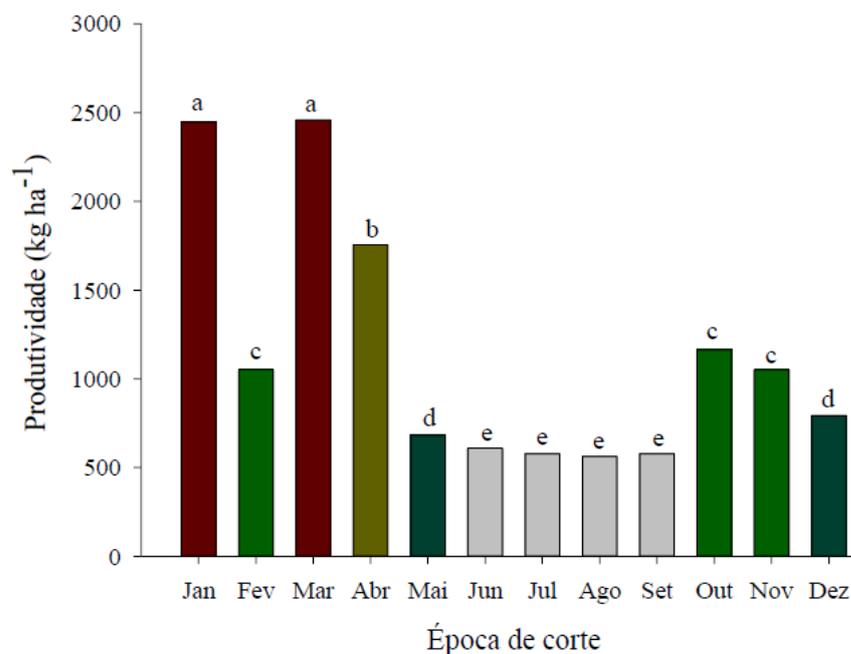


Figura 11 - Produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes épocas de corte.

A produtividade de *U. brizantha* correlacionou-se positiva e significativamente com a altura de plantas (0,75) e MSPA (0,80), e também houve forte correlação positiva (0,78) entre a massa seca e a altura de plantas (Figura 12). O índice de *Ca* relacionou-se positiva e significativamente com o índice de *Cb* (0,69) e CT (0,97), da mesma maneira que o índice *Cb* e CT (0,85). Observa-se que, a temperatura foliar, embora não tenha se ligado significativamente com nenhuma variável, equiparou-se negativamente com todos os parâmetros analisados (Figura 12).

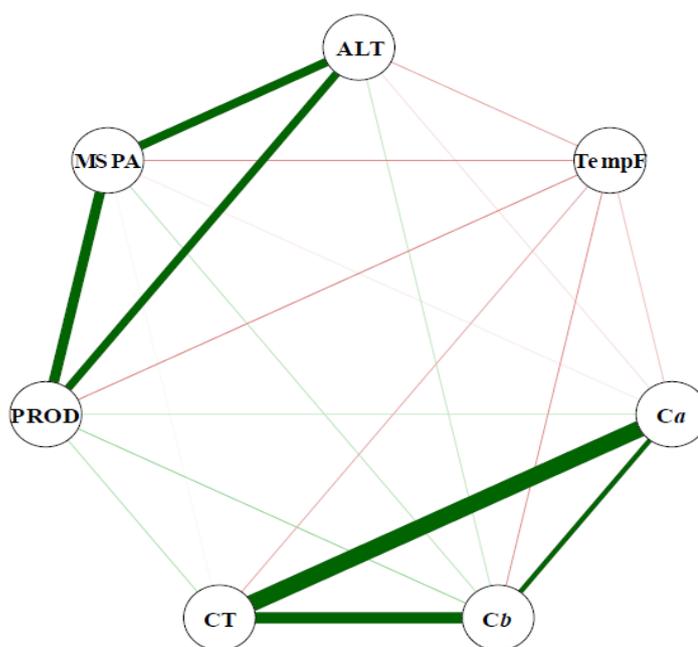


Figura 12 - Rede de correlação entre altura (ALT), produtividade (PROD), temperatura foliar (TempF), massa seca da parte aérea (MSPA) e índices de clorofila *a* (Ca), *b* (Cb) e total (CT) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetidas a lâminas de irrigação (0, 25, 50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo) e 12 épocas de corte (de janeiro a dezembro, sendo os cortes realizados a cada 28 dias). As linhas mais grossas e verdes representam as correlações positivas mais altas. As linhas vermelhas representam as correlações negativas.

5 DISCUSSÃO

As menores alturas de plantas de *U. brizantha* nos meses de: maio, junho, julho, agosto e setembro (Tabela 5), e também as menores massas secas nos meses de junho, julho, agosto e setembro (Figura 10), independente da lâmina de irrigação, podem ser explicados por fatores climáticos. Durante o mês de setembro, em muitas regiões onde o capim Marandu é cultivado, ocorre a transição da estação seca para a estação chuvosa, sendo presentes, ainda, condições de estresse hídrico, altas temperaturas e radiação solar (Figuras 2 e 3). O estresse hídrico limita a disponibilidade de água para a planta, reduzindo o crescimento em altura e aumentando a temperatura das folhas, devido à menor transpiração, sendo consequência do fechamento estomático e à maior exposição ao sol (SOUSA et al., 2023).

Ao longo da condução do experimento, observou-se que, a partir de maio começa a haver uma deficiência hídrica, atingindo a máxima deficiência em setembro (Figura 3). Em outubro voltam as precipitações, minimizando o déficit hídrico; no entanto, nos meses de novembro e

dezembro a precipitação é inferior à de outubro, ficando abaixo dos 100 mm, não sendo o suficiente para repor a água no solo (Figura 3). De abril a setembro, em muitos momentos a temperatura mínima do ambiente ficou abaixo da temperatura mínima adequada para o desenvolvimento da cultura (Figura 2). No mês de setembro a temperatura máxima do ambiente também chega a ficar mais alta do que a temperatura máxima adequada para o desenvolvimento da cultura (Figura 2). E esses fatores são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, como observado no presente estudo, em que nesses meses as plantas, geralmente, tiveram menores: alturas, massa seca e produtividade.

Nos períodos em que a disponibilidade de água é baixa, a tendência é que o capim Marandu priorize a sobrevivência, ao invés do crescimento. A taxa de crescimento e alongação foliar é reduzida, enquanto a senescência das folhas aumenta. Assim, as plantas são menores e com folhas que retêm mais calor (DANTAS et al., 2020; ONGARATTO et al., 2021). A estrutura do dossel das plantas também é afetada pela disponibilidade de água e luz. Em setembro, com a mudança nas condições climáticas, a densidade do dossel pode diminuir, expondo mais as folhas ao sol direto, o que aumenta a temperatura foliar (DANTAS et al., 2020). No presente estudo, as maiores temperaturas foliares foram obtidas exatamente em setembro (Tabela 6), período de altas temperaturas (Figura 2).

Em março, independente da lâmina de irrigação utilizada, foram obtidas as melhores alturas de plantas (Tabela 5). Em março obteve-se um bom excedente hídrico (Figura 3), e as temperaturas máximas e mínimas ficaram dentro do limite adequado para o desenvolvimento da cultura 15 a 35°C (Figura 2).

As produtividades mais altas de: 2446,5 e 2458,5 kg ha⁻¹ em janeiro e março, respectivamente (Figura 11), em partes é semelhante aos índices de clorofila *a* e *b*, que foram mais altos também no mês de janeiro (Figuras 6 e 7, respectivamente). As clorofilas *a* e *b* são pigmentos associados à fotossíntese, e de acordo com Streit et al. (2005), geralmente encontram-se na natureza numa proporção de 3:1. Isso pode ter feito com que as mesmas tenham se correlacionado positiva e significativamente entre si (Figura 10). A *Ca* é a mais abundante nos vegetais, e está associada a síntese de compostos orgânicos, sendo utilizada na etapa fotoquímica da fotossíntese, enquanto que a *Cb* é um pigmento acessório que aumenta a faixa de absorção de luz que pode ser usada no processo fotossintético (STREIT et al., 2005). Em janeiro e março as temperaturas mínima e máxima (Figura 2) também estavam dentro do limite adequado para o desenvolvimento da cultura (>15 °C e <35 °C), além de se ter uma boa taxa de radiação e brilho solar (Figura 2).

Os menores índices de clorofila total (CT) obtidos nas lâminas de 0, 25 e 50% em

setembro (Tabela 7) está associado á água disponível, temperatura e ao estresse oxidativo, pois índices de clorofila estão diretamente associados a temperatura e água disponível. Embora se tenha um alto índice de radiação solar, a quantidade de água não era o suficiente para o desenvolvimento da cultura. Então isso faz com que as plantas tenham menor índice de CT. Quando ocorreu o aumento das lâminas de irrigação (75, 100 e 125%) também aumentaram os índices de CT (Figura 9). Temperaturas altas podem aumentar a taxa fotossintética até certo ponto, no entanto, temperaturas excessivas resultam na fotoinibição, o que reduz a síntese de clorofila e, conseqüentemente, a eficiência fotossintética, além de que aumento da respiração resulta no consumo de substrato que poderiam ser utilizados na produção de clorofila (JUMRANI et al., 2024; PARASURAMAN et al., 2024). A disponibilidade de água é essencial para que as plantas mantenham a síntese de clorofila e a taxa fotossintética. Diante de situações, com déficit hídrico, as plantas fecham os seus estômatos para diminuir a perda de água, resultando na redução da entrada de CO₂, o que reduz a eficiência fotossintética. Assim, a redução da água disponível reduz a produção de clorofila (JUMRANI et al., 2024).

O aumento da altura das plantas resultou, conseqüentemente, no aumento da massa seca e produtividade (Figura 12). No geral, a lâmina de 100% foi a que apresentou melhores resultados na altura de plantas (Figura 4), o que reforça a importância da irrigação na produtividade das pastagens. Setembro foi o mês em que houve as maiores temperaturas foliares (Tabela 6), e o aumento das lâminas de irrigação reduziu significativamente a temperatura foliar no mês de setembro (Figura 6), o que é de grande importância, pois como visto, a temperatura foliar correlaciona-se negativamente com a altura e produtividade das plantas (Figura 10).

6 CONCLUSÕES

A irrigação, especialmente na lâmina de 100%, reduz a temperatura foliar de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, o que resulta em plantas mais altas, aumentando, conseqüentemente, a produtividade.

A época de corte tem forte influência na produtividade de *U. brizantha* cv. Marandu, sendo a produtividade reduzida nos meses mais quentes (setembro), ou naqueles em que tem uma queda na temperatura (maio, junho, julho e agosto).

A produtividade de *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi mais alta nos meses de janeiro e março, em que as condições climáticas estavam dentro do limite adequado para o desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

ABREU, I. M. P. G.; BATISTA, K. M.; FARNESE, F. S.; FREIRE, E. S.; CARNEIRO, F. F.; PESSOA, V. M.; SOARES, R. A. S. **Análise de contexto Rio Verde – Go.** Observatório Saúde Campo Floresta e Águas (OBTEIA), p.19, 2014.

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.

ANDRADE, C. L. T.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; BRITO, R. A. L.; RESENDE, M. **Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho.** Circular Técnica 85, Sete Lagoas, MG, Dezembro, 2006.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v.209, p.110-118, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.010>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

BELAUD, G.; MATEOS, L.; ALIOD, R.; BUISSON, M. C.; FACI, E.; GENDRE, S.; GHINASSI, G.; PEREA, R. G.; LEJARS, C.; MARUEJOLS, F.; ZAPATA, N. Irrigation and energy: issues and challenges. **Irrigation and Drainage**, v.69, p.177-185, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/ird.2343>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

BENÍCIO, F. R.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; GONÇALVES, F. M.; BORGES, F. R. M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em Barbalha-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.2, p.55–61, 2009.

BHERING, L. L. R. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p.187-190, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

BOUARFA, S.; KUPER, M. Groundwater in irrigation systems: from menace to mainstay. **Irrigation and Drainage**, v.61, p.1-13, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/ird.1651>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

CARNEIRO, F. F.; PESSOA, V. M.; SOARES, R. A. S. **Análise de contexto Rio Verde – Go.** Observatório Saúde Campo Floresta e Águas (OBTEIA), p.19, 2014.

CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M.; LIMA, S. C. R.; PEREIRA, J. M. G. **Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da goiaba.** Irriga, v.11, n.1, p.36-46, 2006.

CASTRO, P. A. L.; SANTOS, G. O. **Métodos de estimativa de evapotranspiração potencial como ferramenta de gestão ao uso da água**. 2017. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade de Rio Verde - UniRV, Rio Verde, 2017.

CHARTZOULAKIS, K.; BERTAKI, M. Sustainable water management in agriculture under climate change. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v.4, p.88-98, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.011>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

DANTAS, G. D. F.; FARIA, R. T. D.; COSTA, N. R.; SANTOS, G. O.; FERRAUDO, A. S. Morphogenic and structural characteristics of marandu grass affected by fertigation with treated sewage effluent and cutting height. **Engenharia Agrícola**, v.40, p.692-702, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n6p692-702/2020>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

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. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p469-481/2016>.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; RABELO, F. H. S.; SARTO, A. L. Carbon and carbon dioxide accumulation by marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation. **Revista Ceres**, v.63, n.3, p.387-393, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663030016>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

EMBRAPA. *Brachiaria brizantha* cv. MARANDU. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. 1984. 32p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – Embrapa Solos 5. Ed. Brasília, 356 p. 2018.

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.

FONTES, J. G. G.; FAGUNDES, J. L.; BACKES, A. A.; BARBOSA, L. T.; CERQUEIRA, E. S. A.; SILVA, L. M. Acúmulo de massa seca em cultivares de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de desfolhação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1425-14838, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1425>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

GALINARI, G. **Geotecnologia**: Embrapa mapeia degradação das pastagens do Cerrado. São Paulo, 2014.

HERNANDEZ, F. B. T. **Manejo da irrigação**. Departamento de fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, área de hidráulica e irrigação. UNESP – Ilha Solteira.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Dados climáticos da Estação de Rio Verde: **Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia**. 2022.

JUMRANI, K.; BHATIA, V. S.; KATARIA, S.; RASTOGI, A. The interactive effect of high temperature and water deficit stress on nitrogen fixation, photosynthesis, chlorophyll fluorescence, seed yield and quality in soybean (*Glycine max*). **Plant Physiology Reports**, v.29, p.125-140, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-023-00763-3>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

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 níticon a região de Lavras, MG. **Ciência Agrotecnologia**, v.33, p.788-795, 2009.

LORENTZ, J. F.; CALIJURI, M. L.; ASSEMAN, P. P.; ALVES, W. S.; PEREIRA, O. G. Microalgal biomass as a biofertilizer for pasture cultivation: Plant productivity and chemical composition. **Journal of Cleaner Production**, v.276, p.124-130, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124130>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

MANTOVANI, E. C. **AVALIA**: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

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.

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.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; VEJA, A.; QUEIROZ, M. F. S.; KELI, A.; REIS, R. A.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; SOUZA, S. F. The validity of n-alkanes to estimate intake and digestibility in Nellore beef cattle fed a tropical grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). **Livestock science**, v.13, p.184-192, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.07.004>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

NAZARI, B.; LIAGHAT, A.; AKBARI, M. R.; KESHAVARZ, M. Irrigation water management in Iran: Implications for water use efficiency improvement. **Agricultural water management**, v.208, p.7-18, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.06.003>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

OLIVEIRA, F. G.; REIS, M. M.; SANTOS, L. D. T.; SANTOS, M. V. Irrigação de pastagens tropicais: desafios e perspectivas. **Revista Unimontes Científica**, v.19, n.1, p.178-190, 2017.

ONGARATTO, F.; FERNANDES, M. H. M. D. R.; DALLANTONIA, E. E.; LIMA, L. D. O.; VAL, G. A. D.; CARDOSO, A. D. S.; RIGOBELLO, I. L.; CAMPOS, J. A. A.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; MALHEIROS, E. B. Intensive production and management of Marandu palisadegrass (*Urochloa brizantha* ‘marandu’) accelerates leafturnover but does not change herbage mass. **Agronomy**, v.11, n.9, p.1846, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11091846>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

PARASURAMAN, B.; RAJAMANICKAM, V.; RATHINAVELU, S.; GEETHANJALI, S.; ALAGARSWAMY, S. Interactive effect of drought and high temperature on physiological traits of soybean (*Glycine max*). **Plant Physiology Reports**, v.29, p.116- 124, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-023-00767-z>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; BOSI, C.; SENTELHAS, P. C. An integrated agrometeorological model to simulate Marandu palisade grass productivity. **FieldCrops Research**, v.224, p.13-21, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.04.015>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

REIS, M. A. M. **Sistemas de Preparo do Solo Associado á Diferentes Lâminas de Irrigação na Cultura do Milho**. Fortaleza, 2018.

SANTOS, F. G.; CHAVES, M. A.; SILVA, M. W. R.; SOARES, R. D.; FRANCO, I. L.; PINHO, B. D. Índice climático de crescimento para os capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Crnodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tazania e relação coma produção de massa seca. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.627-637, 2008.

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.

v

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril**. Embrapa: Seropédica – RJ, 2008, 28 p (Boletim).

SILVA, P. L.; MELO, M. C.; CAMARGO, D. D.; FERNANDES, M.F.; DRUMOND, L. C. D. Efeito de lâminas de irrigação subsuperficial na extração de nutrientes e produtividade em pastagem. **Irriga, Botucatu**, v.26, n.4, p.732-744, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v26n4p732-744>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUSA, L. F.; MOREIRA, G. R.; LEMOS FILHO, J. P. D.; PACIULLO, D. S. C.; VENDRAMINI, J. M. B.; LUNA, R. E. M.; MAURÍCIO, R. M. Morpho-physiological and anatomical characteristics of *Urochloa brizantha* cv. Marandu in silvopastoral and monoculture systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.45, p.e59494, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.59494>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

SOUZA, D. P.; SANCHES, A. C.; MENDONÇA, F. C.; MAFFEI, R. G.; CATTO, P. J. Características produtivas de três espécies forrageiras irrigadas. **Irriga**, v.1, n.1, p.99-107, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n1p99-107>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, L. W.; HECKTHEUER, L. H. H. The chlorophylls. **Ciência rural**, v.35, p.748-755, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

VALLS, J. F. M.; SENDULSKY, T. **Descrição botânica**. In: VALLS, J. F. M. Carta, 6 de julho de 1984. Brasília, para Saladino G. Nunes. Campo Grande, MS. p.4-6.

ZANETTI, W. A. L.; COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M; Irrigação na Cultura do Milho: Qual Sistema Usar? **8º Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu**. 29 de outubro a 01 novembro de 2019, Botucatu – São Paulo, Brasil.