

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE EM CACHOEIRA DO SUL – RS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

ROBERTO TORRES MACHADO

**PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS E CONFORTO TÉRMICO
AMBIENTAL COM O USO DA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO**

CACHOEIRA DO SUL - RS

2023

ROBERTO TORRES MACHADO

**PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS E CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL COM O
USO DA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul Unidade em Cachoeira do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto E. Knies

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Zanandra B. de Oliveira

CACHOEIRA DO SUL - RS

2023

Catálogo de Publicação na Fonte

M149p Machado, Roberto Torres.

Produção de forrageiras e conforto térmico ambiental com o uso da irrigação por aspersão. / Roberto Torres Machado. – Cachoeira do Sul, 2023.

31 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Co-orientadora: Profª. Dra. Zanandra B. de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bacharelado em Agronomia, Unidade em Cachoeira do Sul, 2023.

1. Ambiência. 2. Época de cultivo. 3. Produção zootécnica. I. Knies, Alberto Eduardo. II. Oliveira, Zanandra B. De. III. Título.

ROBERTO TORRES MACHADO

**PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS E CONFORTO TÉRMICO
AMBIENTAL COM O USO DA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção de título
de Bacharel em Agronomia na Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

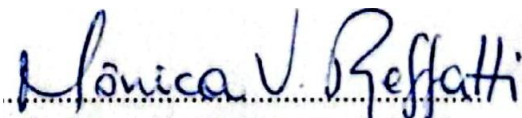
Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Aprovada em: 03 / 07 / 2023

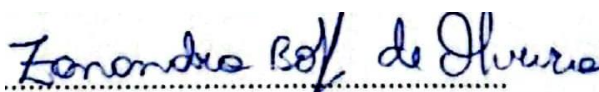
BANCA EXAMINADORA:



Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



Prof^a. Dra. Mônica Vizzotto Reffatti
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



Prof^a. Dra. Zanandra Boff de Oliveira
UFSM Campus Cachoeira do Sul

PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS E CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL COM O USO DA IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO

Estudante: Roberto Torres Machado

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

RESUMO

A pastagem de verão faz parte do contexto de uma pecuária de altaprodutividade no Estado do Rio Grande do Sul, fazendo-se cada vez mais necessário conhecimentos sobre forrageiras para produção de biomassa especialmente em sistemas irrigados, haja vista a irregularidade das chuvas no verão do RS e a importância desta na modificação do microclima que pode aumentar o conforto térmico animal, contribuindo para um ambiente de alta produtividade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o microclima para o conforto térmico animal e a produção de biomassa de capim sudão e milheto com e sem irrigação suplementar. Dois experimentos foram conduzidos à campona Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul Unidade em Cachoeira do Sul, nas safras 2020/21 e 2021/22. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado bifatorial com quatro repetições, sendo, no primeiro ano, o fator A constituído de duas forrageiras (milheto e capim sudão) e, o fator D por dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado). No segundo ano de experimento, o fator A foi constituído de duas épocas de semeadura de milheto (novembro e dezembro) e, o fator D de dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado). A irrigação foi realizada por um sistema de aspersão convencional seguindo o manejo baseado no balanço hídrico. A avaliação da produção de biomassa realizou-se pela coleta da massa verde em um quadro de 0,5 x 0,5m (0,25m²), em altura residual de 0,30m em relação ao solo, altura ideal para retirada dos animais, encontrada na literatura. A análise do conforto térmico foi realizada durante e logo após a irrigação por meio de um termômetro de globo negro e termohigrômetro data logger e a partir das informações coletadas foram calculados os índices de conforto térmico ITU. No primeiro ano de experimento foi necessário a aplicação de 155 mm de irrigação. Sendo que, a irrigação aumentou a produção de massa seca do capim-sudão e do milheto em torno de 6.000 Kg ha⁻¹ a mais que a área de sequeiro. Já no segundo ano, foram aplicados 190 mm na primeira época e 127 mm na segunda época. A produção de milheto foi mais expressiva na primeira época de semeadura, com 7.877 Kg MS ha⁻¹, demonstrando a importância da maximização da radiação solar disponível. A irrigação mitigou o estresse calórico, demonstrando ser uma importante estratégia para o aumento da produção forrageira e melhoria do conforto térmico dos animais no verão na Região Central do RS.

Palavras-chave: ambiência, época de cultivo, produção zootécnica.

FORAGE PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL THERMAL COMFORT WITH THE USE OF SPRINKLER IRRIGATION

Student: Roberto Torres Machado

Advisor: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

ABSTRACT

Summer pasture is part of the context of high productivity livestock in the State of Rio Grande do Sul, making it increasingly necessary to know about forage for biomass production, especially in irrigated systems, given the irregularity of rainfall in the summer of RS and, the importance of this in the modification of the microclimate that can increase animal thermal comfort, contributing to a high productivity environment. This study aimed to evaluate the microclimate for animal thermal comfort and biomass production of Sudan grass and millet with and without supplemental irrigation. Two experiments were conducted in the field at the Agronomic Station of the State University of Rio Grande do Sul Unit in Cachoeira do Sul, in the 2020/21 and 2021/22 harvests. A completely randomized bifactorial design with four replications was used. In the first year, factor A consisted of two forages (millet and Sudan grass) and factor D consisted of two water regimes (irrigated and non-irrigated). In the second year of the experiment, the A factor consisted of two millet sowing times (November and December) and the D factor of two water regimes (irrigated and non-irrigated). Irrigation was carried out by a conventional sprinkler system following management based on water balance. The evaluation of biomass production was carried out by collecting the green mass in a 0.5 x 0.5 m (0.25 m²) frame, at a residual height of 0.30 m in relation to the ground, ideal height for removal of animals found in the literature. The analysis of thermal comfort was performed during and shortly after irrigation using a black globe thermometer and a data logger thermo-hygrometer. In the first year of the experiment, it was necessary to apply 155 mm of irrigation. Irrigation increased dry mass production of sudan grass and millet around 6,000 kg ha⁻¹ more than the rainfed area. In the second year, 190 mm were applied in the first season and 127 mm in the second season. Pearl millet production was more expressive in the first sowing season, with 7,877 kg DM ha⁻¹, demonstrating the importance of maximizing available solar radiation. Irrigation mitigated heat stress, proving to be an important strategy for increasing forage production and improving the thermal comfort of animals in the summer in the Central Region of RS.

Keywords: ambience, zootechnical production, irrigation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 FORRAGEIRAS DE VERÃO NO RS	8
2.2 IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS NO RS.....	9
2.3 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E A IRRIGAÇÃO	10
3 OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GERAL.....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	13
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

No RS a produção de bovinos se fez presente antes mesmo deste ser território brasileiro, sendo a principal atividade econômica até o final do século XIX. Atualmente, o estado possui um rebanho declarado de aproximadamente 9,56 milhões de cabeças, com predominância nas mesorregiões Sudoeste e Noroeste (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020). A produção de leite está presente em 93,6% dos municípios do estado (EMATER, 2019).

Nesse sentido, tem-se a importância do planejamento forrageiro para atender a demanda nutricional destes animais de sobremaneira criados à pasto. O milheto e o sorgo forrageiro são as forrageiras anuais de verão mais cultivadas no Sul do Brasil, de crescimento rápido e elevado valor nutritivo no tecido imaturo. Podem ser semeadas em áreas cultivadas com forrageiras ou cereais de estação fria e são excelentes alternativas para a rotação de culturas para soja e milho. Ocasionalmente, essas espécies podem ser semeadas para a recuperação e renovação de pastagens perenes degradadas.

A semeadura dessas gramíneas de estação quente pode iniciar em setembro, quando a temperatura do solo atinge cerca de 20°C, e estender-se até meados do verão. Semeadura em múltiplas datas, espaçadas de 3 a 6 semanas, melhoram a distribuição estacional de forragem de bom valor nutritivo e minimizam o déficit de forragem na transição verão-inverno, o vazio forrageiro outonal (FONTANELI et al., 2009). Em situação similar, Guimarães Junior et al. (2009), indicam semeadura tardia de milheto para a região do Cerrado, levando em consideração o regime pluviométrico, como segunda safra ou safrinha, seja para acúmulo de palhada, produção de sementes ou grãos ou forrageamento animal.

Entretanto, o potencial do crescimento das pastagens cultivadas no RS pode ser limitado pelas recorrentes estiagens de verão. Segundo Bergamaschi et al. (2004), o déficit hídrico é o maior causador da redução na produção das culturas de primavera-verão no RS, sendo causado pela distribuição irregular das chuvas e elevada demanda evaporativa da atmosfera. Com isso, a irrigação suplementar é uma estratégia que pode contribuir no aumento de produção e na melhoria da qualidade de forragens no verão do RS.

Além disso, a irrigação pode proporcionar melhoria das condições ambientais para o conforto térmico dos animais sob pastejo. Em ambientes tropicais o efeito combinado de alta temperatura e umidade relativa do ar, a elevada incidência de radiação solar e a baixa velocidade do vento, reduzem a eficiência da perda de calor (DIKMEN; HANSEN, 2009) limitando o desenvolvimento, a produção e a reprodução dos animais (AVENDANO et al., 2006; BAËTA;SOUZA, 2010). Conforme Baccari Júnior (2001), quando submetidos a estresse calórico os animais reagem com mudanças fisiológicas e comportamentais, como o aumento do consumo de água, do pastoreio noturno, do tempo de ócio e a diminuição da ruminação e do pastoreio diurno (MEYER et al., 2006; PIRES; CAMPOS, 2008; PARANHOS, 2000), comprometendo a produção e a qualidade de produção (DAS et al., 2016; HIGASHIYAMA et al., 2013; PIRES; CAMPOS, 2004; BILBY et al., 2009).

Assim, a realização de pesquisas que busquem identificar o potencial produtivo de forrageiras cultivadas com utilização da irrigação suplementar, bem como os benefícios que esta técnica pode ocasionar no microclima e no conforto térmico aos animais, mostra-se como uma excelente estratégia para a busca de sistemas mais produtivos, sustentáveis e ambientalmente adequados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FORRAGEIRAS DE VERÃO NO RS

O estudo de plantas forrageiras, no Brasil, é de fundamental importância, pois grande parte da carne e do leite produzidos no país advém de rebanhos mantidos a pasto. As pastagens, comparadas aos concentrados, possuem baixo custo de produção (FERNANDES et al., 2003).

Na produção animal a redução dos custos e a produtividade e qualidade de forragem são requisitos básicos para o sucesso da atividade; então, o emprego de plantas fisiologicamente mais eficientes no aproveitamento de luz, nutrientes e água, é altamente desejável (PENNA et al., 2010).

No país, existem cerca de 180 milhões de hectares de pastagens naturais, nativas e cultivadas, sendo que a pastagem cultivada ocupa por volta de 110 milhões de hectares, justamente por ser a forma mais prática e rentável para a alimentação animal (KIRCHNER et al., 2019). Com isso, o capim Sudão (*Sorghum sudanense L. var.*) é uma excelente cultivar que, segundo a Embrapa, está em alta nos últimos anos no Rio Grande do Sul, tanto para produção de carne quanto para leite. Embora a cultivar seja considerada tolerante ao déficit hídrico, deve-se tomar cuidado com períodos de estiagens prolongadas, pois a falta de água necessária para suprir a demanda da evapotranspiração da cultura (ET_c), poderá comprometer a produção forrageira. O estresse hídrico causa redução na produtividade do sistema agropecuário, de forma proporcional à sua duração e intensidade (RAY et al., 2015; VIVAN et al., 2015). O milho possui alto conteúdo de energia em relação às gramíneas perenes e tem potencial para produzir altos níveis de produção animal (MCCARTOR; ROUQUETTE Jr., 1977).

De acordo com COIMBRA & NAKAGAWA (2006), a época de semeadura e quantidade de cortes exercem influência no número de perfilhos emitidos pela planta, independente do estágio vegetativo em que se encontram as plantas e afetam também a produção de fitomassa e grãos de milho. O ciclo de desenvolvimento das plantas de milho aumentam em função do regime de cortes, quanto maior a quantidade de cortes, maior será o ciclo de milho.

SILVA et al., (2003) observaram que a produção de massa verde do milho varia conforme a época de semeadura. Nas semeaduras mais tardias, normalmente ocorre redução de produção, principalmente pela falta de chuvas. A densidade de semeadura também exerce influência na produção de massa verde.

2.2 IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS NO RS

Atualmente, o uso de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal, vem sendo destaque na intensificação da produção a pasto, a fim de aumentar a produtividade animal. A técnica de irrigação é uma forma de aumentar a capacidade produtiva de biomassa das forrageiras tropicais, e suas respostas estão diretamente relacionadas com fatores climáticos, especialmente temperatura e fotoperíodo (ALENCAR et al., 2009).

A probabilidade de a precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o RS, é inferior a 60%, o que determina uma alta frequência de ocorrência de deficiências hídricas e consequentes quebras de produção das culturas de primavera-verão (PILAU; NATTISTI; DALMAGO, 2019).

Intrínseco a isso, no Rio Grande do Sul, as condições meteorológicas são acentuadamente influenciadas por um fenômeno natural de escala global, que provoca alterações no clima no mundo inteiro, denominado de El Niño/Oscilação Sul (ENOS). No Estado, o fenômeno ENOS provoca, sobretudo, variabilidade na precipitação pluvial em relação à média climatológica, com desvios positivos em anos de El Niño, e negativos nos anos de La Niña (FONTANA; BERLATO, 1997).

Aumentos pontuais de precipitação pluvial (El Niño) normalmente favorecem a cultura. Ao contrário, as estiagens em anos de La Niña provocam perdas produtivas consideráveis (CUNHA et al., 1998; BERLATO; FONTANA, 1999).

O manejo da irrigação é um recurso para racionalizar a aplicação de água às culturas, de maneira complementar às precipitações pluviais, necessitando-se de procedimentos técnicos para determinação do turno de rega e da quantidade de água a ser aplicada (RASSINI, 2001). Com isso, é importante aproveitar o momento oportuno e irrigar nas melhores condições para se ter sucesso na intensificação de produção.

2.3 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO E A IRRIGAÇÃO

A escassez hídrica é um dos fatores mais importantes na limitação da produtividade das plantas em todo o mundo. O suprimento artificial de água via irrigação é um importante instrumento para amenizar os impactos das oscilações climáticas sobre a produção agrícola (AMUDHA; BALASUBRAMANI, 2011). O clima é um dos principais fatores que afetam a produção animal, sendo estratégico o seu conhecimento para o projeto de instalações e de sistemas de arrefecimento e para o manejo dos animais.

A fim de promover um alto e eficiente desempenho produtivo na criação de bovinos, deve-se levar em consideração a interação entre os animais e a oferta de alimento. Pois pesquisas com animais em pasto vêm sendo estudado, no intuito de fornecer dietas concentradas para melhorar o desempenho dos animais e incrementar o valor nutricional da forragem, em épocas de déficit de água (FERREIRA et al., 2015).

Assim, para que os animais possam exprimir todo o seu potencial produtivo, torna-se necessário considerar a interação entre genética, nutrição, sanidade e ambiente térmico. O ambiente térmico, geralmente, engloba os efeitos da radiação solar, temperatura (Tar), umidade relativa (UR) do ar e velocidade do vento (var) (FALCO, 1997; BAETA; SOUZA, 1997). Portanto, o índice de conforto térmico - ITU (THOM, 1959), um dos mais utilizados, pois envolve apenas informações meteorológicas de fácil obtenção.

As condições climáticas, como a temperatura ambiente e umidade relativa do ar são inter-relacionadas e seus efeitos combinados devem ser considerados quando se determina a influência do estresse térmico sobre o desempenho dos animais (PASSINI et al., 2009). Existe grande variação na literatura sobre os valores das temperaturas, que delimitam a faixa de termoneutralidade, pois o conforto térmico também depende da umidade relativa do ar, da adaptação do animal ao ambiente e do seu nível metabólico, que passa pelos níveis nutricionais e de produção (NASCIMENTO et al., 2013). Na produção animal, o conhecimento das variações de temperatura do ar ao longo do dia é de suma importância, pois este é um elemento climático que tem efeito direto sobre os animais, acarretando alterações endócrinas, fisiológicas e comportamentais quando apresenta variações fora da zona de conforto (ROCHA, 2012).

Uma ameaça ao bem-estar animal começa através do estresse, quando é percebida, o organismo reage com suas defesas exprimindo diferentes respostas. A primeira é ocasionada pela alteração comportamental, como a diminuição da ingestão de alimento seguida de reações do sistema nervoso central, que coordena a liberação de hormônios que reagem, na tentativa de restabelecer a homeostase, provocando alterações nos batimentos cardíacos, pressão sanguínea, sudorese, entre outros (FERREIRA et al., 2006; PETERS; SILVEIRA; RODRIGUES, 2007).

A ruminação é o processo de regurgitação, mastigação e deglutição do bolo alimentar. O tempo gasto para a ruminação é concentrado no período da noite, podendo ser influenciado pela natureza da dieta e tende a ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos. Com isso, a forma física da dieta influencia o tempo despendido nos processos de mastigação e ruminação. Em geral, animais adultos ocupam cerca de 8h por dia na realização desta atividade com variações entre 4 e 9 h, divididas entre 15 e 20 períodos (VAN SOEST, 1994). No entanto, existem diferenças entre indivíduos quanto à duração e à repartição das atividades de ingestão e ruminação, que parecem estar relacionadas ao apetite dos animais, a diferenças anatômicas e ao suprimento das exigências energéticas ou enchimento ruminal. Além disso, o tempo destinado à ruminação dependerá da estrutura da pastagem, das condições ambientais e das exigências nutricionais dos animais (ÍTAVO et al., 2008).

As altas temperaturas comprometem diretamente o desempenho animal, de forma que uma estratégia fisiológica dos bovinos durante o estresse térmico é diminuir a produção de calor metabólico reduzindo a ingestão de alimentos (MITLÖHNER et al., 2002), o que acarreta redução do ganho de peso, elevação da idade de abate e do custo de produção. Além disso, o estresse térmico pode influenciar a osmolaridade e o volume sanguíneo de diversos ruminantes (BRASIL et al., 2000; SINGH et al., 2016).

No sistema de produção de gado a pasto, o sombreamento natural é um recurso que contribui para o provimento de bem-estar dos animais (MARTINS, 2001), com isso, a irrigação por aspersão seria outra alternativa para mitigar o estresse de bovinos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar o incremento de produção de massa seca das forrageiras milho e capim sudão submetidos ao regime hídrico irrigado e não irrigado na Região Central do Rio Grande do Sul e o impacto da utilização da irrigação por aspersão no microclima para o conforto térmico de bovinos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estimar o potencial produtivo de biomassa de milho e capim sudão cultivados sem e com irrigação suplementar nos anos agrícolas 2020/21.

Avaliar a interferência de diferentes épocas de semeadura na produção de milho no ano agrícola 2021/22.

Avaliar a influência da irrigação no microclima por meio de indicadores bioclimáticos e estimar a influência destes no conforto térmico de bovinos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho de pesquisa foi conduzido em área experimental da Estação Agronômica da UERGS Unidade em Cachoeira do Sul, no interior do município, na localidade chamada de Três Vendas (29°53' S e 53° 00' W e altitude de 115 metros), aproximadamente 25 quilômetros do centro da cidade, na Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. Segundo a Köppena classificação do clima do local é subtropical com verão quente e média anual de pluviosidade é de 1.416 mm. O solo do experimento foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi realizado em dois anos agrícolas. No primeiro ano, safra 2020/2021, o delineamento experimental foi no esquema fatorial (2 x 2) em quatro repetições. Sendo o fator A constituído de duas espécies de forrageiras: (milheto e capim sudão) e o fator D de dois regimes hídricos: irrigado e não irrigado. A semeadura foi realizada no dia 5 de novembro de 2020, sob sistema de preparo convencional do solo, sendo as sementes distribuídas a lanço com densidade de 33,33 Kg ha⁻¹, em ambas espécies. Após a semeadura, realizou-se uma gradagem com a finalidade de cobrir as sementes e a aplicação manual de 350 Kg ha⁻¹ de adubo na formulação 2-20-30 (N-P₂O₅-K₂O), e, logo após cada corte, realizada a aplicação de adubação de cobertura com 100 kg de ureia ha⁻¹

No segundo ano do experimento, na safra 2021/2022, o experimento foi instalado no delineamento experimental em esquema fatorial (2x2) com 4 repetições. Sendo o fator "A" constituído de duas épocas de semeadura de milheto e, o fator "D" de dois regimes hídricos: irrigado e não irrigado. A semeadura foi realizada no dia 29 de novembro e no dia 30 de dezembro de 2021 com densidade de 33,33 kg ha⁻¹ de sementes. A adubação de base e de cobertura foi realizada conforme a análise de solo e recomendações técnicas para as culturas, com 350 kg de adubo 2-20-30 (N-P₂O₅-K₂O).

A irrigação dos experimentos foi realizada por aspersores convencionais, com taxa de aplicação de 12 mm h⁻¹, a partir do balanço hídrico da cultura sempre que a água disponível no solo foi esgotada a 40% da capacidade total de água disponível (CAD), na camada de 0-40 cm do perfil do solo. A estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c) baseou-se na metodologia proposta por Allen et al. (1998). O

monitoramento da CAD foi realizado por sensores FDR nas camadas de 0-60 cm de profundidade do perfil do solo.

Os cortes das forrageiras foram realizados em intervalos de aproximadamente 21 dias, totalizando 4 cortes na primeira época de semeadura e 3 cortes na segunda época. Utilizou-se uma área fixa delimitada por um quadrado de arame com dimensões de 0,5 x 0,5 m, totalizando 0,25 m² por parcela (6 x 5 m) da qual retirava-se a massa verde e procedia-se a pesagem. Essas amostras foram levadas a estufa (aproximadamente 65°C) até massa constante para a obtenção da massa seca (MS), que foi extrapolada para kg ha⁻¹.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados por meio de *datalogger*(modelo EZTEMP-10 MINIPA) em dias de céu límpido característicos do período, após a irrigação nos dias 10/12/2020 (10:30 h às 12 h) e 17/12/2020 (15:30 às 17:30 h) e, antes (10 às 12 h), durante (12 às 13 h) e após a irrigação (13 às 15 h) no dia 21/01/2021 e, nos dias 12/01/2022 (16:20 h) e 15/01/2022 (11:00 h) antes e após a irrigação. No ano de 2021/22 utilizou-se o termômetro infravermelho para a obtenção da temperatura da superfície da forragem e um termômetro do globo negro para a obtenção da temperatura do globo. Calculou-se o índice de temperatura e umidade (ITU) conforme Buffington et al. (1982): $ITU = 0,8 Tbs + UR (Tbs - 14,3) / 100 + 46,3$; em que Tbs = temperatura de bulbo seco (°C); UR = umidade relativa do ar (%).

Também, realizou-se a análise bioclimática para estimar o conforto térmico para bovinos, sendo os resultados obtidos a partir de dados disponíveis na literatura, conforme tabela 1.

Tabela 1. Valores comuns de temperatura crítica inferior (TCI), zona de temperaturas na zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS) para diferentes origens das raças de bovinos.

Origem das raças de bovinos	TCI	ZCT	TCS
Bovino Europeu	-10	-1 a 16	27
Bovino Indiano	0	10 a 27	35

Fonte: Baêta, Souza (2010).

Os resultados da MS foram submetidos a análise da variância (teste F) e quando significativo a análise complementar pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade de erro.

Das figuras 1 a 9 são apresentados diferentes momentos do manejo dos experimentos.

Figura 1 - Preparação do solo para a sementeira.



Fonte: Autor (2021).

Figura 2 - Sementeira do milho.



Fonte: Autor (2021).

Figura 3 – Início do desenvolvimento do milho.



Fonte: Autor (2021).

Figura 4 - Milheto em altura de corte.



Fonte: Autor (2021).

Figura 5 – Capim sudão após simulação de pastejo.



Fonte: Autor (2022).

Figura 6 – Adubação nitrogenada no capim sudão após simulação de pastejo.



Fonte: Autor (2022).

Figura 7 – Termômetro de Globo Negro.



Fonte: Autor (2021).

Figura 8 – Pesagem de amostra após secagem.



Fonte: Autor (2021).

Figura 9 – Irrigação do milho e capim sudão.

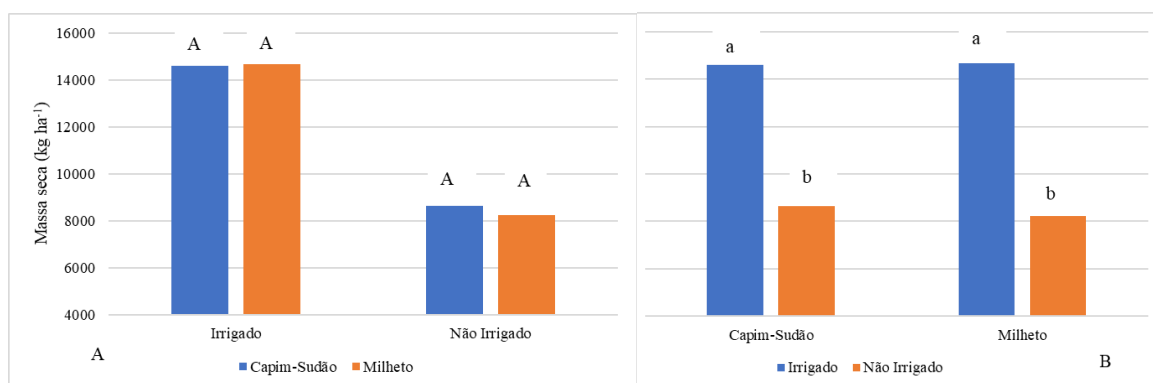


Fonte: Autor (2022).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o ciclo de produção 2020/21 das forragens totalizaram-se 523 mm de chuvas, sendo necessárias 12 irrigações suplementares, totalizando 155 mm, para manter o armazenamento de água no solo em níveis adequados. As irrigações proporcionaram incrementos significativos na produção de MS total, em torno de 6000 kg ha⁻¹ a mais. Não houve interação entre os fatores, sendo similar a produção de MS para o milho e o capim-sudão de 14.631,3 e de 8.439,7 kg ha⁻¹, irrigado e não irrigado, respectivamente (figura 10), com aproximadamente 74% de ganho com a utilização da irrigação.

Figura 10. Produção de MS do capim-sudão e do milho irrigados e não irrigados.



*Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Letras maiúsculas comparam a produção de MS entre as forragens para um mesmo regime hídrico (A) e letras minúsculas comparam a produção de MS entre os regimes hídricos para uma mesma forragem (B). Fonte: Autor (2023).

Tardin et al. (2013) atribuem ao estresse hídrico, ocasionado por períodos de estiagem, a queda de produtividade de forrageiras, sendo que observou-se o mesmo nas forrageiras (milho e capim sudão) do presente estudo. Já, Cunha et al. (2008) salientam que a evapotranspiração nas pastagens geralmente excede a precipitação pluvial efetiva em alguns períodos, demandando por irrigação para garantir altos índices de produtividade e rentabilidade, sendo necessário 12 irrigações, totalizando 155 mm na atual pesquisa.

Segundo Pereira Filho (2016), o milho possui resistência ao déficit hídrico, podendo completar seu ciclo com precipitações inferiores a 300 mm anuais. Porém,

para que as culturas agrícolas alcancem seus potenciais produtivos não pode existir escassez hídrica ou má distribuição das chuvas (VIVAN et al., 2015).

De acordo com Almeida (2016), o capim Sudão é resistente à seca e se desenvolve bem sob irrigação, assim como vimos neste estudo, onde apesar da escassez hídrica, desenvolveu-se bem, porém, sua produtividade aumentou significativamente com a utilização da irrigação.

Antoniél et al. (2016) dizem que o aumento da produção de massa seca em pastagens irrigadas é inquestionável. Para Pimentel et al. (2016), a oferta de água é um fator determinante para o desenvolvimento de espécies forrageiras, tendo em vista que teve uma diferença de 6.000 kg de massa seca do irrigado para o não irrigado.

A irrigação promoveu melhoria no ambiente térmico (tabelas 2 e 3), sobretudo, quando realizada de manhã, com redução de até 5°C na temperatura e de até 6,3 unidades de ITU. Essa melhoria nas condições do ambiente térmico permaneceu após o término da irrigação (tabela 2). Nesse estudo foi identificado até duas horas após a irrigação, a redução média de 3°C na temperatura, a elevação da umidade relativa em torno de 5%, impactando na diminuição do ITU de 84,4 para 81,3, média para esse intervalo de tempo (2 h).

Tabela 2. Resultados das variáveis ambientais obtidas durante as irrigações nos dias 10 e 17 de dezembro de 2020.

Regime hídrico	10/12 (10:30 às 12 h)	17/12 (15:30 às 17:30 h)
	Temperatura do ar (°C)	
Irigado	31,0	39,0
Não irrigado	36,0	43,4
	Umidade relativa do ar (%)	
Irigado	61,9	50,0
Não irrigado	58,7	41,4
	ITU	
Irigado	81,5	89,9
Não irrigado	87,8	93,1

Fonte: Autor (2023).

A temperatura do ar é superior a 30°C em todas as situações analisadas, com valores extremos de até 43,4°C (sem a utilização da irrigação, durante o turno da tarde). Nota-se que a irrigação no dia 10/12 contribui para que a temperatura do ar fique abaixo da TCS para bovinos indianos (tabela 1), enquanto que, no dia 17/12 mesmo com a irrigação fica bastante superior ao limite de temperatura trazido na tabela 1. De acordo com Broucek et al. (2009), a temperatura máxima crítica para

vacas leiteiras é entre 24-27 °C. Assim, é importante avaliar outras estratégias para o acondicionamento térmico associadas a esta, como sombreamento natural ou artificial, por exemplo.

Tabela 3. Resultados das variáveis ambientais obtidas antes, durante e após a irrigação no dia 21 de janeiro de 2021 às 10:20.

Variáveis ambientais e de conforto	Intervalo de tempo em relação a irrigação		
	Antes	Durante Irrigado	Após
Temperatura (°C)	30,3	30,5	32,3
Umidade relativa (%)	57,1	57,8	54,5
ITU	79,7	80,1	81,3
	Não irrigado		
Temperatura (°C)	30,2	33,2	35,5
Umidade relativa (%)	55,3	53,0	49,6
ITU	79,5	82,9	84,4

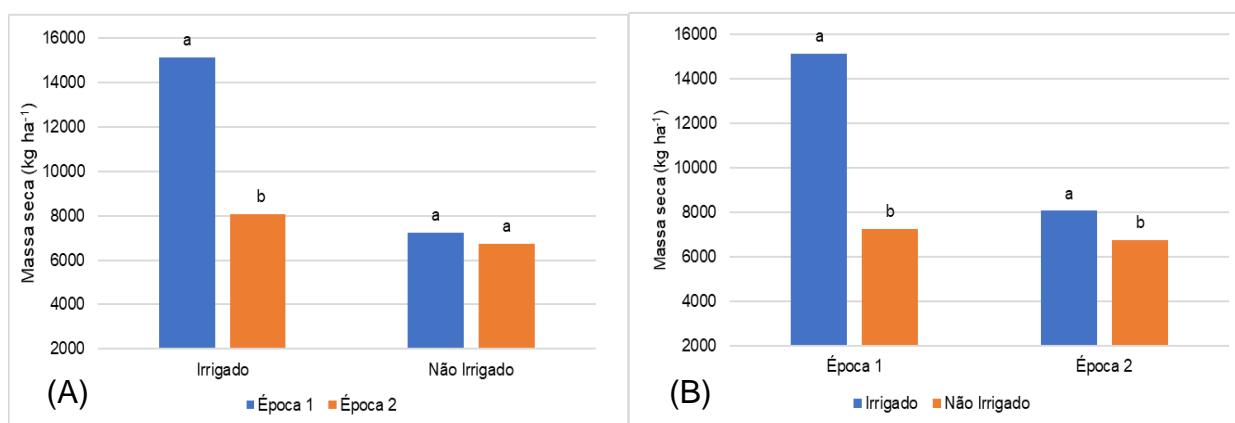
Fonte: Autor (2023).

Os valores de ITU obtidos nesse estudo, também, são indicativos de estresse calórico para vacas leiteiras (SILVA JUNIOR, 2001) e bovinos de corte (BAËTA e SOUZA, 2010). Sendo que, para a situação de sequeiro, o índice foi indicativo de estado de emergência nos três dias avaliados (ITU > 82). Já, com a utilização da irrigação, mesmo o ITU não ficando na faixa ideal para conforto térmico dos animais, cai para uma faixa mais branda (ITU < 82), indicativa de redução na produção de leite. Herbut e Angrecka (2012), avaliando o ITU em sistema FreeStall na Polônia, verificaram a diminuição de até 0,36 kg de leite por unidade de ITU (para ITU > 72) para grupos de animais mais produtivos e de 0,18 kg de leite por unidade de ITU para grupos de animais menos produtivos.

Durante o ciclo de produção 2021/22 para a primeira época de semeadura as chuvas acumuladas foram de 394 mm durante o ciclo, sendo necessários 190 mm de suplementação hídrica via irrigação para manter o armazenamento de água no solo em níveis adequados. Enquanto, para a segunda época, as chuvas acumuladas somaram 377 mm ao longo do ciclo, havendo uma redução da necessidade de irrigação suplementar para 127 mm. De tal forma que os incrementos positivos na produção de MS aconteceram, de sobremaneira, para a primeira época de semeadura, com um aumento de produção de 7.877,00 kg ha⁻¹ a mais de forragem com o uso da irrigação (figura 11), ou seja, um incremento de 54%.

A partir dos resultados apresentados na figura 11, pode-se recomendar que em áreas irrigadas, seja posicionada uma sementeira mais no cedo (época 1) para potencializar a produção da forragem com a maximização da radiação solar disponível. Pois, a radiação solar começa a decrescer a partir de janeiro, sendo uma característica climática do local do estudo (Latitude -30°S).

Figura 11. Produção de MS de milho irrigado e não irrigado.



**Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. (A) Médias seguidas por letras iguais comparam a produção de MS entre as épocas para um mesmo regime hídrico, e (B) Médias seguidas por letras iguais comparam a produção de MS entre os regimes hídricos para uma mesma época. Fonte: Autor (2023).

Tabela 3. Indicadores de conforto térmico estimados em 2 dias de irrigação.

Dia 12 de janeiro de 2022 às 13:10.				
Variáveis	Logo após		Entre 30 e 40 min após	
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado
TAR (°C)	38,7	43,7	41,4	41,7
UR (%)	44,1	17,7	22,3	19,5
TGN (°C)	47,5	48,5	44,8	45,6
TS(°C)	25,3	37,1	26,5	30,2
ITU	86,5	88,00	85,0	85,5
Dia 15 de janeiro de 2022 às 15:20.				
Variáveis	Logo após		Entre 30 e 40 min após	
	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado
TAR (°C)	35,6	38,4	36,5	38,6
UR (%)	51,0	47,3	58,8	52,6
TGN (°C)	39,3	42,0	38,9	39,7
TS(°C)	28,7	39,4	28,9	42,0
ITU	85,6	88,4	88,6	90,0

Em que: TAR: temperatura do ar, UR: umidade relativa, TGN: temperatura do globo negro; TS: temperatura da superfície da forragem, ITU: índice de temperatura e umidade. Fonte: Autor (2023).

Os indicadores de conforto térmico (tabela 3) demonstram uma melhoria em todos os parâmetros analisados com o uso da irrigação e a permanência deste ambiente térmico mais adequado ao conforto térmico dos animais após a irrigação ter sido encerrada. Ainda assim, os valores de temperatura são superiores aos demonstrados na tabela 1.

Observa-se, também, elevados valores de TGn indicativo que considera as trocas convectivas e a absorção direta da radiação solar. Há uma melhoria na temperatura da superfície da pastagem que pode favorecer que os animais façam a aquisição da mesma. Contudo, é demonstrado que para dias com temperaturas elevadas e em horários de temperatura alta, a irrigação por si só não acondiciona o ambiente às condições adequadas animais, necessitando a associação de outras estratégias ou impedido o pastejo dos animais nestes horários do dia. Ademais, cabe salientar a importância da adequação da taxa de aplicação do sistema de irrigação e carga animal por área durante ou após a irrigação para que não ocorra a compactação do solo por meio desta prática sugerida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação suplementar foi necessária para manter o armazenamento de água no solo em níveis adequados para ambas as épocas de semeadura, visto que as chuvas acumuladas foram insuficientes para suprir as necessidades hídricas das plantas de milho. No primeiro ano de experimento, nos anos 2020/21 foi necessário a aplicação de 155 mm de irrigação. Já no segundo ano 2021/22, foram aplicados 190 mm na primeira época e 127 mm na segunda época.

No ano agrícola 2020/21 a irrigação aumentou a produção de massa seca do capim-sudão e do milho em torno de 6.000 Kg ha⁻¹ a mais que a área de sequeiro.

Os incrementos positivos na produção de milho foram mais expressivos para a primeira época de semeadura, que foi realizada no dia 29 de novembro de 2021, com 7.877 ha⁻¹, demonstrando a importância da maximização da radiação solar disponível. Dessa forma, pode-se recomendar que, em áreas irrigadas, a semeadura seja posicionada mais cedo para potencializar a produção da forragem.

A irrigação mitigou o estresse calórico durante e após o término da irrigação com redução em todos os indicadores de conforto térmico avaliados (ITU, TGn, Tar), demonstrando ser uma importante estratégia para o aumento da produção forrageira e do conforto térmico dos animais no verão na Região Central do RS.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Carlos Augusto. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo: **R. Bras. Zootec.** v.38, 2009.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. **Roma: FAO**, 1998, 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, O. J. I. Gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical. Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP, 2016.
- AMUDHA, J.; BALASUBRAMANI, G. Recent molecular advances to combat antibiotic stress tolerance in crop plants. **Biotechnology and Molecular Biology Reviews, Washington**, v. 6, n. 2, p. 31-58, 2011.
- ANTONIEL, L. S.; PRADO, G. do; ROCCA, T.; BOMBARDELLI, W. W. A.; BELTRAME, G. A.; BUENO, J. I. Irrigação no teor de proteína bruta de duas espécies de pastagens. Irriga. Botucatu, **ed.especial, Grandes Culturas**, V.1, n.1 p.248-259, 2016.
- AVENDANO, R. L.; ALVAREZ, V. F. D.; CORREA, C. A.; SAUCEDO, Q. J. S.; ROBINSON, P. H.; FADEL, J. G. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. **Livestock Production Science**, v.105, p.198-206, 2006.
- BAÊTA, F.da C.; SOUZA, C. de F. Ambiência em edificações rurais: conforto térmico animal. **Viçosa - MG: Editora UFV**, p. 246, 1997.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Editora UEL. Londrina. 2001. 142p.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004.
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.119-125, 1999.
- BRASIL, L.H.A. et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e resposta termorreguladoras de abomasas da ovelha Alpina. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, p.1632-1641, 2000.
- BROUČEK, J. et al. Effect of high temperature on milk production of cows from free-stall housing with natural ventilation. **Slovak Journal of Animal Science**, v.42, p. 167-173, 2009.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shed management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, p. 16 (PAPER 82-4061), 1982.
- COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura e regimes de corte na produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n,1, p.89-100, 2006.

CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; DALMAGO, G.A.; PASINATO, A. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.1, p.111-119, 1998.

CUNHA, F. F. D. et al. Produtividade de capim-tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Scientiarum. Agronomy (Impresso)**, v. 30, p. 103-108, 2008.

DAS, R.; SAILO, L.; VERMA, N.; BHARTI, P.; SAIKIA, J.; IMTIWATI; KUMAR, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary World**, v. 9, n. 3, p. 260–268, 2016.

DA SILVA José A. G. Variabilidade genética na busca de eficiência à produção de sementes e biomassa de capim Sudão **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** v.18 n.1, 2014.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? **Journal of Dairy Science**, v.92, p.109-116, 2009.

FALCO, J. E. **Bioclimatologia animal**. Lavras: UFLA, p 57, 1997.

FERNANDES, A. M. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp. L.*) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

FERREIRA, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, p. 732-738, 2006.

FERREIRA, S. F. et al. Desempenho e metabolismo ruminal em bovinos de corte em sistema de pastejo no período seco do ano recebendo virginiamicina na dieta. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 2067-2078, 2015.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.127-132, 1997.

FONTANELI, R.S. et al. Yield, yield distribution, and nutritive value of intensively managed warm-season annual grasses. **Agron J**, v.93, n.6, p.1257-1262, 2009.

GUIMARÃES Jr. et al. Utilização do milho para a produção de silagem. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2009.

HERBUT, P.; ANGRECKA, S. Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn. **Animal Science Papers and Reports**, v. 30 n. 4, p. 363-372, 2012.

ÍTAVO, L.C.V. et al. Consumo, desempenho e parâmetros econômicos de novilhos Nelore e F1 Brangus-Nelore terminados em pastagens, suplementados com mistura mineral e sal nitrogenado com uréia e amiréia. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.419-427, 2008.

KIRCHNER, J. H. et al. Funções de produção e eficiência no uso da água em sorgo forrageiro irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife**, v. 14, n. 2, p. 1-9, 2019.

- MARTINS, J.L. Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condições de pastagem 2001. 99 f. **Dissertação (Mestrado em Água e Solo)** - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- McCARTOR, M.M.; ROUQUETTE Jr., F.M. Grazing pressures and animal performance from pearl millet. **Agronomy Journal**, v.69, n.6, p.983-987, 1977.
- MEYER U, STAHL W, FLACHOWSKY G. Investigations on the water intake of growing bulls. **Livestock Production Science**, v.103, 2006.
- MITLÖHNER, F.M.; GALYEAN, M.L; MCGLONE, J.J. Shade effect on performance, carcass traits, physiology, and behaviour of heat-stressed feedlot heifers. **Journal Animal Science**, v.80, p.2043-2050, 2002.
- NASCIMENTO, G. V. D et al. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 28-36, 2013.
- OLIVEIRA, P.T.L.; TURCO, S.H.N.; VOLTOLINI, T.V.; ARAUJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R.; MENEZES, D.R. Resposta fisiológica de ovinos em pasto irrigado de Capim-Tifton 85 submetidos a diferentes suplementações. **45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008, Lavras/MG**, UFLA, 2008.
- ORTH, R. et al. Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, 2012.
- PASSINI, R. et al. Estresse térmico sobre a seleção da dieta por bovinos. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringa, v. 31, n. 3, p. 303-309, 2009.
- PEREIRA FILHO, I. A. Cultivo do Milheto. **5. Ed. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo**, Abr. 2016. PENNA, A. G. et al. Produção de seis híbridos de sorgo com capim-sudão avaliados em três cortes e em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, p.93-105, 2010.
- PETERS, M.D.P; SILVEIRA, I.D.B; RODRIGUES, C.M. Interação humano e bovino de leite. **Archives de Zootecnia**, Córdoba, v.55, p. 9-23, 2007.
- PILAU, F.G; NATTISTI, R.; DALMAGO, G.A. Requerimento de irrigação suplementar e eficiência climática para a cultura da soja no Rio Grande do Sul. 2019.
- PIMENTEL, R. M.; BAYÃO, G. F. V.; LELIS, D. L.; CARDOSO, A. J. da S.; SALDARRIAGA, F.V.; MELO, C. C. V.; SOUZA, F. B. M. de; PIMENTE, A. C. de S.; FONSECA, D. M. da; SANTOS, M. E. R. Ecofisiologia de plantas forrageiras. **PUBVET**. v. 10, n. 9, p. 666-679, Set., 2016.
- RASSINI, J.B., LEME, E.J.A. Water management for establishment of alfalfa (Medicago sativa L.). In: **INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19th, 2001, São Paulo, São Pedro, SP. Proceedings... São Pedro: SBZ (Brazilian Society of Animal Husbandry), p.260-261, 2001.
- RAY, D. K.; GERBER, L. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, Londres, n. 6, v. 5989, p. 1-9, 2015.
- ROCHA, D. R. et al. Índices de tolerância ao calor de vacas leiteiras no período chuvoso e seco no Ceará. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 335-343, 2012.

SILVA, G.F. et al. Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milheto (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. **Biosci. J.**, Uberlândia, v.19, n.3, p.31-34, 2003.

SILVA JÚNIOR, J. L. C. Zoneamento da região sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade, para o gado leiteiro. Universidade Federal de Viçosa. **Tese. Programa de Pós – Graduação Meteorologia Agrícola.** p. 73, 2001. SINGH, K.M. et al. Evaluation of Indian sheep breeds of arid zone under heat stress condition. **Small Ruminant Res.**, v.141, p.113-117, 2016.

TARDIN, F. D.; ALMEIDA FILHO, J. E. de; OLIVEIRA, C. M. de; LEITE, C. E. do P.; MENEZES, C. B. de; MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E. Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, V.12, n.2, p.102-117, 2013.

THOM, E.C. The discomfort index Weatherwise. v. 60, p. 12-57, 1959.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIVAN, G. A. et al. Rendimento e rentabilidade das culturas da soja, milho e feijão cultivados sob condições de sequeiro. **Semina: Ciências Agrárias. Londrina**, v. 36, n. 5, p.2943-2950, set./out., 2015.