

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Wellington Mezzomo**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA SOB O  
CRESCIMENTO DO CAPIM SUDÃO (*Sorghum sudanense* (Piper)  
Stapf)**

Santa Maria, RS  
2017



**Wellington Mezzomo**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA SOB O CRESCIMENTO DO  
CAPIM SUDÃO (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola.**

Orientadora: Prof. Dra. Marcia Xavier Peiter

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Mezzomo, Wellington  
INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA SOB O  
CRESCIMENTO DO CAPIM SUDÃO (Sorghum sudanense (Piper)  
Stapf) / Wellington Mezzomo.- 2017.  
124 p.; 30 cm

Orientadora: Marcia Xavier Peiter  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2017

1. Pastagens Cultivadas 2. Alimentação Animal 3.  
Irrigação por Aspersão I. Peiter, Marcia Xavier II. Título.

---

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Wellington Mezzomo. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: wmezzomo@hotmail.com

Wellington Mezzomo

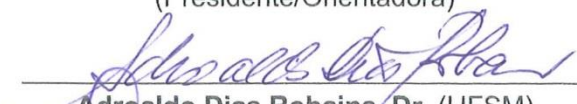
**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA SOB O CRESCIMENTO DO  
CAPIM SUDÃO (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração Engenharia de Água e solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

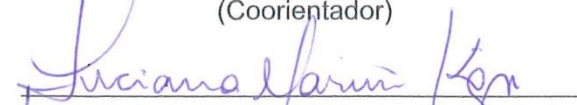
**Aprovado em 13 de fevereiro de 2017:**



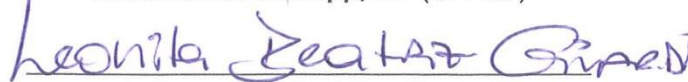
**Marcia Xavier Peiter, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)



**Adroaldo Dias Robaina, Dr. (UFSM)**  
(Coorientador)



**Luciana Marini Köpp, Dr<sup>a</sup> (UFPEL)**



**Leonita Beatriz Girardi, Dr<sup>a</sup> (URI)**

Santa Maria, RS  
2017



## RESUMO

### INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA SOB O CRESCIMENTO DO CAPIM SUDÃO (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)

AUTOR: WELLINGTON MEZZOMO

ORIENTADORA: MARCIA XAVIER PEITER

O fornecimento adequado de pastagens com qualidade durante o ano todo é fundamental para o desenvolvimento animal. Porém, durante o período de primavera-verão a quantidade e a qualidade das pastagens naturais diminuem, ocasionadas pela falta de chuvas ou pela distribuição irregular destas, diante disso, o uso da irrigação torna-se fundamental para maximizar a produção e fornecer alimento de qualidade aos animais. A cultura do capim sudão vem sendo cada vez mais utilizada no Rio Grande do Sul, devido a características que adaptam-se as condições regionais, como, tolerância a seca, baixa fertilidade, alta produção de massa seca e alto teor nutricional. Porém quando irrigado apresenta resultados significativos, entretanto, por se tratar de um cultivar novo, existem poucas pesquisas demonstrando o comportamento da cultura quando irrigada, visto que a BRS ESTRIBO é a primeira cultivar certificada da cultura, e ainda não foi explorado todo seu potencial produtivo. Desta maneira, o objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento e produção de massa seca do capim sudão desta cultivar, quando irrigado sob diferentes lâminas de irrigação, sendo elas 0, 60, 80, 100, 120 e 140% da Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) em um delineamento em blocos ao acaso. Almejando determinar a lâmina adequada para atingir o ponto de máxima eficiência do uso da água, por meio da produção de massa seca nas condições edafoclimáticas de Santiago-RS, sendo realizados quatro cortes de uniformização aos 50, 80, 110 e 140 dias após a semeadura (DAS). As avaliações realizadas foram: altura de plantas, altura de colmos, diâmetro de colmos, índice de área foliar, número de colmos por metro quadrado, relação folha/colmo, massa seca, massa seca total e eficiência do uso da água. Todos os tratamentos, com as diferentes lâminas de irrigação testadas, apresentaram influência nos parâmetros avaliados, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ET<sub>o</sub>, onde foram observadas as maiores médias, alternando em algumas épocas e/ou variáveis com a lâmina de irrigação com 100% da ET<sub>o</sub>. Já as menores médias observadas, para todos os parâmetros avaliados, foram no tratamento sem irrigação. Portanto, a utilização da irrigação por aspersão convencional para a cultura do capim sudão é uma opção viável para aumentar a produção, apresentando-se desta forma como uma alternativa para aumentar o fornecimento de forragem e reduzir os períodos de carência alimentar nesta época de escassez forrageira.

**Palavras-chave:** Pastagens Cultivadas. Alimentação Animal. Irrigação por Aspersão.





## ABSTRACT

### INFLUENCE OF DIFFERENT MANagements OF WATER UNDER THE GROWTH OF SUDAN GRASS (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)

AUTHOR: WELLINGTON MEZZOMO

ADVISER: MARCIA XAVIER PEITER

The adequate supply of year-round quality pastures is essential for animal development. However, during the spring-summer period the quantity and quality of the natural pastures diminish, due to the lack of rain or the irregular distribution of these, the use of irrigation becomes fundamental to maximize production and provide quality food Animals. Sudan grass culture has been increasingly used in Rio Grande do Sul due to characteristics that adapt to regional conditions such as drought tolerance, low fertility, high dry mass production and high nutritional content. However, when irrigated presents significant results, however, because it is a new cultivar, there is little research showing the behavior of the crop when irrigated, since BRS ESTRIBO is the first certified cultivar of the crop, and its productive potential has not yet been exploited . Thus, the objective of the present study was to evaluate the growth and dry matter production of the BRS ESTRIBO cultivar, when irrigated under different irrigation slides, being 0, 60, 80, 100, 120 and 140% of the Evapotranspiration of (ET<sub>o</sub>) in a randomized block design. Aiming to determine the appropriate blade to reach the point of maximum efficiency of water use, through the production of dry mass under the soil and climatic conditions of Santiago-RS, four uniformity cuts were performed at 50, 80, 110 and 140 days after sowing (DAS). The evaluations were: plant height, stem height, stalk diameter, leaf area index, number of stalks per square meter, leaf / stem ratio, dry mass, total dry mass and water use efficiency. All treatments, with the different irrigation depths tested, showed influence on the evaluated parameters, being the treatment with the irrigation blade with 140% of the ET<sub>o</sub>, where the highest averages were observed, alternating in some seasons and / or variables with the blade Of irrigation with 100% of ET<sub>o</sub>. However, the lowest averages observed for all evaluated parameters were in the treatment without irrigation. Therefore, the use of conventional sprinkler irrigation for the sudan grass crop is a viable option to increase production, presenting as an alternative to increase the supply of forage and reduce the periods of food shortage in this season of forage shortage .

**Key words:** Cultivated pastures. Animal Feed. Sprinkler irrigation.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Médias semanais da umidade relativa, temperatura máxima e temperatura mínima observadas durante o decorrer do experimento. ....	28
Figura 2 - Amostras para a caracterização física do solo. ....	29
Figura 3 - Croqui da distribuição das parcelas e do sistema de irrigação na área experimental. ....	32
Figura 4 - Diagrama utilizado para a classificação textural do solo. ....	33
Figura 5 - Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). ....	34
Figura 6 - Semeadura da área experimental. ....	35
Figura 7 - Determinação da área foliar através do programa computacional imageJ. ....	37
Figura 8 - Determinação do diâmetro de colmos com paquímetro digital. ....	38
Figura 9 - Determinação da altura de colmo. ....	38
Figura 10 - Quantificação da altura de plantas. ....	39
Figura 11 - Coleta de matéria seca (MS) na cultura do capim sudão. ....	40
Figura 12 - Separação das frações de folhas e de colmos. ....	41
Figura 13 - Valores semanais de precipitação pluvial total e efetiva (mm), para o período de condução do experimento (18 de novembro de 2014 até 6 de abril de 2015) na região de Santiago, RS. ....	44
Figura 14 - Altura média de plantas (cm) para as diferentes lâminas de irrigação testadas, em suas respectivas épocas de avaliação. ....	47
Figura 15 - Altura média de inserção da última folha para as diferentes lâminas de irrigação aplicadas, nas diferentes épocas de avaliação. ....	51
Figura 16 - Representação gráfica do número médio de colmos por metro quadrado nas respectivas épocas de avaliação em relação as lâminas de irrigação testadas. ....	55
Figura 17 - Representação gráfica do diâmetro médio de colmos, observado nas diferentes épocas de avaliação, sob as diferentes lâminas de irrigação testadas. ....	58
Figura 18 - Representação gráfica do índice de área foliar sob diferentes lâminas de irrigação, em todas as épocas de avaliação da cultura. ....	62
Figura 19 - Produção de massa seca nas diferentes épocas de avaliação sob diferentes lâminas de irrigação. ....	69
Figura 20 - Produção total de massa seca ao longo dos cortes sob diferentes lâminas de irrigação. ....	72
Figura 21 - Eficiência do uso da água para cultura do capim sudão, em relação ao somatório total de água aplicado, entre a precipitação efetiva e as diferentes lâminas de irrigação. ....	74
Figura 22 - Eficiência do uso da água da irrigação para os diferentes tratamentos testados. ....	76



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas do solo, Latossolo Vermelho distrófico típico, unidade de mapeamento Cruz Alta, valores médios de três repetições.	29
Tabela 2 - Resultados da análise para umidade volumétrica, nas diferentes camadas do solo, em função do potencial matricial de água no solo. Valores médios para três repetições. ....	30
Tabela 3 - Macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo. ....	30
Tabela 4 - Características químicas do solo Latossolo Vermelho distrófico típico, unidade de mapeamento Cruz Alta. ....	31
Tabela 5 - Precipitação efetiva, evapotranspiração de referência, e as lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento. ....	45
Tabela 6 - Relação folha/colmo nas diferentes épocas de avaliação, e sob diferentes tratamentos de irrigação. ....	65



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
2.1	A CULTURA DO CAPIM SUDÃO ( <i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf) .....	17
2.2	MANEJO DA IRRIGAÇÃO .....	19
2.3	IRRIGAÇÃO EM PASTAGENS .....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	27
3.2	DADOS METEOROLÓGICOS .....	31
3.3	MANEJO DA IRRIGAÇÃO .....	31
3.4	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	33
3.5	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	36
3.6	VARIÁVEIS ANALISADAS .....	36
3.6.1	Índice de área foliar .....	36
3.6.2	Número de colmos por metro quadrado .....	37
3.6.3	Diâmetro e altura de colmos .....	37
3.6.4	Altura de plantas .....	39
3.6.5	Produção de massa seca .....	39
3.6.6	Relação folha/colmo .....	40
3.6.6	Eficiência do uso da água .....	41
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	41
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>43</b>
4.1	PRECIPITAÇÃO E IRRIGAÇÃO .....	43
4.2	VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO .....	46
4.2.1	Altura de plantas .....	46
4.2.2	Altura de inserção da última folha .....	50
4.2.3	Número de plantas por metro quadrado .....	54
4.2.4	Diâmetro de colmos .....	57
4.2.5	Índice de área foliar .....	60
4.2.6	Relação folha/colmo .....	64
4.2.7	Produção de massa seca .....	67
4.3	EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA .....	74
4.4	EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DA IRRIGAÇÃO .....	75
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>79</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>89</b>





## 1 INTRODUÇÃO

As forragens cultivadas podem ser utilizadas como opção para minimizar a carência alimentar dos animais em pastejo, em épocas que o campo nativo apresenta menor produção de massa verde e torna-se menos nutritivo devido às mudanças climáticas. O campo nativo tem sido o maior responsável pela alimentação bovina durante a época de primavera-verão no Rio Grande do Sul, porém, a qualidade forrageira é muita baixa (Alves Filho, 1995), retardando o período de abate, devido à demanda insuficiente de nutrientes para o desenvolvimento satisfatório do rebanho.

As pastagens cultivadas representam a melhor alternativa para suprir a deficiência de nutrientes e fornecer forragem de qualidade aos animais, aumentando o ganho de peso diário e melhorando a eficiência do sistema produtivo. Sendo assim, para manter a qualidade das pastagens em períodos com precipitação irregular, a irrigação suplementar é uma alternativa que pode ser utilizada para assegurar a alimentação de qualidade durante o ano todo.

A base da sustentação pecuária no Brasil tem sido as pastagens, pois é a forma economicamente mais viável e prática para alimentação dos bovinos. Embora, os resultados econômicos obtidos pela maioria dos produtores rurais ainda estejam aquém da produção potencial esperada. Portanto, visando aumentar os ganhos em produtividade e tornar a atividade pecuária, mais competitiva e rentável, é que recomenda-se a irrigação das pastagens.

A escolha do método de irrigação envolve vários fatores, como topografia local, disponibilidade de água e energia, preço do produto, cultura implantada, clima, custos da irrigação para condições específicas de cada propriedade, entre outros.

No cenário atual, o uso da água deve ser manejado cuidadosamente, visando à sustentabilidade da irrigação e a maior produtividade agrícola. Estudos mostram, que estas condições são alcançadas quando a irrigação é adequada para cada local específico, levando em consideração todos os fatores envolvidos na escolha do sistema de irrigação e no manejo do mesmo.

A cultura do capim sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) é uma ótima alternativa de cultivo, pela sua adaptação ao clima do Rio Grande do Sul e pelo elevado potencial forrageiro durante o período que ocorre carência de pastagens de qualidade. A cultivar BRS ESTRIBO foi lançada em 2013, com o intuito de melhorar a qualidade das pastagens e suprir a carência de sementes certificadas para a cultura,

a qual proporciona várias vantagens em relação a cultivar comum, como, maior produção de massa seca, maior taxa de rebrote, resistência ao déficit hídrico e a fertilidade do solo, entre outros. A padronização da qualidade das sementes é um ponto chave para a difusão da cultura no estado, a qual vem apresentando um aumento significativo na área cultivada a cada ano desde o lançamento da cultivar.

O principal fator que afeta o desenvolvimento, rendimento e acúmulo de matéria seca das pastagens de verão é a irregularidade na distribuição das chuvas ou a escassez desta, afetando a expressão genética potencial da cultura, principalmente quando a falta de água ocorre em estágios fisiológicos sensíveis à produção de massa seca. Sendo assim, a irrigação suplementar apresenta-se como a melhor alternativa para suprir o déficit hídrico e favorecer o incremento de massa seca.

Nas pastagens cultivadas de primavera-verão, onde está sendo utilizada a irrigação, a engorda e o abate dos animais é mais precoce, devido à disponibilidade de pastagens de qualidade, se tornando uma ferramenta de grande importância para a pecuária, melhorando a qualidade da carne e aumentando a lucratividade da atividade.

No estado do Rio Grande do Sul, pode-se destacar a região de Santiago, RS como uma região tradicionalmente produtora de carne bovina. Nesta região, o incremento da disponibilidade de forrageiras de boa qualidade é uma necessidade de longa data, uma vez que as exigências do mercado consumidor tornam-se cada vez maiores, principalmente em relação à idade do animal no momento do abate.

Na literatura disponível são escassas as informações relativas ao manejo e resposta do capim Sudão irrigado. Considerando esta carência, o objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento e produção de massa seca do capim sudão, quando irrigado com diferentes lâminas de irrigação e sob quatro cortes de uniformização, e determinar o ponto de máxima eficiência do uso da água.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo a revisão dos principais temas que embasaram este trabalho. Desta forma, serão descritos os aspectos gerais sobre a cultura do capim sudão, manejo da irrigação e a irrigação em pastagens, possibilitando melhor entendimento sobre as práticas de manejo, bem como informações relevantes sobre o que vêm ocorrendo com a cultura e a irrigação no país.

### 2.1 A CULTURA DO CAPIM SUDÃO (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf).

O capim Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) é originário do sul do Egito e Sudão, sendo introduzido aos EUA em 1909, e, posteriormente, para América do Sul. É uma cultura de ciclo anual, pode atingir até 3 metros de altura, diâmetro de colmos entre 3-9 mm, colmos eretos, numerosos e estriados. Com folhas longas e largas, glabras, e nervura central com coloração esbranquiçada na parte superior da folha, lígula curta, inteira e branquicenta (ARAÚJO, 1972; BOGDAN, 1977). É bem adaptado ao clima quente e temperado, apresentando limitações em regiões úmidas, visto que a cultura é exigente em temperatura, tanto do solo quanto do ar, embora responda muito bem a irrigação (BOGDAN, 1977). Tem boa resistência à seca, produzindo forragem de qualidade quando a maioria das pastagens tem seu crescimento paralisado. Sendo assim, o capim sudão é uma alternativa viável para suprir a carência alimentar animal, principalmente em regiões onde ocorrem períodos de estiagens frequentes (RODRIGUES, 2000). Sua principal utilização é como pastagem, feno e/ou silagem em cultivos de primavera verão, e possui elevado valor nutritivo (BALL et al., 2007).

Tendo em vista a crescente demanda por forragem para a alimentação animal, o capim sudão vem ganhando espaço em todo território brasileiro, principalmente na região sul, por apresentar tolerância a seca, ao déficit hídrico, facilidade de cultivo, rápido crescimento, perfilhamento e rebrota, ampla época de cultivo, que se estende de setembro à janeiro, além de possuir adequado valor nutritivo (JUFFO et al., 2012).

A cultura do capim sudão como citado anteriormente, apresenta resistência ao déficit hídrico, fato atribuído as características fisiológicas da cultura, e, também, aos cruzamentos com espécies de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) que foram amplamente difundidos e utilizados no Brasil e EUA, com o objetivo de gerar híbridos

mais resistente ao déficit e aumentar a produção de matéria seca.ha<sup>-1</sup> (DOW AGROSCIENCES, 2002; GONTIJO et al., 2008).

A disponibilidade de nitrogênio é um dos fatores que controlam os processos de crescimento e desenvolvimento da planta, representado sobretudo pela maior rapidez de formação das gemas axilares e de iniciação dos perfilhos correspondentes, no entanto, esta iniciação só se manifesta enquanto o índice de área foliar não passa de um valor crítico, alterando a quantidade de luz que chega às gemas mais tardias (Nabinger & Medeiros, 1995).

De acordo com Silmili et al. (2010) a cultura do capim sudão tem resposta rápida à adubação nitrogenada, apresentando ganho acelerado em matéria verde como a maioria das espécies C4. Observando a necessidade de melhorar a nutrição animal, o capim sudão é uma alternativa recomendada e viável devido a sua adaptação a épocas de primavera-verão e pela grande oferta de matéria verde produzida (TOMICCH et al., 2006). Apresenta-se bem adaptado a climas secos e quentes, produzindo grande quantidade de biomassa e possuindo capacidade de recuperação após corte ou pastejo, superior a grande maioria das gramíneas anuais (BIBI et al., 2010).

A redução de custos, o aumento da produtividade e qualidade forrageira, são premissas para o sucesso na produção animal; diante disso busca-se o emprego de plantas fisiologicamente mais eficientes no aproveitamento de luz, nutrientes e água (PENNA et al., 2010).

Em estudo comparativo entre milheto, milho e capim sudão, Zamfir et al. (2001) reforçam a alta capacidade competitiva do capim sudão em relação aos demais para as variáveis analisadas: produtividade de biomassa, habilidade no crescimento de raízes e parte aérea. Penna et al. (2010) obtiveram produtividades de matéria verde e seca de 34,43 e 4,75 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Enquanto Tomich et al. (2004) testando o potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão, não constataram diferenças significativas entre os genótipos, encontrando uma produtividade média de matéria verde no corte de 29,4 e 4,5 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, demonstrando produtividade próxima a um híbrido, porém o custo de obtenção de sementes é menor.

Para a semeadura de gramíneas de verão é necessário temperatura do solo acima de 20°C, a partir de setembro essa condição já é atendida e estende-se até meados do verão (GONTIJO et al., 2008). A semeadura em datas diferentes, espaçadas de três a seis semanas, é uma estratégia que pode ser adotada, com o

intuito de melhorar a distribuição estacional de forragem, assim minimiza-se o déficit nutricional no período conhecido como vazio forrageiro outonal que ocorre no período intermediário entre o verão e outono (FONTANELI et al., 2009).

A semeadura da cultura pode ser realizada a lanço, ou em linha quando destinado ao pastejo. Porém, segundo Burger e Campbell, (1961) quando a semeadura é realizada a lanço alguns fatores se apresentam melhores, como é o caso da relação folha/colmo e perfilhamento. Também, de acordo com esses autores ocorre a diminuição do diâmetro de colmos na primeira colheita, porém nas colheitas subsequentes essa diferença desaparece. Seu perfilhamento é abundante e tem alta taxa de rebrota quando comparado as demais gramíneas de verão. Diante disso, o pastejo do capim sudão pode ser feito com elevada taxa de lotação animal e curto espaço de tempo em relação as demais pastagens. No Rio Grande do Sul, o Capim Sudão tem sido muito utilizado para formação de pastagens temporárias de verão (corte ou pastejo) (ZAGO, 1997), sendo indicado como solução para reduzir o efeito dos períodos de carência alimentar.

O uso de forragens como base para a alimentação bovina, é vantajosa economicamente quando comparada aos concentrados (FERNANDES et al., 2008). Diante disso, foi lançada em 2013 a cultivar de capim sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) BRS ESTRIBO, uma parceria entre a Embrapa e a Sulpasto. Tendo em vista a carência e a necessidade de sementes certificadas para a cultura, a qual apresenta vantagens em vários aspectos em relação à cultivar comum. Embora o uso do capim sudão BRS ESTRIBO seja recente na região sul do Brasil, vários produtores rurais já testaram e aprovaram as vantagens da cultivar em relação as demais gramíneas de verão utilizadas na região (EMBRAPA, 2014). Porém, ainda é pouco conhecido o comportamento da cultura quando irrigada, ainda mais sob diferentes disponibilidades hídricas, sendo este um dos fatores determinantes no desenvolvimento da planta.

## 2.2 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

É considerado manejo de irrigação o método utilizado para estabelecer a quantidade de água necessária para suprir a demanda hídrica da cultura, e também, o momento ideal de irrigar. Sendo este o meio para otimizar a produção agrícola e

conservar a água, é também a chave para a sustentabilidade dos sistemas de irrigação, além de assegurar seu desempenho (SANTANA et al., 2009).

Segundo Vivan (2014), a irrigação caracteriza-se através do suprimento artificial das demandas hídricas das culturas, podendo ser utilizada como a única fonte de suprimento hídrico, sendo essa denominada de irrigação total, ou ainda, utilizada apenas para complementar a precipitação, quando esta for inferior a demanda hídrica da cultura (irrigação parcial, complementar, suplementar).

Para Albuquerque (2010), o objetivo principal da irrigação é o fornecimento de água às culturas, visando o suprimento hídrico ótimo para cada fase do desenvolvimento, levando em conta que as condições climáticas locais e a disponibilidade de água no solo são fundamentais na determinação da quantidade de água aplicada.

Booker et al., (2012) afirmam que o uso da água para a produção agrícola irrigada está entre os mais importantes usos da água do mundo, pois eleva de forma significativa a produção de alimentos, quando manejada de forma adequada. Para Harou, et al., (2009) a irrigação é considerada o uso de água mais intensivo em todas as partes do mundo.

Para a produção de culturas agrícolas, a água é um fator fundamental (FAGGION et al., 2009). A necessidade da otimização do uso da água para a irrigação mostra-se cada dia mais necessário, visto que o volume de água disponível para a agricultura vem diminuindo a cada ano (SINGH & PANDA, 2012), e a pressão por maiores produtividades é cada vez maior.

Diante da crescente escassez hídrica, aumentar a eficiência de aplicação da água na agricultura é fundamental, para que possamos manter a água dos rios e lagos sustentando ecossistemas e as demandas urbanas (SHARMA et al., 2015). De acordo com Campos & Fracalanza (2010), problemas sociais e ambientais de grande relevância são reflexos da utilização irracional dos recursos hídricos, os quais tem causado problemas de grande magnitude para a humanidade, seja pela disponibilidade ou pela qualidade da água.

A agricultura irrigada tem sido uma importante estratégia para otimização da produção agrícola, promovendo desenvolvimento sustentável no campo, com geração de emprego e renda (LUNA et al., 2013). O consumo hídrico de uma cultura é função direta da demanda de evapotranspiração local, do conteúdo de água presente no solo e da capacidade da planta de perder água através das folhas (SCHWAB, 2013). A

falta ou excesso de água afeta de maneira direta o desenvolvimento das plantas, sendo assim, o uso racional, mantendo um fluxo de água dentro dos limites ótimos para cada cultura, é importante para o aumento da produção agrícola (REICHARDT; TIMM, 2012).

As pesquisas relacionadas à áreas agrícolas tem priorizado a máxima produtividade. Porém, em investigações recentes levando em consideração a limitação dos recursos naturais (KLOCKE et al., 2010), a irrigação deficitária pode ser considerada como alternativa para a produção sustentável, em regiões com baixa disponibilidade hídrica ou com precipitação irregular como é o caso do Rio Grande do Sul. Essa técnica consiste na aplicação de água com quantidade inferior à demanda hídrica da cultura, afetando a evapotranspiração e a produtividade. Porém, o déficit hídrico deve ser gerenciado até o ponto em que o retorno econômico não seja afetado (PEREIRA et al., 2012; RODRIGUES et al., 2013a).

Nos últimos anos English, (1990), vem demonstrando que em alguns casos, a redução de custos com o déficit de irrigação se dá através da eficiência da irrigação aumentada e pelos custos reduzidos de irrigação. E quando o solo é um fator limitante à produção, a irrigação deficitária permite um maior retorno econômico que a irrigação completa (ENGLISH et al., 1990, 1996, 2002). As vantagens são bastante significativas, ainda mais em uma situação onde a água e/ou o solo apresentam limitações e os riscos associados são aceitáveis.

Nos períodos de escassez hídrica, onde a água é um fator limitante, a irrigação deve ser baseada no retorno econômico, e não na máxima produtividade (BLANCO et al., 2011). Diante disso, o manejo da irrigação deve ser planejado afim de manter a produtividade, e melhorar a eficiência do uso da água, garantindo a viabilidade econômica da atividade.

Para garantir a eficiência da irrigação, a determinação do balanço hídrico do solo é fundamental, o uso de modelos torna-se essencial para irrigação, pois auxiliam na determinação da necessidade hídrica da cultura (PALARETTI, 2011; MA et al., 2013). Embora a disponibilidade de métodos de manejo da irrigação seja vasta, a grande maioria dos irrigantes não tem sido receptivos ou não tem conhecimento de métodos que utilizam racionalmente a água, e, conseqüentemente não adotam qualquer método em particular (MARTINS et al., 2011).

Para Figueiredo et al., (2008), o baixo custo da água para irrigação em relação ao custo de implantação de um método de manejo, é um dos fatores principais que

colaboram com essa resistência por parte dos irrigantes, lembrando que o objetivo da irrigação é suprir a necessidade hídrica da cultura, aplicando somente o necessário.

Considerando as diferentes formas de aplicação de água às plantas, todos os métodos de irrigação possuem eficiência e uniformidade de aplicação distintas, diante disso, devem ser previamente estudados, para a escolha do sistema de irrigação e do manejo que melhor se adequa as particularidades do local, e para obtenção de produtividades desejadas (SOUSA et al., 2011).

Mesmo com a modernização e melhorias nos sistemas de irrigação, que apresentam maior eficiência de distribuição de água sob diferentes cenários, se não houver um programa de manejo eficiente, a produção poderá ser comprometida. Na maioria das vezes, pelo excesso de água aplicado ou então pelo déficit hídrico causado, também o momento de aplicação nem antes e nem depois do momento adequado para cada estágio fenológico da cultura é de suma importância para atingir a produção potencial (MANTOVANI et al., 2009).

Booker et al., (2012) relataram que existem aspectos fundamentais que devem ser considerados na programação das estratégias de irrigação, tais como: o momento adequado da aplicação, o volume de água necessário para cada aplicação e o consumo hídrico total da cultura durante o seu ciclo.

Para o manejo racional da irrigação, os métodos utilizados devem ser realizados via planta, solo, clima ou pela combinação destes. Esses diferentes procedimentos são todos baseados em medidas da quantidade de água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera (FOLHES et al., 2009).

Segundo Albuquerque e Durães (2008), é necessário o conhecimento das características físico-hídricas dos solos para a quantificação da precipitação efetiva, a qual é de suma importância para a determinação da quantidade de água a ser aplicada, visto que no Brasil quase sempre as irrigações são suplementares ao volume de água precipitado.

Para a determinação da precipitação efetiva existe alguns métodos que podem ser utilizados, porém para o presente trabalho, foi usado o cálculo através do coeficiente de escoamento superficial "C", metodologia proposta por Millar (1978), que leva em consideração para o cálculo as seguintes variáveis: cobertura vegetal, declividade da área (%) e a classe textural do solo. Para o autor parte da precipitação total é perdida, através do escoamento superficial. Diante disso é usado as variáveis acima citadas para estimar a fração de água perdida.



Diante dos vários métodos existentes para o manejo da irrigação, destacam-se os evaporímetros como os mais utilizados, como é o caso do tanque Classe A, pois além do baixo custo quando comparado à outros métodos, também apresenta a vantagem de medir a evaporação que ocorre em uma superfície da água-livre exposta à atmosfera, submetida aos efeitos integrados da radiação solar, temperatura, vento e da umidade relativa do ar (PINTO et al., 2012).

A tensiometria também é muito utilizada devido ao baixo custo e praticidade de uso, porém é necessário ficar atento quanto a amplitude dos valores medidos, pois os tensiômetros convencionais permitem leituras de tensão até cerca de 80 kPa, quando maiores as tensões, a água, sob vácuo, forma bolhas de ar dentro do sistema, parando de funcionar (BRITO et al., 2014). Este método funciona melhor em culturas com sistema radicular pouco desenvolvido, ciclo curto e alto teor de água em sua constituição (EMBRAPA, 2008).

Outro método muito empregado, utiliza estação meteorológica automática, possuindo sensores que fornecem dados de temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, velocidade do vento e precipitação pluvial. Com base nesses fatores climáticos calcula-se a evapotranspiração, a qual é a estimativa dos componentes de transpiração mais evaporação (MANTOVANI et al., 2007), através de equações apropriadas, como é o caso de Penman-monteith/FAO (ALLEN, et al., 2006).

A decisão do momento de irrigar depende das condições do solo, clima e cultura. Quando o manejo é conduzido com turno de rega fixo, a lâmina de irrigação é variável, pois a quantidade de água aplicada deve suprir a demanda hídrica da cultura por um período fixo de tempo, já quando o turno de rega é variável, a lâmina é fixa, pois quando o nível de água disponível as plantas atinge determinado valor, considerado insuficiente para suprir a demanda hídrica da cultura, é aplicada a irrigação, com a finalidade de repor o volume de água considerado ótimo para a cultura (PINTO, et al., 2012).

### 2.3 IRRIGAÇÃO EM PASTAGENS

As forragens cultivadas são comumente utilizadas como opção para minimizar a carência alimentar dos animais em pastejo, em épocas que ocorre menor produção de massa verde e menor teor nutricional devido a adversidades climáticas. Vários fatores são preponderantes para manutenção da qualidade e produção da forragem

ao longo do tempo (BANDINENELLE et al., 2003). Dentre estes fatores, pode-se destacar a irrigação como uma técnica importante para melhorar a quantidade e a qualidade da forragem produzida (ALMEIDA, 2011), sendo esta uma alternativa viável para o aumento da produtividade, suprindo de maneira adequada a demanda hídrica da cultura, principalmente em épocas com precipitações irregulares (LOPES et al., 2011).

Alencar et al., (2009) estudando o potencial de produção de forragens irrigadas, afirmam que o uso de irrigação para a produção de forragem, principalmente em épocas secas do ano, permite expressivo aumento nos níveis de produtividade dos rebanhos, devido a maior disponibilidade e qualidade forrageira.

Em quase todos os anos, a evapotranspiração da cultura é maior do que a precipitação pluvial. Dessa forma, a irrigação suplementar vem para suprir o déficit hídrico recorrente nesses períodos, garantindo a produção e a rentabilidade esperada (CUNHA et al., 2008). Em pastagens cultivadas, o efeito do déficit hídrico é mais severo em relação às outras culturas, pelo fato do volume de matéria verde produzida ser o principal fator de interesse para atividade (MACHADO et al., 1983 & SUTCLIFFE, 1980).

Diversos fatores possuem elevada influência na produtividade de forrageiras, diante disso para atingir a produção esperada de massa verde é necessário levar em consideração alguns fatores como, ocorrência de temperaturas baixas, baixa capacidade de armazenamento de água no solo, baixo volume de precipitações e presença de fotoperíodos indutivos (SILVEIRA, 2015).

A região sul do Brasil e, em especial a região de Santiago – RS, caracteriza-se por apresentar períodos de “veranicos”, isto é, estiagens que podem, em alguns casos, comprometer a produção das culturas agrícolas (GOMES et al., 2014). No período de ocorrência das estiagens, a irrigação suplementar tem como objetivo, estabilizar e intensificar a produção de forragem, suprindo a necessidade hídrica da cultura, quando a precipitação pluvial não satisfaz a demanda evapotranspirativa, desde que a temperatura e a luminosidade não sejam fatores limitantes (XAVIER et al., 2001).

Em áreas irrigadas, o provimento de outros insumos, além da água, é fundamental para não restringir a produção potencial da cultura (VITOR et al., 2009). Dentre esses insumos, o nitrogênio se apresenta como mais importante, devido ao efeito relevante na produtividade em gramíneas tropicais, assim a eficiência da

adubação nitrogenada aliada a irrigação suplementar, torna-se uma ferramenta imprescindível para o incremento de matéria verde em pastagens (MARCELINO et al., 2003).

As pastagens são constituída por uma população de plantas, a qual é formada por diversas hastes iniciadas em gemas contidas nos fitômeros da haste primária no início do desenvolvimento da planta. Desta forma, com o aumento do número de fitômeros e o desenvolvimento de cada um, evidenciado pela expansão foliar, engrossamento e alongamento dos nós e entrenós, ocorre o acúmulo de massa verde, porém para que a cultura expresse seu potencial genético máximo, é necessário o suprimento hídrico adequado as suas necessidades (NABINGER, 1997).

Para realização do manejo da irrigação de forma eficiente, é indispensável o conhecimento do comportamento da cultura em relação à disponibilidade hídrica em cada estágio, de forma a manter os níveis de irrigação dentro do requerimento da cultura (GOMES et al., 2015). Dentre os equipamentos mais utilizados para o manejo de água recomendados para forrageiras em geral, pode-se destacar o monitoramento da condição hídrica do solo e o manejo indireto, com base em valores de coeficientes culturais e a evapotranspiração de referência, estimados por métodos tais como Tanque Classe "A", Priestley-Taylor e Penman-Monteith (LIMA et al. 2012).



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente capítulo serão apresentadas e caracterizadas as técnicas e os métodos utilizados durante o trabalho, assim como as informações relativas a localização e caracterização do experimento, planejamento, implantação e condução, também será apresentado os referenciais utilizados para execução das atividades desenvolvidas.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo experimental foi realizado na safra 2014/2015 na Fazenda Liberdade estrada Chica Correia, 4º distrito Tupantuba, município de Santiago, RS, onde as coordenadas geográficas são, aproximadamente, 29º 09' 50" S, 54º 51' 32" O e altitude de 439 metros.

A média das precipitações ocorridas durante os anos, é de 1769 mm, porém a distribuição das chuvas durante todo o ano é irregular, principalmente na estação do verão, ocorrendo períodos de déficit hídrico às plantas, pois a evapotranspiração nesta época é elevada, e as precipitações normalmente não suprem a demanda hídrica da planta. O clima predominante na região, segundo a escala de Koopen (MORENO, 1961), é caracterizado como subtropical úmido (Cfa) e apresenta temperaturas médias de 17,9 °C durante o ano.

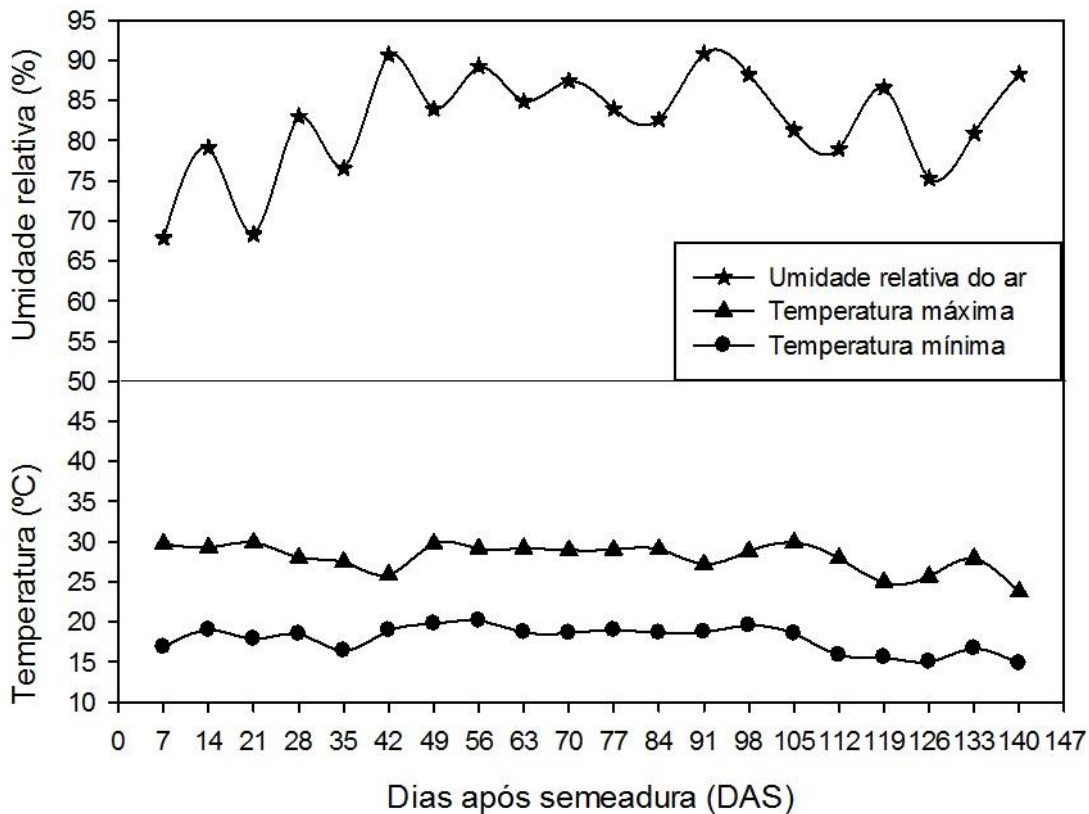
Durante o experimento, ocorreu grande variação das temperaturas mínimas, máximas e médias diárias. A temperatura média ao longo dos meses de novembro a abril na safra 2014/2015 foi de 22,9 °C, a média das mínimas foi de 17,8 °C e das máximas de 28,1 °C. Com a umidade relativa do ar média de 82,3%.

As temperaturas máximas e mínimas, acumuladas em um intervalo de 7 dias, e a umidade relativa do ar, durante o mesmo intervalo de dias estão representados na Figura 1.

No local do experimento o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (STRECK et al., 2008). Sendo assim, as características deste solo são favoráveis para a produção agropecuária, pois são solos com alta porosidade, friáveis, bem estruturados e profundos o que confere condições adequadas para o desenvolvimento radicular. Porém possui algumas limitações ao uso, como a

susceptibilidade à erosão, em condições naturais, os teores de fósforo são baixos, e em profundidade ocorre limitações de ordem química.

Figura 1 – Médias semanais da umidade relativa do ar, temperatura máxima e temperatura mínima, observadas durante o decorrer do experimento.



As características físico-hídricas do solo foram determinadas através da coleta de amostras em diferentes profundidades (0 – 20, 20 – 40, 40 – 60, 60 – 80, 80 – 100 e 100 – 120 cm), com três repetições por profundidade, considerando o ponto médio de cada profundidade como o local representativo da amostra (Figura 2).

Após a coleta das amostras as mesmas foram encaminhadas ao Laboratório de Física dos Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para as seguintes análises: densidade do solo e de partícula, curva característica de água no solo e condutividade hidráulica.

Figura 2 – Amostras para a caracterização física do solo.



Fonte: arquivo pessoal.

A densidade de partícula foi determinada através do método do balão volumétrico proposto por Gubiani et al. (2006), já as outras variáveis foram determinadas pela metodologia proposta pela Embrapa (1997). Nas Tabelas 1 e 2 está representada a caracterização físico-hídrica do solo.

Tabela 1 - Características físicas do solo, Latossolo Vermelho distrófico típico, unidade de mapeamento Cruz Alta, valores médios de três repetições.

Prof da amostra	Distribuição granulométrica (%)			Classe textural	Densidade (g.cm <sup>-3</sup> )	
	Areia	Silte	Argila		Solo	Partícula
<b>0-20</b>	55,27	18,48	26,23	Franco argilo arenoso	1,64	2,6
<b>20-40</b>	48,96	17,08	33,94	Franco argilo arenoso	1,43	2,6
<b>40-60</b>	43,53	15,45	41,00	Argiloso	1,26	2,63
<b>60-80</b>	42,59	15,41	41,98	Argiloso	1,19	2,62
<b>80-100</b>	40,81	15,18	43,99	Argiloso	1,25	2,63
<b>100-120</b>	40,86	15,57	44,56	Argiloso	1,27	2,63
<b>Média</b>	45,34	16,20	38,62		1,34	2,62
<b>DP</b>	5,71	1,31	7,16		0,16	0,01
<b>CV</b>	12,59	8,09	18,54		12,48	0,56

Para a determinação da umidade volumétrica do solo foi utilizado quatro diferentes potenciais (1, 6, 10 e 100 kpa), para cada uma das amostras coletadas como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da análise para umidade volumétrica, nas diferentes camadas do solo, em função do potencial matricial de água no solo. Valores médios para três repetições.

Prof da amostra (cm)	Umidade volumétrica (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )				
	0 kPa	1 kPa	6 kPa	10 kPa	100 kPa
<b>0-20</b>	0,437	0,367	0,308	0,297	0,255
<b>20-40</b>	0,475	0,386	0,322	0,306	0,237
<b>40-60</b>	0,550	0,434	0,327	0,306	0,236
<b>60-80</b>	0,555	0,458	0,344	0,315	0,238
<b>80-100</b>	0,585	0,471	0,384	0,355	0,269
<b>100-120</b>	0,562	0,448	0,376	0,357	0,296
<b>Média</b>	0,507	0,427	0,344	0,323	0,255
<b>DP</b>	0,057	0,041	0,030	0,026	0,023
<b>CV</b>	10,94	9,76	8,87	8,19	9,35

Os resultados das análises de porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo são apresentadas na Tabela 3, nas diferentes profundidades analisadas.

Tabela 3 - Macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo.

Prof da amostra (cm)	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade total
<b>0-20</b>	12,94	24,98	37,92
<b>20-40</b>	15,33	30,47	45,80
<b>40-60</b>	22,47	29,76	52,22
<b>60-80</b>	21,29	33,45	54,74
<b>80-100</b>	20,22	32,45	52,66
<b>100-120</b>	18,70	33,16	51,86
<b>Média</b>	18,49	30,71	49,20
<b>DP</b>	3,67	3,17	6,28
<b>CV</b>	19,87	10,33	12,77

Foram coletadas amostras de solo de 0 – 10 cm em 12 pontos da área experimental para a determinação das características químicas do solo, onde foi dividida a área em pequenas partes para a coleta de amostras simples, e posteriormente foram misturadas para compor a amostra completa, e logo após encaminhadas ao Laboratório de Análises Químicas dos Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para posterior interpretação e recomendação da



adubação a ser realizada. Na Tabela 4 é apresentado os valores encontrados na análise química do solo da área experimental.

Tabela 4 - Características químicas do solo Latossolo Vermelho distrófico típico, unidade de mapeamento Cruz Alta.

Prof. (cm)	PH	M.O.	Teor Trocável g/100 g de Solo							Saturação		Argila	
	H <sub>2</sub> O (1:1)	%	CTC	K molc. dm <sup>-3</sup>	Ca cmolc .dm <sup>-3</sup>	Mg cmolc. dm <sup>-3</sup>	Al	P mg.dm <sup>-3</sup>	H + Al	SMP	Al%	V%	%
0-10	5,2	2,8	7,6	0,6	5,2	1,7	0,1	18,9	3,5	6,2	1,3	68,3	44

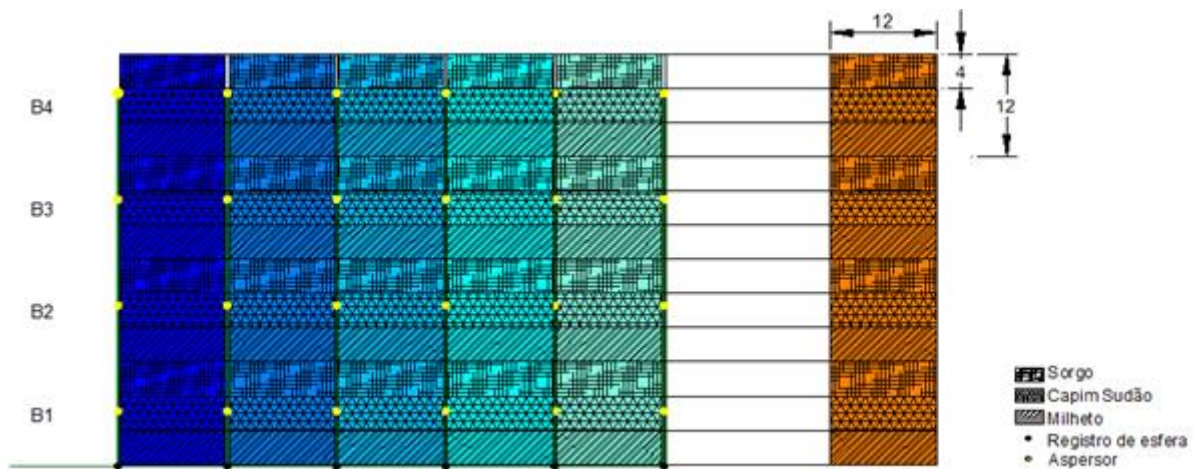
### 3.2 DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados meteorológicos foram coletados e monitorados através da utilização de estação meteorológica automática modelo Vantage Pro da Davis Instruments, localizada a aproximadamente 200 metros do local de implantação do experimento, onde foram enviados dados em intervalos de 15 minutos para a central, monitorando diariamente as seguintes variáveis: precipitação pluvial (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar ( $w.m^{-2}$ ), fotoperíodo (horas) e velocidade do vento ( $m.s^{-1}$ ), informações necessárias para a determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman-Monteith/FAO (ALLEN, et al., 2006).

### 3.3 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Foi utilizado um sistema de irrigação do tipo aspersão convencional constituído por uma linha principal medindo 60 metros e seis linhas laterais fixas medindo 48 metros, ambas de PVC. Os espaçamentos das linhas laterais foram de 12 m, interligadas com engate rápido. Os aspersores foram conectados a essas linhas com espaçamento de 12 m e elevação de 1,5 m em relação ao solo. Os aspersores utilizados foram da marca NAANDAINJAIN, modelo 427 ½”, giro completo, e possuíam diferentes bocais para cada linha lateral sendo eles: 4,0 mm x 3,5 mm; 3,2 mm x 3,0 mm e 2,8 mm, com o objetivo de formar seis diferentes lâminas de irrigação, através da sobreposição das linhas com diferentes taxas de aplicação, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Croqui da distribuição das parcelas e do sistema de irrigação na área experimental.

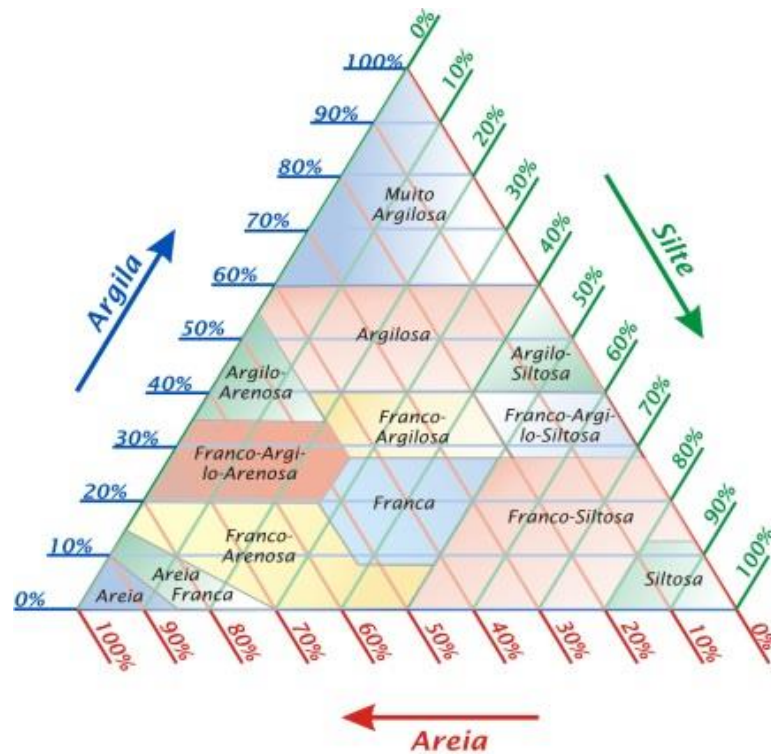


Variando os diâmetros dos bocais dos aspersores que constituem o sistema de irrigação, foram obtidas 6 diferentes lâminas de aplicação. Adotou-se a lâmina intermediária como 100% da  $ET_o$ , obtendo-se após o teste de uniformidade de Christiansen (CUC) lâminas ajustadas e calibradas de 0 (tratamento testemunha), 60, 80, 100, 120 e 140 % da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ).

O manejo da irrigação foi realizado com base na evapotranspiração de referência, com turno de rega fixo de sete dias, quando a precipitação pluviométrica não supriu a demanda evapotranspirativa da cultura. Para a determinação da Evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), foi utilizada a equação de Penman-Monteith/FAO (ALLEN, et al., 2006).

A determinação da precipitação efetiva foi calculada através do coeficiente de escoamento superficial "C", metodologia proposta por Millar (1978), que utiliza como parâmetros necessários para o cálculo as seguintes variáveis: classe textural do solo, declividade da área (%) e a cobertura vegetal. Para a determinação da classe textural foi utilizada a metodologia do triângulo textural (Figura 4).

Figura 4 - Diagrama utilizado para a classificação textural do solo.



Fonte: FALKER- <http://www.falker.com>.

Os valores para entrada no triângulo são obtidos através da determinação da estimativa dos percentuais das frações de areia, silte e argila presentes no solo a uma profundidade de 20 cm (RAIJ, 1991).

### 3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A limpeza da área experimental foi executada por controle químico, através da dessecação das plantas que encontravam-se no local, realizado 45 dias antes da semeadura do capim sudão, objetivando a eliminação de todas as plantas existentes na área experimental. Foram utilizados dois herbicidas de grupos de atuação diferentes, visando a maior eficiência no controle das plantas daninhas, sendo eles o Glifosato na dosagem comercial de  $2,5 \text{ l ha}^{-1}$  (1200 g.l de ingrediente ativo- i.a.) e 2,4-D na dosagem de  $1,5 \text{ l ha}^{-1}$  (1005 g.l de ingrediente ativo- i.a.).

Posteriormente a limpeza da área o sistema de irrigação foi montado e realizado o teste de uniformidade de Christiansen (CUC), para avaliação do sistema quanto a uniformidade, apresentando um CUC de 82%, e capacidade de aplicação de

água de 2,47 mm/hr, e a determinação das lâminas de irrigação (0, 60, 80, 100, 120 e 140% da ETo) como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Determinação do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC).



Fonte: arquivo pessoal.

O capim sudão foi semeado no dia 11 de novembro de 2014, com uma densidade de semeadura de 25 sementes por metro linear. A emergência das plântulas ocorreram 7 dias após a semeadura, sendo considerado para a definição da data de emergência o momento que 50% da plântulas estavam visíveis acima do solo, então, a data de emergência foi no dia 18 de novembro de 2014. A semeadora utilizada era composta por 12 linhas de semeadura, espaçadas em 0,36 m entre linhas. A cultivar de capim sudão utilizada para este experimento foi a BRS ESTRIBO.

A semeadura e adubação de base da cultura do capim sudão foram realizadas conjuntamente, através de uma semeadora-adubadora como mostra a Figura 6, depositando o adubo na linha de semeadura localizado abaixo e ao lado das sementes, obedecendo a recomendação técnica para adubação, através da interpretação da análise química do solo, sendo aplicado 250 kg ha<sup>-1</sup> de adubo com formulação comercial 5 – 20 – 20 de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), respectivamente. Já a fertilização nitrogenada foi realizada de modo fracionado, onde a aplicação da ureia foi no início do perfilhamento aos 25 dias após a semeadura (DAS), e também após cada corte de uniformização realizado, sendo aos 50, 80, 110

DAS, para a determinação da quantidade a ser aplicada, foi considerado o teor de matéria orgânica apresentado no laudo químico do solo, sendo aplicado  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia de forma homogênea em todos os tratamentos em cada época.

Figura 6 - Semeadura da área experimental.



Fonte: arquivo pessoal.

As aplicações dos defensivos agrícolas (fungicidas, herbicidas e inseticidas) foram realizados de forma abrangente e homogênea em toda área experimental, aplicados preventivamente, ou quando apresentavam os primeiros sinais de danos às plantas, ou o aparecimento de plantas daninhas, objetivando eliminar a interferência destes fatores na área experimental. Durante o período foram necessárias uma aplicação de herbicida, duas de fungicida e quatro de inseticida. Para a realização das pulverizações foi utilizado um pulverizador costal manual, com capacidade de 20 litros de calda.

Foi realizado de maneira preventiva, aos 30 DAS, o controle de doenças fungicas, quando observou-se o início de injurias as plantas, sendo utilizado o fungicida Constant (Tebuconazol) na dosagem de  $1 \text{ l ha}^{-1}$  (200 g.l de i.a) nas duas aplicações.

O controle de pragas foi realizado através de inseticida, onde a principal delas eram as lagartas. Foram realizadas quatro aplicações sendo aos 30, 65, 95 e 120 DAS. O inseticida utilizado foi o Vexter (Clorpirifós) na dosagem de  $0,6 \text{ l ha}^{-1}$  (480 g.l de i.a) com  $150 \text{ l ha}^{-1}$  de volume de calda. Para a quantificação e avaliação da produtividade foram efetuados quatro cortes de uniformização, sendo eles aos 50, 80, 110 e 140 DAS.

### 3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi monofatorial, constituído de um delineamento em blocos ao acaso, com quatro blocos, onde foram utilizadas seis diferentes lâminas de irrigação suplementar, sendo elas (0%, 60%, 80%, 100%, 120% e 140% da evapotranspiração de referência), com total de vinte e quatro parcelas.

A área experimental continha uma área de 7000 m<sup>2</sup>, medindo 100 x 70 m, dividida em 72 unidades experimentais com dimensões de 12 x 4,50 m, com 12 linhas de semeadura e espaçamento de 0,36 m, sendo que para este experimento, foram utilizadas 24 parcelas.

### 3.6 VARIÁVEIS ANALISADAS

Durante o período experimental foram realizadas análises das seguintes variáveis:

#### 3.6.1 Índice de área foliar

Para avaliação do índice de área foliar as coletas começaram aos 50 DAS, após este período as coletas foram semanais, sendo coletadas amostras de 0,5 metro linear por parcela, totalizando 24 amostras por coleta. Esta variável é de suma importância, principalmente em pastagens, pois as folhas são a parte de maior interesse para cultura, pois é onde concentra-se a maior quantidade de nutrientes, sendo esta também a parte com maior palatabilidade e digestibilidade da planta. Para análise das amostras foi utilizado o programa computacional imageJ, onde as folhas eram estendidas sobre um fundo branco e fotografadas. Através da utilização de um quadrado de plástico preto de área conhecida de 100 cm<sup>2</sup>, o software, através da diferença de contraste existente entre o fundo branco e as folhas, determina a área foliar, em relação ao quadrado de área conhecida, possibilitando assim calcular a área foliar existente por hectare (Figura 7).

Figura 7 - Determinação da área foliar através do programa computacional imageJ.



Fonte: arquivo pessoal.

### **3.6.2 Número de colmos por metro quadrado**

Para a determinação do número de colmos por metro quadrado, o qual demonstra a resposta da cultura em relação a emissão de novos perfilhos de acordo com a variação dos níveis de irrigação utilizados, e, também demonstra a influência dos cortes de uniformização ao estímulo do perfilhamento, foram coletadas amostras semanais (após os 50 DAS) de 0,5 metro linear em todas as parcelas, e posteriormente contadas. Após a contagem do número de colmos, o resultado foi extrapolado para metro quadrado, para cada avaliação realizada.

### **3.6.3 Diâmetro e altura de colmos**

Estas variáveis foram analisada conjuntamente com às avaliações de área foliar, tendo início aos 50 DAS e posteriormente avaliadas semanalmente. Foi utilizado um paquímetro digital para a quantificação do diâmetro de colmos, onde foram medidos diâmetros de três plantas aleatórias da amostra de 0,5 metro linear, sendo as medidas efetuadas nos dois sentidos, devido ao formato oval do colmo, com o intuito de quantificar o incremento gerado pelos diferentes tratamentos de irrigação testados, e também, conhecer o comportamento desta variável após os cortes de uniformização efetuados, pois existe uma relação entre o diâmetro de colmos e a relação folha/colmo, influenciando diretamente na qualidade das pastagens e também

na quantidade de forragem ingerida pelos animais, pois quanto mais folhas e menos colmos a pastagem apresentar maior será o consumo do rebanho, devido ao aumento de sua palatabilidade. O ponto de tomada das medidas foi na altura de inserção da primeira folha (Figura 8).

Figura 8 – Determinação do diâmetro de colmos com paquímetro digital.



Fonte: arquivo pessoal.

Para determinação da altura de colmos foi utilizado trena métrica, para a quantificação da distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da lígula da última folha como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Determinação da altura de colmo.



Fonte: arquivo pessoal.



Foram avaliadas semanalmente após os 50 DAS, três plantas aleatórias de cada amostra composta de 0,5 metro linear.

#### **3.6.4 Altura de plantas**

As avaliações iniciaram-se aos 50 DAS e posteriormente foram avaliadas semanalmente. A sua determinação foi realizada com o auxílio de trena métrica, medindo a distância entre a superfície do solo e o final da última folha visível (Figura 10), com o objetivo de quantificar a diferença existente entre os tratamentos.

Figura 10 – Quantificação da altura de plantas.



Fonte: arquivo pessoal.

Foram avaliadas semanalmente após os 50 DAS, três plantas aleatórias de cada amostra composta de 0,5 metro linear, sendo as amostras coletadas e avaliadas em laboratório.

#### **3.6.5 Produção de massa seca**

Para análise desta variável realizou-se quatro cortes de uniformização aos 50, 80, 110 e 140 DAS, com o objetivo de determinar a produtividade de massa seca (MS). Para isso, foram feitas coletas de três amostras de 0,5 metro linear por parcela semanalmente após os 50 DAS, afim de acompanhar o desenvolvimento da cultura

até o momento dos cortes, sendo este à 15 cm de altura em relação ao solo, com auxílio de foice, como mostra a figura 11.

Figura 11 - Coleta de matéria seca (MS) na cultura do capim sudão



Fonte: arquivo pessoal.

Após os cortes as amostras eram levadas ao laboratório, onde eram processadas manualmente, e avaliadas em três frações, sendo elas: folha, colmo e material morto, posteriormente levadas à estufa com circulação forçada de ar à 65°C, onde eram secas por 72 horas, ou até peso constante, em seguida pesadas em balança de precisão para determinação percentual da participação de cada componente da amostra em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de MS.

### 3.6.6 Relação folha/colmo

Foi determinada a relação entre folhas e colmos a partir dos 50 DAS e posteriormente em intervalos semanais, juntamente com a avaliação de área foliar (Figura 12). Em cada análise de área foliar realizada foram determinadas as relações folha/colmo existentes nas amostras, para isso foram secas em estufa à 65°C com circulação forçada de ar, por 72 horas ou até peso constante, posteriormente foram pesadas e determinadas as relações existentes entre folha e colmo. Demonstrando a influência dos tratamentos com diferentes lâminas de irrigação sob esta variável, e também o comportamento da cultura após a realização de cada um dos cortes de uniformização efetuados.

Figura 12 - Separação das frações de folhas e de colmos.



Fonte: arquivo pessoal.

### 3.6.6 Eficiência do uso da água

Foi determinada através da relação entre o total de água aplicada na cultura durante o decorrer do experimento, no somatório entre a precipitação pluviométrica efetiva e a quantidade de água aplicada através da irrigação suplementar, e o total de massa seca produzida nas diferentes lâminas de irrigação testadas, determinando assim qual a lâmina suplementar de irrigação obteve maior eficiência do uso da água, entre os períodos de avaliação e ao final do experimento.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados obtidos neste experimento referentes à cultura do capim sudão foram avaliados estatisticamente através da análise de variância-ANOVA e, posteriormente, os efeitos individuais dos tratamentos foram avaliados através da análise de regressão, e por ocorrência de interação criou-se gráficos de superfície de resposta, considerando os testes estatísticos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para a análise estatística utilizou-se o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 1998) e para a elaboração das imagens gráficas foi utilizado o software SIGMAPLOT 11.0.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos ao longo da pesquisa, também serão apresentando resultados de trabalhos já realizados nesta área, que corroborem, ou não, com os resultados encontrados nesse trabalho.

Primeiramente serão apresentados os dados referentes a precipitação total, precipitação efetiva e irrigação. Após, serão expostos os resultados encontrados para a produção de massa seca, referente às diferentes lâminas de irrigação testadas, assim como, os parâmetros avaliados relacionados ao crescimento, desenvolvimento da cultura e a eficiência do uso da água.

### 4.1 PRECIPITAÇÃO E IRRIGAÇÃO

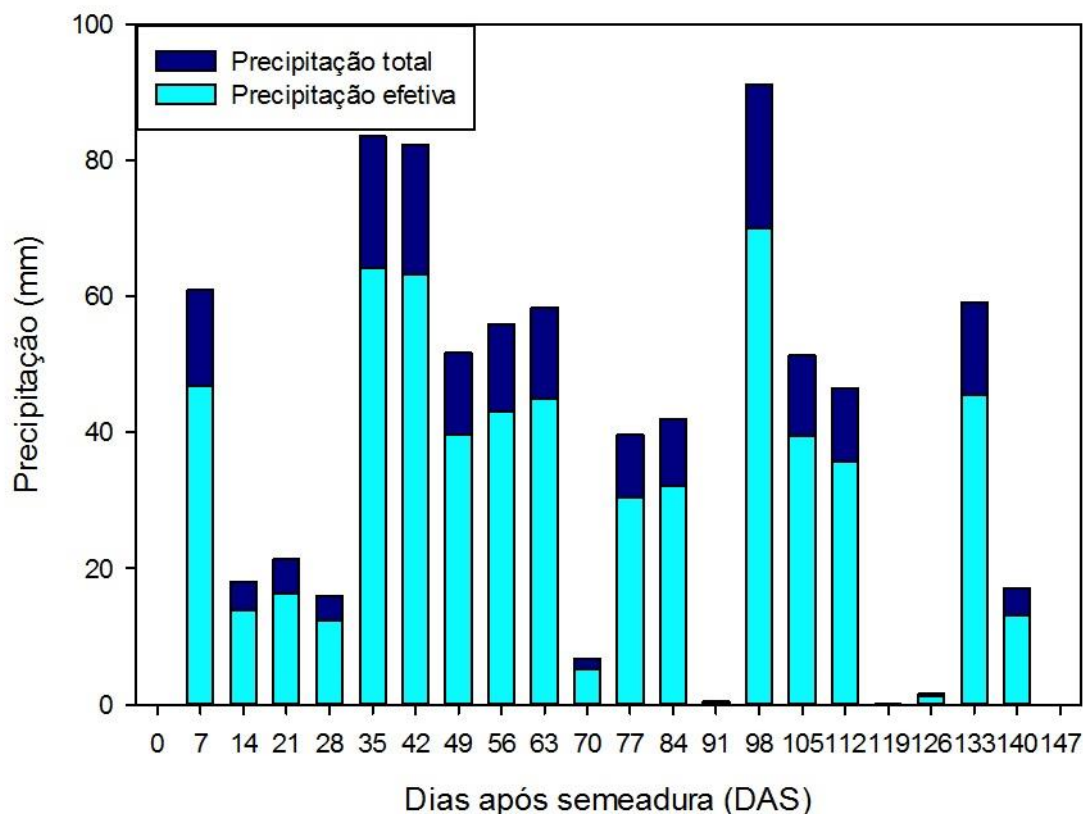
A precipitação total ocorrida durante todo o período experimental (140 dias) foi de 803,8 mm, contabilizada através da estação meteorológica automática localizada a 200 m do local do experimento. Porém, de acordo com a metodologia adotada, desenvolvida por Millar (1978), o volume de água total precipitado não é completamente aproveitado pelas plantas, devido à perda gerada pelo escoamento superficial, o qual ocorre quando a capacidade de infiltração de água no solo é menor do que o volume precipitado em determinado tempo. Diante disso, o referido autor desenvolveu uma metodologia para estimar a quantidade de água que infiltra no solo, a qual leva em consideração o tipo de solo, declividade do terreno e a condição de cultivo.

De acordo com as características do local onde se realizou o experimento, a fração da precipitação perdida por escoamento superficial é de 30% do total precipitado. Diante disso, o volume de água infiltrado e, conseqüentemente, disponível as plantas foi de 618,3 mm, o qual é denominado de precipitação efetiva. A representação da precipitação total e precipitação efetiva para o período de condução do experimento estão expostas na Figura 13, em intervalos semanais.

A demanda hídrica necessária para o desenvolvimento satisfatório da cultura do capim sudão é de 350 à 700 mm dependendo das condições climáticas do local (SILVEIRA et al., 2015), sendo assim, o volume precipitado deveria ter sido suficiente para suprir a demanda hídrica da cultura. Porém, a distribuição das chuvas durante o período estudado foi irregular, causando períodos de déficit hídrico, fazendo-se

necessário o uso da irrigação, a qual demonstrou necessidade hídrica maior que 700 mm para atingir o potencial genético da cultivar.

Figura 13 – Valores semanais de precipitação pluvial total e efetiva (mm), para o período de condução do experimento (18 de novembro de 2014 até 6 de abril de 2015) na região de Santiago, RS.



O déficit hídrico é o principal fator para diminuição da produtividade de massa seca em pastagens (ALMEIDA, 2011), visto que a planta tem sua importância econômica na fase vegetativa, e, nesta fase, o estresse hídrico afeta severamente o desenvolvimento das folhas, parte essa de maior interesse para alimentação animal.

Sendo assim, a utilização da irrigação em épocas que apresentam estiagens ou distribuições irregulares de chuva é viável e de suma importância para o desenvolvimento ótimo da cultura, uma vez que esta técnica possibilita o suprimento hídrico adequado às plantas (LOPES et al., 2011). Para suprir a demanda hídrica da cultura, quando o volume precipitado não foi suficiente, utilizou-se a irrigação suplementar. A precipitação efetiva, evapotranspiração de referência e os tratamentos

com as diferentes lâminas de irrigação testadas, estão representadas na Tabela 5, em intervalos semanais, de acordo com o turno de rega.

Tabela 5 - Precipitação efetiva, evapotranspiração de referência, e as lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento.

	DA S	PE (mm)	ETo (mm)	Lâminas de irrigação (mm) – % ETo				
				60	80	100	120	140
1º corte	7	46,9	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	14	13,9	30,4	8,1	13,2	16,5	19,8	23,1
	21	16,4	43,1	16,0	21,3	26,7	32,0	37,4
	28	12,3	31,0	11,2	14,9	18,7	22,4	26,2
	35	64,3	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	42	63,3	22,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	49	39,8	32,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		<b>256,9</b>	<b>226,5</b>	<b>35,3</b>	<b>49,4</b>	<b>61,9</b>	<b>74,2</b>	<b>86,7</b>
2º corte	56	43,0	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	63	44,9	22,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	70	5,2	33,1	16,7	22,3	27,9	33,5	39,0
	77	30,5	29,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		<b>123,6</b>	<b>106,5</b>	<b>16,7</b>	<b>22,3</b>	<b>27,9</b>	<b>33,5</b>	<b>39,0</b>
3º corte	84	32,2	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	91	0,4	32,5	19,2	25,7	32,1	38,5	44,9
	98	70,0	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	105	39,5	28,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		<b>142,1</b>	<b>114,1</b>	<b>19,2</b>	<b>25,7</b>	<b>32,1</b>	<b>38,5</b>	<b>44,9</b>
4º corte	112	35,7	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	119	0,1	29,9	17,9	23,8	29,8	35,8	41,7
	126	1,2	28,9	16,6	22,2	27,7	33,2	38,8
	133	45,5	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	140	13,2	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		<b>95,7</b>	<b>116,6</b>	<b>34,5</b>	<b>46,0</b>	<b>57,5</b>	<b>69,0</b>	<b>80,5</b>
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>618,3</b>	<b>563,7</b>	<b>105,7</b>	<b>143,4</b>	<b>179,4</b>	<b>215,2</b>	<b>251,1</b>

Apesar de o experimento ter sido em um ano com precipitação acima da média, houve diferença estatística significativa em todas as lâminas de irrigação estudadas, nos diversos parâmetros testados, devido a distribuição irregular das chuvas no período, sendo necessárias sete irrigações suplementares, onde três delas foram em semanas consecutivas no intervalo entre a semeadura e o primeiro corte, no período entre o primeiro e o segundo corte houve uma irrigação, uma também entre o segundo

e o terceiro, e duas irrigações entre o terceiro e o quarto corte, sendo elas em duas semanas consecutivas.

## 4.2 VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Serão descritas as variáveis de crescimento e desenvolvimento neste item, sendo elas, altura de plantas, altura de inserção da última folha, diâmetro de colmo, índice de área foliar, número de colmos, relação folha/colmo e produtividade de massa seca, onde serão apresentados e discutidos os resultados obtidos durante todo o período experimental.

### 4.2.1 Altura de plantas

Os resultados que correspondem à variação da altura de plantas de acordo com lâmina de irrigação aplicada estão representados na Figura 14, em cada gráfico estão demonstrados os resultados das três avaliações realizadas para cada corte, através das médias encontradas para cada tratamento. Salientando que para o primeiro corte, ou seja, aos 50 DAS houve apenas uma avaliação, feita no momento do corte de uniformização.

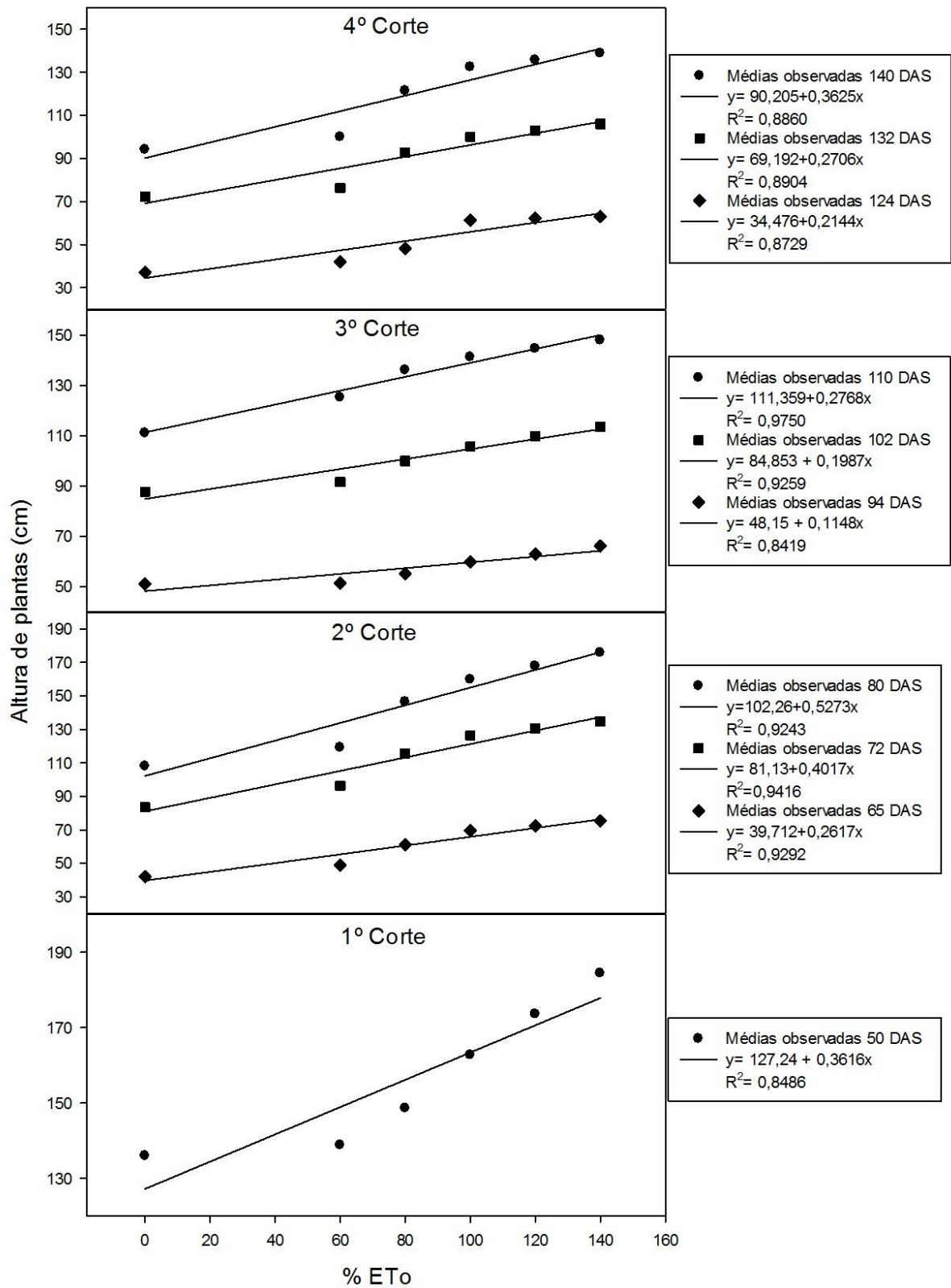
As altura de plantas apresentaram diferença estatística significativa a nível de 5% de probabilidade de erro, para todos os tratamentos, assim foi realizada a análise complementar através da análise de regressão, porém, a utilização de blocos aos 50 DAS e aos 80 DAS não houve diferença estatística significativa.

Aos 50 DAS ocorreu uma variação de 48,44 cm entre a menor e a maior média observada, sendo a menor média no tratamento sem irrigação contando com 136 cm de altura, e a maior média para a lâmina de irrigação com 140% da ETo com 184,44 cm de altura. O aumento na altura de plantas foi correspondente à quantidade de água aplicada, ocorrendo incremento à medida que a lâmina de irrigação aumentava, evidenciando o efeito positivo gerado pela irrigação para esta variável.

Para os resultados correspondentes ao segundo corte, as três épocas de avaliação apresentaram comportamento linear, ocorrendo incremento na altura de plantas respectivamente ao aumento de água aplicada.



Figura 14 - Altura média de plantas (cm) para as diferentes lâminas de irrigação testadas, em suas respectivas épocas de avaliação.



Para os 65 DAS houve uma amplitude de variação de 33,21 cm, entre a menor e a maior média, sendo respectivamente no tratamento não irrigado com 42,09 cm de altura média, e no tratamento com lâmina de 140% da ETo com uma altura média de 75,3 cm. Para a época de avaliação com 72 DAS à amplitude de variação foi de 51,48 cm, entre a menor e a maior média observada, sendo elas entre o tratamento não irrigado, que obteve uma altura média de planta de 83,48 cm, e o tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo, contando com a média de 134,96 cm de altura. No segundo corte, ou seja, aos 80 DAS, o comportamento da variável altura de plantas seguiu o mesmo padrão das avaliações anteriores, apresentando uma variação de 67,74 cm de altura, entre a maior média observada que foi no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo a qual mediu 175,78 cm de altura média, e a menor média observada sendo no tratamento sem irrigação com 108,04 cm de altura média.

Aos 94 DAS à amplitude de variação nas médias de altura foi de 15,12 cm, entre a menor e a maior média observada, sendo respectivamente no tratamento sem irrigação com 50,99 cm de altura, e o tratamento com 140% da ETo com uma altura média de 66,11 cm. Aos 102 DAS à variação na altura de plantas foi de 25,98 cm, entre a menor e a maior média observada, sendo a menor média no tratamento sem irrigação com 87,69 cm de altura, e a maior média observada no tratamento com 140 % da ETo com 113,67 cm de altura. No terceiro corte de uniformização, aos 110 DAS o comportamento das médias foi linear, apresentando incremento na altura de planta respectivamente ao aumento da água aplicada via irrigação, a amplitude de variação entre a menor e a maior média presente nesta época de avaliação foi de 36,92 cm, sendo a menor média no tratamento sem irrigação com 111,1 cm de altura e a maior média observada no tratamento com 140% da ETo com 148,02 cm de altura.

O quarto corte e suas respectivas épocas de avaliação apresentaram comportamento linear, apresentando um acréscimo na altura média de plantas de acordo com o aumento da lâmina de irrigação aplicada, porém, é importante ressaltar o decréscimo ocorrido na altura média de plantas com o passar dos cortes, fato esse atribuído a perda natural de potencial produtivo da planta ao longo dos cortes, onde a cada corte a altura potencial das plantas diminui. Para os 124 DAS à diferença entre a menor e a maior média de altura foi de 25,97 cm, sendo a menor média observada no tratamento sem irrigação com 37,12 cm de altura, e a maior média no tratamento com lâmina de 140% da ETo, apresentando 63,09 cm de altura.

Em todas as avaliações durante os quatro cortes efetuados a lâmina de irrigação que apresentou maior altura de plantas foi a de 140% da ETo, e o tratamento testemunha (sem irrigação) apresentou a menor média observada em todas as avaliações realizadas durante os cortes, ocorrendo uma diminuição na altura de plantas a medida que a lâmina de água aplicada reduziu, demonstrando a importância do adequado fornecimento hídrico para o incremento na altura de plantas. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação para a variável altura de plantas estão apresentadas nos Apêndices A, B, C, D, E, F, G, H, I, J respectivamente.

Tomich et al. (2004), estudando o potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão, observaram alturas de plantas que variaram de 148 a 170 cm aos 57 DAS, época do corte da cultura, demonstrando uma variação de 22 cm entre a menor e a maior altura, sendo semelhante à altura de planta encontrada neste experimento aos 50 DAS, onde a maior média alcançou 184 cm aos 50 DAS, no tratamento com maior lâmina de irrigação (140% da ETo), já a menor média encontrada foi de 136 cm no tratamento sem irrigação.

Gontijo et al. (2008), avaliando o potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão no município de Sete Lagoas – MG, sem o uso da irrigação, encontrou alturas de plantas próximas da média encontrada neste experimento, sendo a maior média aos 50 DAS de 97,5 cm, ficando 38,5 cm abaixo da média encontrada no tratamento sem irrigação do presente estudo, aos 76 DAS a maior média observada pelo autor foi de 107,5 cm, a qual ficou muito próxima da observada neste trabalho, ficando 0,54 cm abaixo da média para o tratamento sem irrigação aos 80 DAS que apresentou 108,04 cm. E o terceiro corte ocorrido aos 103 DAS a maior média apresentada foi de 100 cm, estando 11,1 cm abaixo do resultado encontrado neste experimento aos 110 DAS no tratamento sem irrigação.

Em trabalho realizado no município de Canguaretama – RN, Cunha & Lima (2010), avaliando genótipos de sorgo e capim sudão encontraram resultados próximos as médias de altura de plantas obtidas no presente trabalho, onde aos 83 DAS a altura média encontrada para a cultivar SUDAN 4202 foi de 196 cm, enquanto que neste trabalho aos 80 DAS a altura média de plantas variou de 175,78 cm a 108,04 cm para a lâmina de irrigação com 140% da ETo e sem irrigação respectivamente.

#### 4.2.2 Altura de inserção da última folha

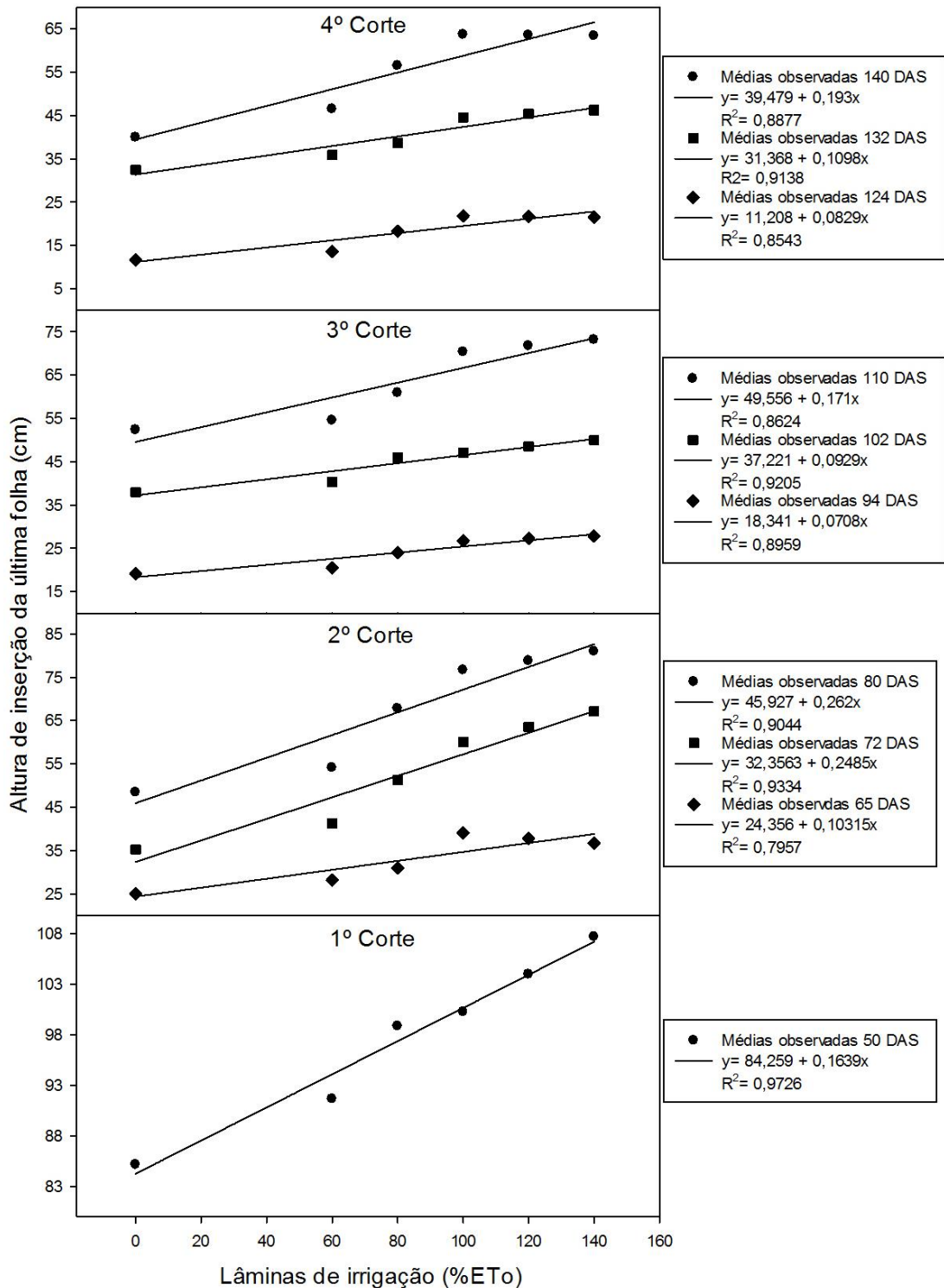
Para esta variável analisada, a influência das lâminas de irrigação foram estatisticamente significativas para todas as datas avaliadas, sendo realizada a análise complementar através da análise de regressão. Para a influência da utilização de blocos, não houve diferença estatística significativa apenas para a data de 65 dias após a semeadura.

As plantas apresentaram um incremento na altura de inserção da última folha a medida que a lâminas de irrigação aplicadas foram maiores, apresentando um comportamento linear em relação a quantidade de água aplicada, sendo possível observar na Figura 15 o comportamento das plantas para cada data de avaliação. Em cada gráfico está demonstrado as avaliações que compõe a evolução da cultura até seu respectivo corte, ressaltando, que para o primeiro corte não houve avaliações até o momento do corte de uniformização.

No primeiro corte aos 50 DAS pode-se observar as maiores médias obtidas para esta variável durante o decorrer de todo o experimento, ocorrendo uma amplitude de variação de 22,53 cm entre a menor e a maior média, sendo a menor média observada no tratamento sem irrigação com 85,15 cm de altura, e a maior média observada no tratamento com 140% da ETo com 107,68 cm de altura, demonstrando a eficiência da irrigação para esta variável, de acordo com lâmina de irrigação aplicada ocorreu aumento na altura de inserção da última folha para todas as lâminas testadas.

Aos 65 DAS observa-se uma variação na altura de inserção da última folha de 14,03 cm entre a menor e a maior média, que ocorreram nos tratamentos sem irrigação e na lâmina de irrigação com 100% da ETo respectivamente, onde o tratamento sem irrigação apresentou uma média de 25,01 cm, e a lâmina de 100% da ETo apresentou 39,04 cm de altura, demonstrando acréscimo na altura de inserção da última folha a medida que as lâminas de irrigação aplicadas foram maiores, porém as lâminas maiores que 100% da ETo apresentaram uma diminuição de altura em relação a ela, fato esse que pode ser atribuído ao excesso hídrico causado a planta.

Figura 15 - Altura média de inserção da última folha para as diferentes lâminas de irrigação aplicadas, nas diferentes épocas de avaliação.



Já aos 72 DAS a maior média observada foi no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo, apresentando 67,12 cm de altura, enquanto que o tratamento sem irrigação ficou com uma altura média de inserção da última folha de

35,21 cm, sendo a amplitude de variação de 31,91 cm entre a menor e a maior média encontrada. Para a data do segundo corte, ou seja, aos 80 DAS observa-se um aporte de altura, a medida que as lâminas de irrigação aplicadas foram maiores, apresentando uma amplitude de variação de 32,54 cm entre a menor média observada no tratamento sem irrigação com 48,40 cm, e a maior média observada, no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo com 80,94 cm de altura de inserção da última folha.

Para as avaliações que compõe o terceiro corte todas as épocas apresentaram comportamento linear, demonstrando aumento na altura de inserção da última folha a medida que a lâmina de irrigação aplicada aumentava. Aos 94 DAS houve uma variação de 8,72 cm de altura entre a menor e a maior média, sendo no tratamento sem irrigação e na lâmina de irrigação com 140% da ETo respectivamente, onde as médias encontradas foram de 19,09 cm e 27,81 cm de altura de inserção da última folha. Para a época de avaliação aos 102 DAS foi observado uma amplitude de variação entre a menor e a maior média de 12,08 cm, sendo a menor média no tratamento sem irrigação com 37,91 cm, e a maior média no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo apresentando 49,99 cm de altura de inserção da última folha. Aos 110 DAS foi realizado o terceiro corte de uniformização, o qual apresentou comportamento linear, aumentando a altura de acordo com o aumento da lâmina de irrigação aplicada, apresentando uma amplitude de variação de 20,79 cm entre a menor e a maior média observada, sendo a menor média no tratamento sem irrigação o qual apresentou 52,33 cm de altura, já a maior média ficou com o tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo com 73,12 cm de altura de inserção da última folha.

Para as avaliações que compõe o quarto corte todas as épocas apresentaram comportamento linear, demonstrando aos 124 DAS e aos 140 DAS uma pequena diminuição na altura de inserção da última folha, à medida que as lâminas de irrigação aumentaram acima de 100% da ETo, podendo ser atribuído tal fato, ao excesso hídrico causado pelas irrigações. Na época de avaliação aos 124 DAS ocorreu uma variação de 10,1 cm entre a menor e a maior média observada, sendo no tratamento sem irrigação a menor altura de inserção da última folha encontrada com 11,75 cm, e a maior média no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, apresentando uma altura de 21,85 cm. Aos 132 DAS as plantas apresentaram acréscimo na altura de inserção da última folha de acordo com o aumento da lâmina

de irrigação aplicada, apresentando a maior média no tratamento com 140% da ETo, e a menor no tratamento sem irrigação, com uma amplitude de variação de 13,75 cm, onde a maior média encontrada foi de 46,24 cm e a menor de 32,49 cm. No quarto corte de uniformização aos 140 DAS a amplitude de variação foi de 23,74 cm na altura de inserção da última folha entre a menor e a maior média observada, sendo no tratamento sem irrigação a menor média obtida com 39,93 cm, e no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo a maior média encontrada com 63,36 cm.

Diante da observação das médias encontradas, para os quatro cortes de uniformização e suas respectivas épocas de avaliações, deve-se observar a diminuição na altura de inserção da última folha a medida que os cortes foram efetuados, fato que pode ser atribuído a perda natural de potencial fisiológico da planta, mas também deve ser levado em consideração o período de dias maior até o primeiro corte e a taxa de rebrota após cada corte, onde a planta emite novos perfilhos aumentando o número de colmos, e com a geração de novas plantas o potencial produtivo para esta variável diminui, porém ocorre um maior número de plantas por área de acordo com o presente estudo. Porém as lâminas de irrigação demonstraram efeitos significativos em todas as épocas avaliadas, evidenciando a importância da água para esta variável, onde a falta ou o excesso hídrico influencia diretamente à altura de inserção da última folha. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação para esta variável estão apresentadas nos Apêndices K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T respectivamente.

Araújo et al., (2011) estudando a morfogênese e crescimento do capim marandú irrigado, encontrou resultados que corroboram com os obtidos no presente estudo, onde os resultados encontrados demonstram efeito estatístico significativo quando irrigado em relação ao não irrigado para a variável altura de colmos.

Os resultados encontrados no presente estudo, também vão de encontro com os resultados encontrados por Costa et al., (2005) que estudando as unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas, no período das águas e na época seca, também demonstrou influência direta da disponibilidade hídrica para esta variável, pois quando semeado na época das águas, a altura de colmo foi significativamente maior que na época seca, demonstrando assim a importância do fornecimento hídrico adequado para a potencialização desta variável.

### 4.2.3 Número de plantas por metro quadrado

O aumento do número de plantas por metro quadrado, gerado através do perfilhamento é uma das variáveis responsáveis pelo incremento na produtividade de massa seca, porém, para estimular o perfilhamento e conseqüentemente aumentar o número de plantas é necessário o fornecimento hídrico adequado.

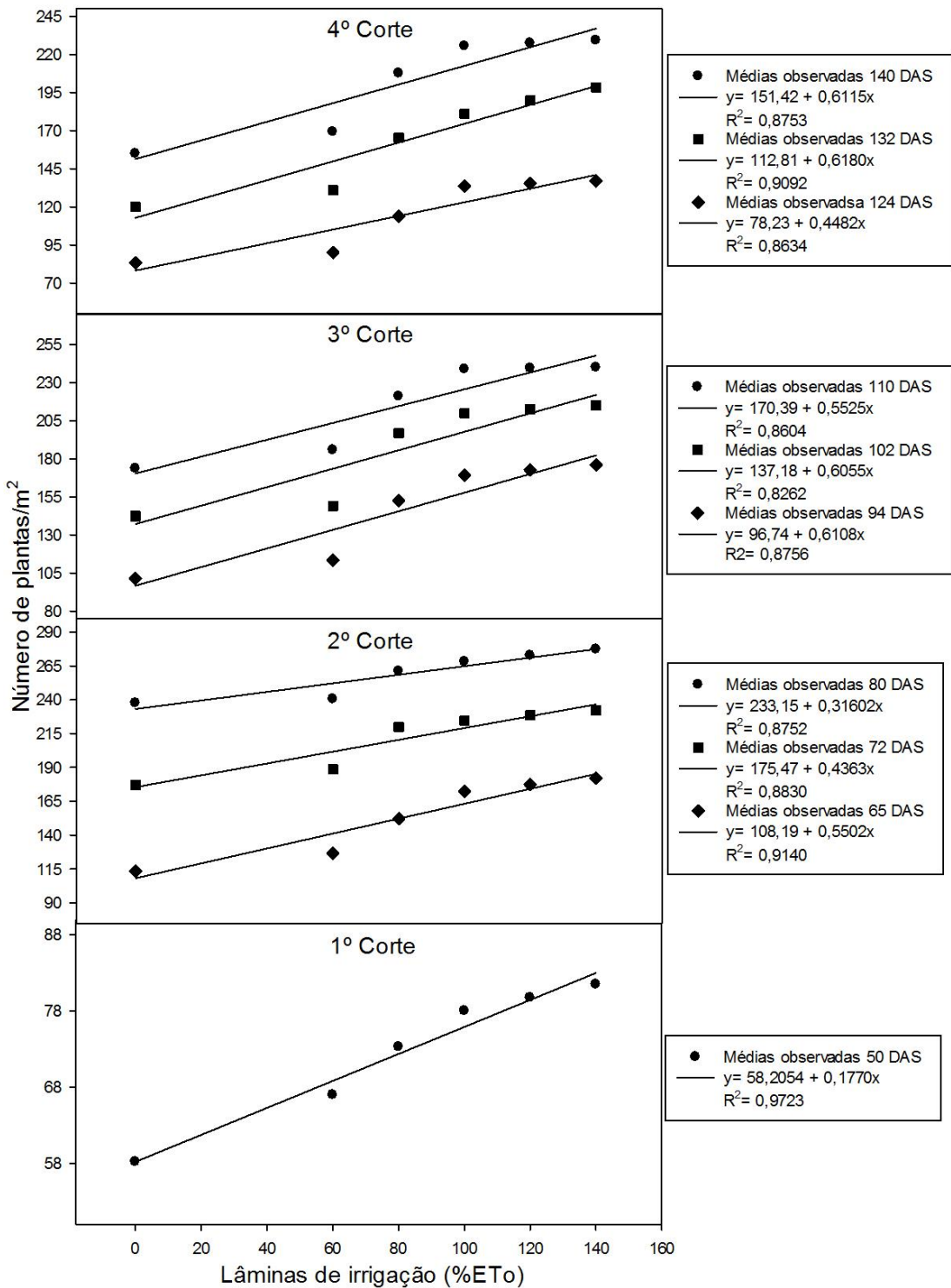
De acordo com os tratamentos efetuados, as repostas da cultura do capim sudão em relação aos diferentes níveis de suprimento hídrico, apresentaram maior número de plantas a medida que a lâmina de irrigação aumentou, como pode ser observado na Figura 16, que demonstra as médias dos resultados observados durante todo o período experimental, onde, em cada gráfico, é possível observar a evolução da cultura para cada época de realização dos cortes, sendo três avaliações em cada corte. Porém, até os 50 DAS houve apenas uma avaliação, realizada juntamente com o corte. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação para a variável número de plantas por metro quadrado estão apresentadas nos Apêndices U, V, W, X, Y, Z, AA, BB, CC, DD respectivamente.

As médias observadas durante o decorrer do experimento demonstram comportamento linear em todas as épocas e lâminas de irrigação testadas. Houve significância estatística para todas as lâminas de irrigação testadas, sendo posteriormente realizada a análise complementar de regressão. Para a utilização do delineamento em blocos ao acaso, não houve significância estatística apenas para as épocas de avaliação aos 80, 94, 102 e 110 DAS.

Em todas as épocas avaliadas a lâmina de irrigação com 140% da ETo apresentou as maiores médias de plantas por metro quadrado, demonstrando que a elevação da disponibilidade hídrica para a cultura proporciona maior estímulo ao perfilhamento, aumentando assim, o número de plantas por metro quadrado. Porém, o excesso hídrico causa redução no perfilhamento das plantas, mas tal fato não foi observado neste experimento, onde os níveis de irrigação foram mantidos até o limite máximo de 140% da ETo.



Figura 16 - Representação gráfica do número médio de plantas por metro quadrado nas respectivas épocas de avaliação em relação as lâminas de irrigação testadas.



As menores médias observadas em todas as épocas de avaliação foram no tratamento sem irrigação, evidenciando que a redução do perfilhamento está diretamente ligada a disponibilidade hídrica, pois quando em estresse a planta reduziu

a emissão de novos perfilhos, porém existem outros fatores responsáveis pela variação no número de plantas por metro quadrado, como a radiação solar, fotoperíodo, temperatura, fertilidade do solo, genótipo, cortes, mas para o presente estudo estas variáveis apresentaram-se normais durante todo o decorrer do experimento.

As maiores médias de plantas por metro quadrado foram observadas no segundo corte aos 80 DAS, para todos os tratamentos testados, podendo ser atribuído ao fato do primeiro corte de uniformização realizado ter estimulado o perfilhamento, e também, a ocorrência de maior fotoperíodo e radiação solar neste período. Aos 80 DAS a cultura demonstrou o maior potencial observado para esta variável, ocorrendo nos cortes subsequentes uma diminuição no número de plantas, devido a diminuição natural do potencial fisiológico da cultura e também da diminuição da radiação e fotoperíodo. Observou-se uma amplitude de variação aos 80 DAS de 39,67 plantas/m<sup>2</sup>, onde a lâmina de irrigação com 140% da ETo apresentou a média de 277,17 plantas/m<sup>2</sup>, e o tratamento sem irrigação ficou com a média de 237,5 plantas/m<sup>2</sup>.

As menores médias observadas foram no primeiro corte aos 50 DAS, embora a planta esteja com um alto potencial produtivo neste período, o perfilhamento não foi estimulado através do corte, fazendo com que as medias observadas nesse período fossem as menores durante todo o experimento, apresentando uma amplitude de variação entre a maior e a menor média de 23,28 plantas/m<sup>2</sup>, sendo a maior média na lâmina com 140% da ETo com 81,5 plantas/m<sup>2</sup>, e a menor média observada no tratamento sem irrigação com 58,22 plantas/m<sup>2</sup>.

A maior variação no número de plantas/m<sup>2</sup> foi observado aos 132 DAS, apresentando uma amplitude de 78,56 plantas/m<sup>2</sup> entre a maior e a menor média, sendo elas na lâmina de irrigação com 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, apresentando as médias de 198,52 e 119,96 plantas/m<sup>2</sup>. Demonstrando a importância da irrigação suplementar para o estímulo do perfilhamento, onde com o aumento da disponibilidade hídrica a cultura apresentou um incremento no número de plantas/m<sup>2</sup> em todas as épocas de avaliação em todos os tratamentos, respectivamente ao aumento da lâmina de irrigação.

Nas espécies forrageiras os períodos de déficit hídrico causam queda no perfilhamento, ocasionado pela redução na disponibilidade de nutrientes absorvidos pelas plantas, uma vez que a absorção de nutrientes se dá através do fluxo de massa

na solução do solo, dessa forma o déficit hídrico dificulta a absorção e translocação de nutrientes para os pontos de crescimento, limitando o desenvolvimento da planta (PREMAZZI et al., 2003; TAIZ E ZEIGER, 2004).

Orth et al., (2012) estudando a produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão, encontrou resultados semelhantes para a quantidade de plantas/m<sup>2</sup> para a cultura do capim sudão no momento do primeiro corte, embora não tenha sido utilizado irrigação, a média observada foi de 72 afilhos/m<sup>2</sup>, enquanto que os resultados observados no presente estudo variaram de 58 a 81 afilhos/m<sup>2</sup> para o tratamento não irrigado e o tratamento com lâmina de irrigação de 140% da ETo respectivamente.

Em trabalho realizado em Viçosa – MG, Cunha et al., (2007) estudando as características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. tanzânia irrigado, observaram a elevação no número de plantas/m<sup>2</sup> a medida que a lâmina de irrigação aumentou, demonstrando a importância e a influência da disponibilidade hídrica sob esta variável, visto que a maior quantidade de água disponível no solo facilita a absorção de nutrientes pela planta, estimulando o perfilhamento.

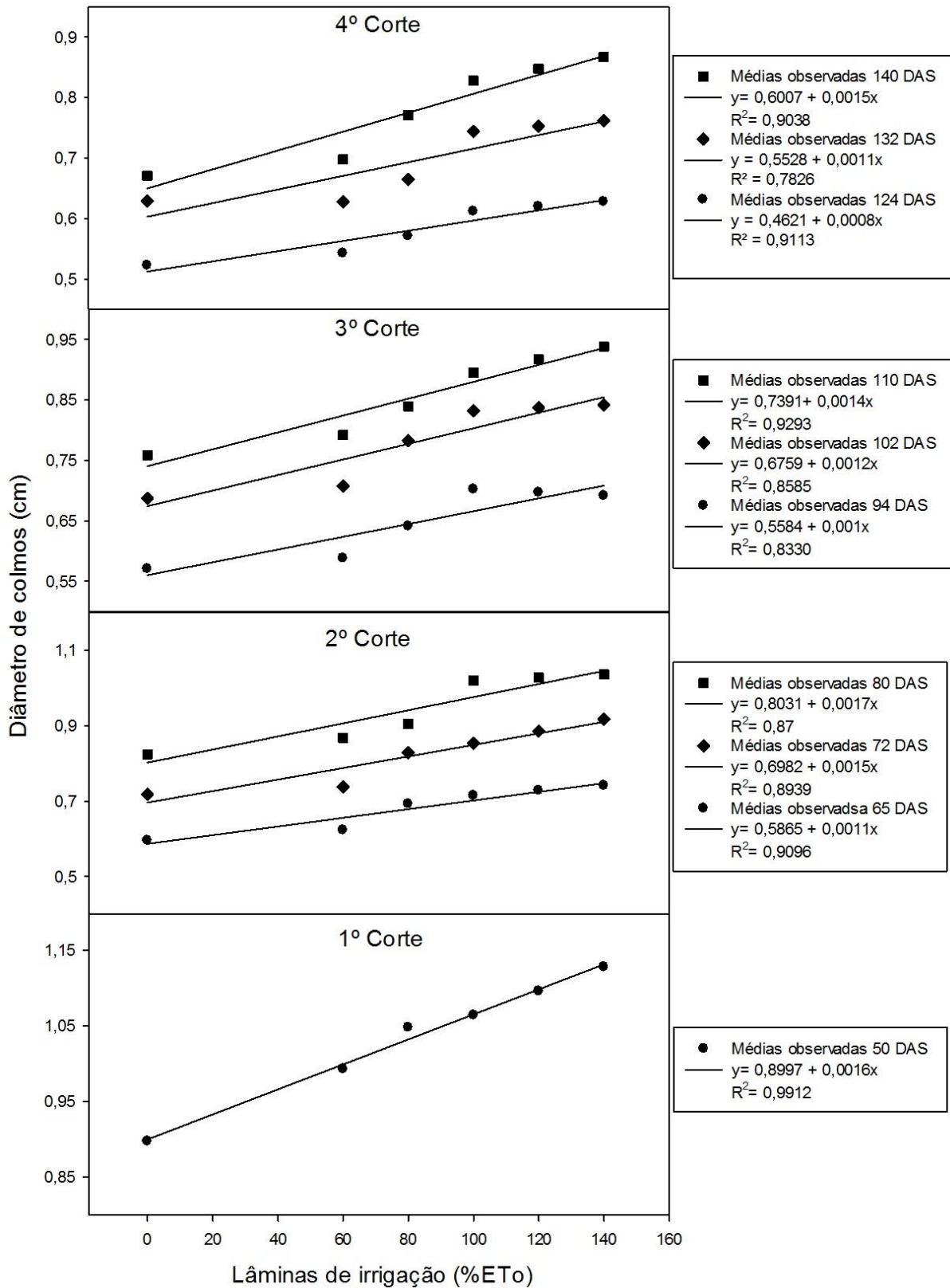
#### **4.2.4 Diâmetro de colmos**

Para esta variável, as médias observadas nas diferentes lâminas de irrigação estudadas, durante os quatro cortes de uniformização, apresentaram diferença estatística significativa a nível de 5% de probabilidade de erro, para todas as lâminas de irrigação testadas, demonstrando um aumento no diâmetro de colmos a medida que a lâmina de irrigação aplicada aumentou, evidenciando a importância do fornecimento hídrico adequado para a otimização desta variável.

Para a utilização de blocos houve diferença estatística significativa para todas as épocas avaliadas, exceto aos 80 dias após a semeadura (DAS), demonstrando assim a eficiência do bloqueamento utilizado.

As médias encontradas durante as épocas de avaliações estão representadas na Figura 17, onde pode-se observar a evolução do diâmetro de colmo para cada corte realizado, sendo apresentado em cada gráfico as épocas das três avaliações realizadas para cada corte. Salientando que para o primeiro corte, ou seja, aos 50 DAS houve apenas uma avaliação, no momento do corte de uniformização.

Figura 17 - Representação gráfica do diâmetro médio de colmos, observado nas diferentes épocas de avaliação, sob as diferentes lâminas de irrigação testadas.



Durante os quatro cortes de uniformização é possível observar o aumento no diâmetro de colmos à medida que a lâmina de irrigação aumentou, demonstrando um comportamento linear em todas as épocas avaliadas.

Em todas as épocas de avaliação as maiores médias observadas foram no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo, demonstrando um aumento gradativo do diâmetro de colmos em relação ao aumento da água aplicada, exceto para a época de avaliação aos 94 DAS o diâmetro de colmo foi maior no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, podendo ser atribuído a esse fato o excesso hídrico causado as plantas nos tratamento com quantidade maior de água. Já as menores médias ficaram todas no tratamento sem irrigação, evidenciando a diminuição do diâmetro de colmos em função do estresse hídrico.

A lâmina de irrigação com 140% da ETo apresentou uma amplitude de variação entre os cortes de 0,69 cm, entre a maior e a menor média observada, sendo o maior diâmetro de colmos observado no primeiro corte aos 50 DAS com 1,13 cm, e a menor média aos 140 DAS com 0,82 cm. Para as menores médias observadas, sendo no tratamento sem irrigação, ocorreu uma variação no diâmetro de colmos de 0,28 cm entre a maior e a menor média, sendo observado no primeiro corte o maior diâmetro médio de colmos com 0,9 cm, a menor média foi observada no quarto corte, que apresentou um diâmetro médio de 0,62 cm, demonstrando uma diminuição nas médias para esta variável a medida que os cortes de uniformização foram efetuados.

Os maiores diâmetros de colmos observados foram aos 50 DAS, ocorrendo uma diminuição no diâmetro após cada corte de uniformização, podendo ser atribuído ao intervalo de dias maior até o primeiro corte (50 DAS), também por não ter ocorrido corte de uniformização até o presente momento, pois após o corte o perfilhamento é estimulado pela planta, e com o suprimento hídrico e as condições climáticas adequadas, ocorre um aumento no número de colmos/m<sup>2</sup> e conseqüentemente, o diâmetro de colmos diminui. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação para a variável diâmetro de colmos estão apresentadas nos Apêndices EE, FF, GG, HH, II, JJ, KK, LL, MM, NN respectivamente.

Queiróz (2014), em estudo sobre o balanço energético da produção de sorgo sacarino em cultivo irrigado e não irrigado, observou um incremento no diâmetro de colmos de 14%, para o tratamento irrigado em relação ao não irrigado para o genótipo EJ7281, corroborando com os resultados encontrados neste experimento, o qual apresentou o maior incremento para esta variável aos 80 DAS, onde no tratamento

com a lâmina de irrigação de 140% da ETo apresentou 1,04 cm de diâmetro, enquanto que o tratamento não irrigado apresentou 0,82 cm, demonstrando um incremento de 20% para o diâmetro de colmos.

Em estudo sobre a influência de diferentes lâminas de irrigação na produção de sorgo forrageiro, Kirchner (2015) observou comportamento semelhante ao encontrado nesta pesquisa, onde o incremento para o diâmetro de colmos ocorreu de forma linear em relação ao aumento da lâmina de irrigação aplicada, sendo aos 50 DAS os maiores diâmetros de colmos observados, para todos os tratamentos testados. Os cortes subsequentes demonstraram uma redução no diâmetro de colmos, ocasionado pelo aumento no número de plantas, ocorrido devido ao estímulo do perfilhamento através do corte, gerando mais plantas, porém com menor diâmetro de colmos.

Moreira (2011), em trabalho com sorgo sacarino irrigado, estudando a diferença no diâmetro de colmos, observou um aumento no diâmetro a medida que a lâmina de irrigação aumentou, estando de acordo com o presente estudo. Onde para os níveis de 20, 40, 60 e 80 % da capacidade de campo aos 30 DAS encontrou diâmetros de 8,3; 14,0; 16,1 e 19,1 mm respectivamente, estando condizente com os resultados encontrados no presente estudo, onde, foi observado aos 50 DAS diâmetros de colmo de 11,3; 11,0; 10,6; 10,5; 9,9 e 9,0 mm para os tratamentos com lâmina de irrigação com 140, 120, 100, 80, 60 e 0% da ETo respectivamente, visto que a cultura do capim sudão apresenta como característica, menor diâmetro de colmo e maior perfilhamento em relação a cultura do sorgo.

#### **4.2.5 Índice de área foliar**

O índice de área foliar é uma das variáveis mais importantes para culturas forrageiras, visto que nas folhas existe maior valor nutricional do que nos colmos, maior palatabilidade, e, conseqüentemente, a engorda dos animais em pastejo é mais precoce quanto maior for o índice de área foliar.

As médias observadas para os diferentes tratamentos avaliados, apresentaram significância estatística para todas as lâminas de irrigação testadas, sendo utilizado a análise complementar de regressão, demonstrando um acréscimo no índice de área foliar a medida que a lâmina de irrigação aumentou, apresentando comportamento linear em todas as lâminas de irrigação testadas nas diferentes épocas de avaliação,

podendo ser atribuído a tal fato, a combinação da irrigação com a maior interceptação da luz solar a medida que o IAF aumenta, que conseqüentemente ocorre maior taxa fotossintética estimulando cada vez mais o aumento do IAF, gerando um comportamento linear da cultivar.

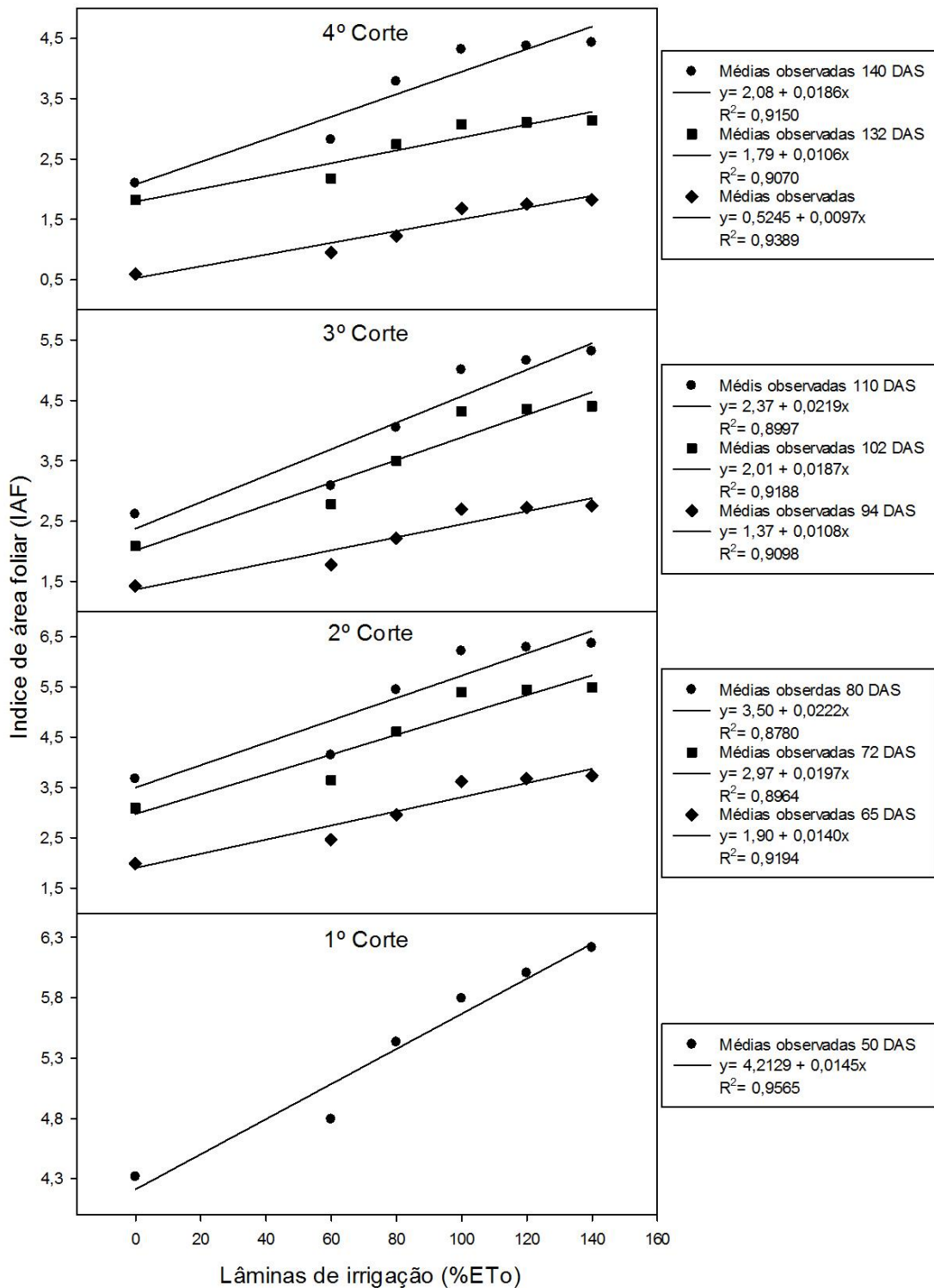
Na Figura 18 serão apresentadas as médias observadas em cada lâmina de irrigação testada, para as diferentes épocas de avaliação, com as respectivas equações representadas. A utilização do delineamento em blocos ao acaso foi significativo estatisticamente para a maioria das épocas avaliadas, não apresentando significância estatística apenas para as épocas de 65, 72, 80 e 124 DAS. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação estão apresentadas nos Apêndices OO, PP, QQ, RR, SS, TT, UU, VV, WW, XX respectivamente.

Aos 50 DAS as médias observadas apresentaram uma amplitude de variação do IAF de 1,89, apresentando um acréscimo à medida que as lâminas de irrigação aumentaram, sendo seu comportamento linear, demonstrando a importância do suprimento hídrico adequado para o incremento do IAF. A maior média observada aos 50 DAS foi no tratamento com lâmina de irrigação de 140% da ETo, apresentando um IAF de 6,21, e a menor média observada foi no tratamento sem irrigação que apresentou o IAF de 4,32.

Para as avaliações que compõe o segundo corte, aos 65 DAS foi observado uma variação no IAF de 1,72 entre a maior e a menor média, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, os quais apresentaram as médias do IAF de 3,73 e 1,99. Aos 72 DAS as médias observadas apresentaram uma variação no IAF de 2,4 entre a maior e a menor média observada, sendo no tratamento com lâmina de irrigação de 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, onde as médias encontradas foram de 5,49 e 3,09.

Na avaliação aos 80 DAS, observou-se a maior média durante todo o experimento para esta variável, podendo ser atribuído ao fato, de após o primeiro corte ocorrer estímulo ao perfilhamento, gerando um número maior de plantas com diâmetro de colmo menor, diante disso, quando o suprimento hídrico é adequado o IAF apresenta-se maior do que no primeiro corte, tornando-se esse o período mais favorável para a alimentação animal, pois é quando a pastagem fornece maior quantidade de nutrientes devido ao elevado IAF e a redução do diâmetro de colmos influenciando diretamente na relação folha/colmo .

Figura 18 - Representação gráfica do índice de área foliar sob diferentes lâminas de irrigação, em todas as épocas de avaliação da cultura.



Observou-se uma amplitude de variação no IAF de 2,69 entre a maior e a menor média, sendo elas no tratamento com 140% da ET<sub>o</sub> e no tratamento sem irrigação



respectivamente, onde apresentaram IAF de 6,36 e 3,67, demonstrando maior expansão foliar respectivamente ao aumento da lâmina de irrigação.

Para as avaliações que compõe o terceiro corte, pode-se observar aos 94 DAS uma variação no IAF de 1,33 entre a maior e a menor média encontrada, sendo elas, no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, apresentando as médias de 2,75 e 1,42, sendo elas menores do que as observadas após o primeiro corte aos 65 DAS, podendo ser atribuído a diminuição do perfilhamento, através da perda de potencial fisiológico da planta após o segundo corte, que, conseqüentemente gerou menor IAF.

Aos 102 DAS a maior média observada foi de 4,4 no tratamento com lâmina de irrigação de 140% da ETo, e a menor média foi encontrada no tratamento sem irrigação com IAF de 2,09, apresentando uma variação entre a maior e a menor média de 2,31.

Na data do terceiro corte, aos 110 DAS, as médias observadas seguiram a mesma tendência das demais épocas de avaliação, sendo a maior média observada no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo com o IAF de 5,31, e a menor média no tratamento sem irrigação com IAF de 2,61, apresentando uma amplitude de variação de 2,7 entre a maior e a menor média, observou-se também um decréscimo no IAF em relação ao primeiro e segundo corte, sendo tal fato atribuído a diminuição do potencial fisiológico da planta, porém, o incremento conforme a lâmina de irrigação aplicada seguiu a mesma tendência dos cortes anteriores, apresentando aumento no IAF à medida que a lâmina de irrigação aumentou.

Aos 124 DAS as médias observadas demonstraram decréscimo no IAF em relação as épocas das avaliações anteriores, para todos os tratamentos, demonstrando a perda de potencial da cultivar a medida que os cortes foram realizados, apresentando uma variação no IAF de 1,23 entre a maior e a menor média, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, com as médias para o IAF de 1,83 e 0,6.

Para a época de avaliação aos 132 DAS as médias observadas apresentaram uma amplitude de variação no IAF de 1,32 entre a maior e a menor média, sendo elas no tratamento com 140% da ETo, e no tratamento sem irrigação respectivamente, onde apresentaram as médias para o IAF de 3,14 e 1,82. Na época do quarto corte, aos 140 DAS, observa-se as menores médias para todos os tratamentos em relação as épocas dos cortes anteriores, demonstrando que a perda de potencial da cultivar

reflete diretamente no índice de área foliar, onde as médias observadas para o IAF foram de 4,43 no tratamento com a lâmina de irrigação com 140 % da ETo e 2,1 no tratamento sem irrigação, apresentando uma amplitude de variação de 2,33 para o IAF.

Os resultados encontrados nesta pesquisa, para esta variável, estão de acordo com Mello & Pedreira (2004), que verificando as respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada, observou um comportamento linear no IAF em todos os tratamentos testados. Também observou, o decréscimo do IAF à medida que foram efetuados os pastejos, devido à perda de potencial produtivo da cultivar.

Os resultados encontrados vão ao encontro dos obtidos por Viana et al., (2005), que trabalhando com a produção de biomassa e índice de área foliar em gramíneas forrageiras em sistemas irrigado e de sequeiro, durante a estação seca obtiveram incremento no índice de área foliar de 25 % no sistema irrigado em relação ao não irrigado para as espécies forrageiras estudadas, sendo elas, o capim Tanzânia, Marandú e Pioneiro, onde os índices variaram de 1,52 a 4,16, estando os valores coerentes com os obtidos no presente trabalho, onde apresentaram em todas as épocas tendência linear de aumento conforme o incremento da lâmina de irrigação.

Porém, Andrade et al., (2005) analisando o crescimento do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado, encontrou uma resposta diferente para o IAF, onde observou um comportamento sigmoidal para todos os tratamentos testados, sendo eles, avaliar a evolução do IAF sob diferentes níveis de adubação, irrigação e as idades de rebrotação após pastejo. Onde observou o aumento do IAF até por volta dos 55 dias após o pastejo, e posteriormente as médias observadas estabilizaram-se até o final do trabalho.

#### **4.2.6 Relação folha/colmo**

A relação folha/colmo demonstra algumas características da cultura, como a digestibilidade e o teor de proteína, mas também está correlacionado ao consumo animal, pois quando ocorre maior quantidade de folhas o consumo tende a ser maior, devido a sua maior palatabilidade, digestibilidade e também ao maior teor de proteína. Sendo assim quanto mais elevada a relação folha/colmo, maior será o consumo animal e conseqüentemente o ganho de peso será precoce, o aumento da relação

folha/colmo é obtido através da alta taxa de perfilhamento apresentado pela cultura, mas também, é de suma importância o fornecimento hídrico adequado para que esta variável se eleve.

A relação folha/colmo é uma característica importante na previsão do valor nutritivo da forrageira (TOMICCH et al., 2004). Para Benedetti (2002), a relação folha/colmo é um dos principais parâmetros para a alimentação de ruminantes, mais importante do que a disponibilidade de massa seca, uma vez que estão nas folhas os maiores teores de nutrientes.

Na Tabela 7, estão representadas as médias observadas durante o decorrer do experimento, nas suas respectivas épocas de avaliação, e nos diferentes tratamentos de irrigação. Houve diferença estatística para os tratamentos de irrigação testados para as épocas de avaliação referente aos 65 DAS, 80 DAS, 94 DAS, 132 DAS e 140 DAS, apresentando nessas épocas comportamento linear, as demais épocas avaliadas não apresentaram diferença estatística significativa. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação estão apresentadas nos Apêndices YY, ZZ, AAA, BBB, CCC, DDD, EEE, FFF, GGG, HHH respectivamente.

Tabela 6 - Relação folha/colmo nas diferentes épocas de avaliação, e sob diferentes tratamentos de irrigação.

Lâminas de irrigação (%Eto)	Dias após semeadura (DAS)									
	50	65*	72	80*	94*	102	110	124	132*	140*
<b>140</b>	0,63	0,84	0,98	1,07	0,92	1	1,02	1,08	1,02	0,99
<b>120</b>	0,65	0,84	0,97	1,06	0,88	1,03	0,98	1,12	1,07	1,02
<b>100</b>	0,67	0,83	0,96	1,05	0,83	1,08	0,95	1,16	1,14	1,05
<b>80</b>	0,65	0,9	1,02	1,08	0,73	0,98	0,96	1,21	1,02	0,97
<b>60</b>	0,64	0,92	1,03	1,12	0,6	0,94	0,92	1,22	0,96	0,94
<b>0</b>	0,58	1,28	1,12	1,19	0,57	0,9	0,89	1,22	0,98	0,93
<b>Média</b>	0,64	0,94	1,01	1,1	0,76	0,99	0,95	1,17	1,03	0,98
<b>CV</b>	13,4	19,9	9,4	4,71	3,7	8,42	9	9,89	5,67	3,41
<b>Equação</b>	—	Linear	—	Linear	Linear	—	—	—	Linear	Linear
<b>a</b>	—	1,2009	—	1,1816	0,5212	—	—	—	0,9765	0,9318
<b>b</b>	—	-0,003	—	-0,0009	0,0028	—	—	—	0,0007	0,0006
<b>R<sup>2</sup></b>	—	0,809	—	0,8658	0,8944	—	—	—	0,288	0,4602

\* Houve Diferença estatística significativa.

Aos 50 DAS observou-se a menor relação folha/colmo ao longo de todo o experimento, podendo ser atribuído ao fato do perfilhamento ser menor até o primeiro corte, pois após o corte ocorre o estímulo à planta para o perfilhamento, gerando assim maior quantidade de folhas em relação aos colmos.

Na segunda época de avaliação aos 65 DAS, observar-se um incremento na relação folha/colmo ocasionado pelo aumento do perfilhamento, aos 72 DAS mesmo não apresentando diferença estatística para os diferentes tratamentos de irrigação testados, observa-se uma elevação nas médias em relação à época anterior, devido ao desenvolvimento dos perfilhos. Na época de avaliação referente ao segundo corte, ou seja, aos 80 DAS, observou-se a segunda maior média geral de todo o experimento, demonstrando uma inversão na relação folha/colmo em comparação ao primeiro corte o qual apresentava mais colmos do que folhas, já aos 80 DAS observa-se a ocorrência da maior quantidade de folhas em relação aos colmos, sendo considerado a melhor época para a alimentação animal, visto que a quantidade de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de folhas foi a maior durante todo o experimento.

Aos 94 DAS, pode-se observar um aumento linear na relação folha/colmo, à medida que aumentou as lâminas de irrigação, mesmo não sendo este o comportamento padrão nas outras épocas de avaliação, apresentando uma amplitude de variação de 0,35 entre a maior e a menor média, sendo no tratamento com 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, os quais apresentaram as médias de 0,92 e 0,57.

Aos 124 DAS, mesmo não apresentando diferença estatística significativa observou-se as maiores médias durante todo o experimento, podendo ser atribuído ao fato de ser a primeira avaliação após o terceiro corte, quando as plantas apresentavam menor altura de colmos, quantidade de folhas maior, e o perfilhamento estava estimulado pelo terceiro corte de uniformização.

Na época de avaliação aos 132 DAS, foi observado a maior média no tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da ETo, demonstrando que neste tratamento houve maior quantidade de folha em relação aos demais, e que a cultura foi estimulada pelo suprimento hídrico adequado, sem excesso e sem estresse hídrico, apresentando uma variação entre a maior e a menor média de 0,18, sendo a maior média observada no tratamento com 100% da ETo com 1,14 e a menor média no tratamento com 60% da ETo com 0,96.

No quarto corte de uniformização, ou seja, aos 140 DAS, foi observado comportamento semelhante a época anterior, onde a maior média observada foi no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, demonstrando a importância de irrigar na medida certa, pois a produção de folhas foi favorecida, neste tratamento a média observada foi de 1,05, e a menor média encontrada foi no tratamento sem irrigação o qual apresentou 0,93, demonstrando uma amplitude de variação de 0,12.

Rodrigues et al., (2006) estudando o efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-tanzânia irrigado nos tabuleiros litorâneos do Piauí, não observou diferença significativa para os diferentes tratamentos testados, porém observou que a relação folha/colmo é inversamente proporcional à idade da planta, Batista et al. (1986) também encontraram decréscimos na relação folha/colmo, com o aumento da idade do capim-canarana (*Echnocloa pyramidalis*), causado pelo alongamento das hastes em detrimento da folhagem, apresentando consequências negativas na qualidade forrageira.

Mota et al., (2010) trabalhando com lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais, observou a diminuição da relação folha/colmo conforme o incremento da lâmina de irrigação quando combinado com aplicação de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N, tendo a maior relação no tratamento sem irrigação com cerca de 3,5 e a menor na lâmina de irrigação de 120% da ETo com cerca de 2,00.

Por outro lado os resultados são contraditórios aos obtidos por Lopes et al., (2005) que trabalhando com o efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante, não observaram efeito estatístico significativo para a relação folha/colmo nos tratamentos com e sem irrigação.

#### **4.2.7 Produção de massa seca**

Esta variável é de suma importância para a alimentação animal, pois o adequado fornecimento de pastagens, depende da quantificação correta da massa seca produzida por área, para determinação da capacidade de lotação animal. É importante conhecer o comportamento da produção de massa seca durante todo o ciclo, após os cortes ou pastejo ocorrem mudanças nas características das plantas e na produtividade, sendo imprescindível o entendimento destas, para o adequado

manejo dos animais. Diante disso este capítulo será dedicado a demonstração dos resultados encontrados em cada época de avaliação.

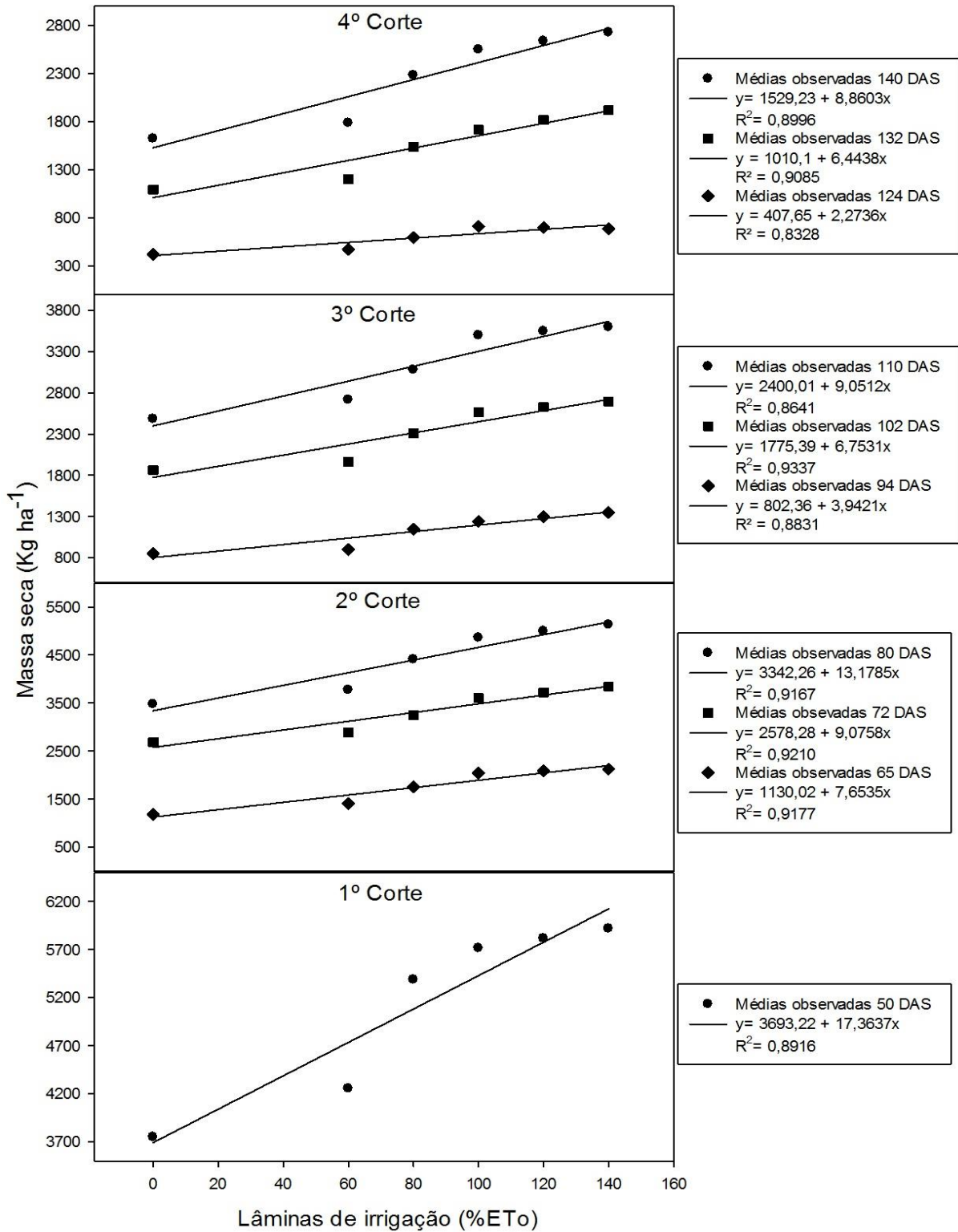
A produção de massa seca ao longo de todo período experimental sofreu influência das diferentes lâminas de irrigação testadas, e também dos quatro cortes de uniformização realizados. Para todas as avaliações realizadas nas diferentes épocas, observou-se diferença estatística significativa para as lâminas de irrigação testadas, sendo posteriormente realizado a análise complementar de regressão, apresentando em todas as épocas dos cortes de uniformização comportamento linear em relação ao aumento das lâminas de irrigação.

Serão apresentadas as médias observadas durante todo período de condução do experimento na Figura 19, sendo composto cada gráfico com as médias das respectivas épocas de avaliação de cada corte, salientando que para o primeiro corte de uniformização, houve apenas uma avaliação na data do corte ou seja aos 50 DAS. A ANOVA e a análise complementar para cada época de avaliação estão apresentadas nos Apêndices III, JJJ, KKK, LLL, MMM, NNN, OOO, PPP, QQQ, RRR respectivamente.

No primeiro corte de uniformização aos 50 DAS, foram observadas as maiores médias durante a condução do experimento em todas as lâminas de irrigação testadas, podendo ser atribuído ao alto vigor da cultura antes do primeiro corte. Também deve-se ao fato do período de tempo maior até o primeiro corte em relação aos demais, visto que a fase inicial da cultura apresenta desenvolvimento mais lento e recomenda-se maior período de tempo até o corte. A amplitude de variação foi de 2168,29 kg ha<sup>-1</sup> entre a maior e a menor média, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo a maior média observada com 5918,26 kg ha<sup>-1</sup> e no tratamento sem irrigação a menor com 3749,97 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrando a importância do suprimento hídrico adequado afim de elevar a produção de massa seca.

Aos 65 DAS observou-se a diferença na produção de massa seca nos diferentes tratamentos de irrigação testados, demonstrando a capacidade de rebrote da cultura, sendo observada as maiores médias após os cortes para as respectivas épocas de avaliação, durante todo o período experimental, a qual apresentou uma amplitude de variação de 951,31 kg ha<sup>-1</sup> entre a maior e a menor média observada, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo, e no tratamento sem irrigação respectivamente, os quais apresentaram uma produção de 2130,17 kg ha<sup>-1</sup> e 1178,86 kg ha<sup>-1</sup>.

Figura 19 - Produção de massa seca nas diferentes épocas de avaliação sob diferentes lâminas de irrigação.



A época de avaliação aos 72 DAS seguiu o comportamento padrão observado durante as avaliações, sendo linear, a amplitude de variação observada foi de 1154,20

kg ha<sup>-1</sup>, entre a maior e a menor média observada, as quais foram nos tratamentos com lâmina de irrigação de 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, apresentando uma produção de 3846,95 kg ha<sup>-1</sup> e 2692,74 kg ha<sup>-1</sup>.

Na época do segundo corte, ou seja, aos 80 DAS, a produção de massa seca apresentou decréscimo em relação ao primeiro corte, porém, a massa seca das folhas foi maior, fato desejável à alimentação animal pois nas folhas ocorre maior concentração de nutrientes e o consumo é maior, devido à maior palatabilidade em relação aos colmos. O comportamento das médias observadas apresentaram-se linear a medida que foram aumentados os níveis de irrigação, demonstrando que a produção de massa seca se eleva à medida que a disponibilidade hídrica é maior, até a lâmina de irrigação com 140% da ETo.

A amplitude de variação entre a maior e a menor média observada foi de 1655,75 kg ha<sup>-1</sup>, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo, e no tratamento não irrigado respectivamente, os quais apresentaram as médias de 5130,62 kg ha<sup>-1</sup> e 3474,87 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a segunda maior produção de MS encontrada, porém, como citado anteriormente, foi a maior produção de folhas de todo o experimento.

A produção de massa seca aos 94 DAS foi menor que aos 65 DAS, demonstrando a diminuição no potencial produtivo e rebrote da cultura após o segundo corte. A amplitude de variação entre a maior e a menor média foi de 494,53 kg ha<sup>-1</sup>, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, apresentando as médias de 1349,11 kg ha<sup>-1</sup> e 854,58 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 102 DAS, a variação entre a maior e a menor média observada foi de 833,52 kg ha<sup>-1</sup>, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, onde as médias observadas foram de 2695,46 kg ha<sup>-1</sup> e 1861,94 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando um decréscimo na produção em relação a época de avaliação aos 72 DAS.

No terceiro corte, aos 110 DAS, as médias observadas apresentaram uma amplitude de variação de 1113,4 kg ha<sup>-1</sup> entre a maior e a menor média, sendo elas no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo e no tratamento sem irrigação, apresentado uma diminuição na produção de MS em relação ao segundo corte efetuado aos 80 DAS, demonstrando a diminuição no potencial produtivo da cultura ocasionado pelos cortes de uniformização e pelas condições climáticas,



porém, a resposta aos níveis de irrigação testados são evidentes, apresentando um aumento de produção linear em relação as lâminas de irrigação aplicadas.

Para a época de avaliação aos 124 DAS, pode-se observar as menores médias durante a condução de todo o experimento, pois as plantas encontravam-se com baixa capacidade de rebrote, onde a amplitude de variação entre a maior e a menor média observada foi de 288,67 kg ha<sup>-1</sup>, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da ETo e no tratamento sem irrigação respectivamente, apresentando médias de 710,82 kg ha<sup>-1</sup> e 422,15 kg ha<sup>-1</sup>.

Aos 132 DAS as respostas aos tratamentos de irrigação demonstraram aumento na produção de MS a medida que a lâmina de irrigação aplicada foi maior. A amplitude de variação entre a maior e a menor média observada foi de 822,4 kg ha<sup>-1</sup>, sendo o tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo e o tratamento sem irrigação respectivamente, onde as médias observadas foram de 1918,14 kg ha<sup>-1</sup> e 1095,73 kg ha<sup>-1</sup>.

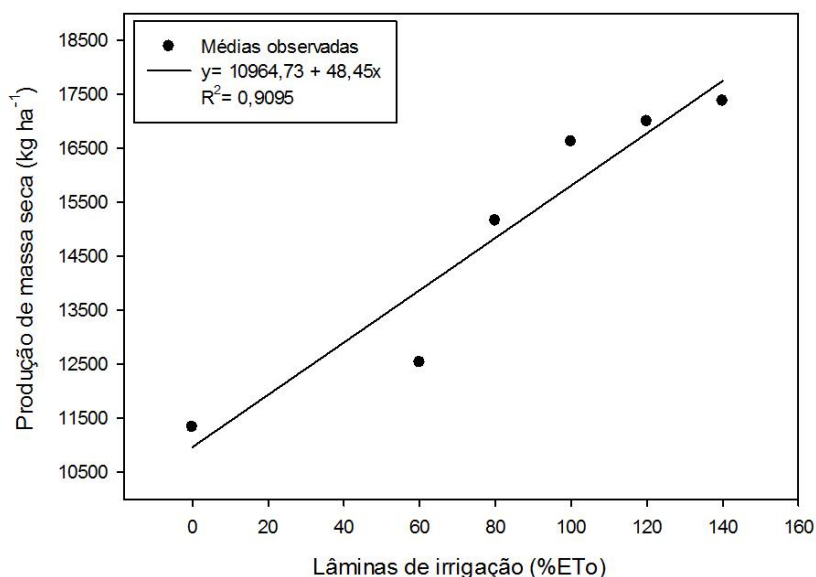
No quarto e último corte, aos 140 DAS, as médias encontradas para esta época foram as menores entre todos os cortes realizados, devido à perda de potencial produtivo ao longo dos cortes, e também a época do ano, com menor radiação solar, e, conseqüentemente, menor crescimento e desenvolvimento das plantas. Porém, mesmo com a baixa produção de MS as médias encontradas foram satisfatórias em relação aos trabalhos publicados com outras culturas forrageiras, e demonstram que a cultura suporta os quatro cortes efetuados, produzindo forragem em quantidade e qualidade suficiente para a alimentação animal. Deve-se observar a amplitude de variação entre a maior e a menor média de 1104,97 kg ha<sup>-1</sup>, sendo no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo e o tratamento sem irrigação, os quais apresentaram médias de 2727,9 kg ha<sup>-1</sup> e 1622,94 kg ha<sup>-1</sup>.

Diante dos resultados observados para esta variável, é possível inferir que o comportamento da cultura em todos os cortes de uniformização manteve-se semelhante, apresentando as maiores médias nas lâminas de irrigação mais elevadas, e as menores no tratamento sem irrigação, comprovando a importância do suprimento hídrico adequado durante todos os estágios de desenvolvimento das plantas, para que assim, obtenha-se a produção de massa seca esperada.

A produção total de massa seca da cultura do capim sudão ao longo dos quatro cortes de uniformização para os diferentes tratamentos de irrigação testados, também apresentou diferença estatística significativa, sendo utilizada a análise complementar

de regressão, observa-se na Figura 20 o comportamento linear na produção de massa seca em relação ao aumento das lâminas de irrigação. A ANOVA e a análise complementar está apresentada no Apêndice SSS.

Figura 20 - Produção total de massa seca ao longo dos cortes sob diferentes lâminas de irrigação.



A produção total de massa seca apresentou um coeficiente de variação de 3,18%, demonstrando a confiabilidade dos dados. A equação ajustada foi de primeiro grau, apresentando um  $R^2$  de 90,95%, o que comprova o bom ajustamento da equação.

O tratamento que apresentou a maior produtividade de massa seca durante a condução de todo o experimento foi na lâmina de irrigação de 140 % da ETo com 17374,33 kg ha<sup>-1</sup>, seguida pela lâmina de 120 % com 16998,05 kg ha<sup>-1</sup>, na sequência a de 100 % com 16621,66 kg ha<sup>-1</sup>, após a lâmina de 80 % com 15158,74 kg ha<sup>-1</sup>, e as menores médias foram obtidas na lâmina de 60 % com 12530,45 kg ha<sup>-1</sup> e a menor produtividade na lâmina não irrigada com 11332,03 kg ha<sup>-1</sup>.

O aumento das lâminas de irrigação apresentaram um acréscimo linear nos tratamentos testados, porém, observa-se que a lâmina de irrigação com 60% da ETo, apresentou um pequeno aumento em relação ao tratamento sem irrigação, podendo ser atribuído ao ano com precipitações acima da média, que colaboraram para a produção de massa seca do tratamento sem irrigação, mas observa-se que a lâmina

de irrigação com 80% da ETo apresentou um aumento significativo na produção em relação aos tratamentos sem irrigação e com a lâmina de irrigação com 60% da ETo, demonstrando que o fornecimento hídrico a partir deste ponto, exerce forte influência na produção de massa seca.

As médias variaram de 11332,03 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento sem irrigação, à 17374,44 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento com a lâmina de irrigação de 140% da ETo, apresentando um incremento de matéria seca entre o tratamento não irrigado para o irrigado à 140% da ETo de 6042,41 kg ha<sup>-1</sup>, representando um acréscimo na produção de 34,8%, mesmo sendo um ano com precipitações acima da média, a irrigação proporcionou uma elevação considerável na produção de massa seca.

Skonieski et al., (2010) trabalhando com sorgo duplo propósito e sorgo forrageiro, encontrou resultados que corroboram com o presente estudo, onde, a produção total de massa seca referente ao sorgo duplo propósito foi de 13006 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que para o sorgo forrageiro a produção total encontrada foi de 17527 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando uma média que está apenas 152,5 kg ha<sup>-1</sup> acima da encontrada neste estudo.

Kirchner (2015), testando a influência de diferentes lâminas de irrigação na produção de sorgo forrageiro, também encontrou resultados que estão de acordo com este trabalho, onde observou um comportamento linear da cultura em relação as lâminas de irrigação testadas, apresentando um aumento na produção de massa seca à medida que a lâmina de irrigação aumentou, encontrando a maior produção no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, o qual apresentou média de 15343 kg ha<sup>-1</sup>, e a menor média observada foi no tratamento sem irrigação com 9096 kg ha<sup>-1</sup>.

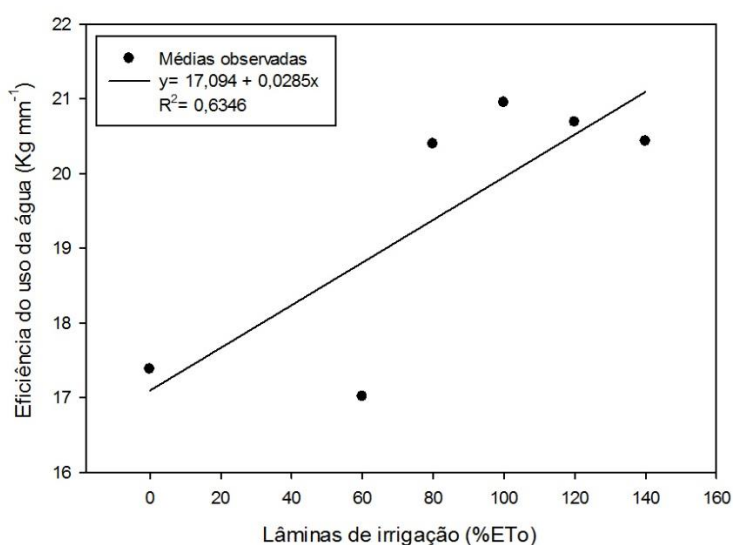
Porém, os resultados encontrados por Almeida (2011), que trabalhando com a produção de massa seca de diferentes espécies forrageiras irrigadas e não irrigadas, não obteve diferença estatística significativa para a irrigação, indo em desentendimento ao resultado obtido neste estudo, entretanto, as produções de massa seca obtidas, estão de acordo com as presentes médias observadas, onde para o Pioneiro a média foi de 15956 kg ha<sup>-1</sup>, capim Marandu 16421 kg ha<sup>-1</sup>, Tifton 85 15767 kg ha<sup>-1</sup> e o Mombaça 12184 kg ha<sup>-1</sup>, no tratamento irrigado, ficando com médias próximas as encontradas neste experimento.

### 4.3 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

Para obtenção da eficiência do uso da água (EUA), foram somados as produções de massa seca (MS) dos quatro cortes de uniformização realizados, relacionando com a quantidade total de água aplicada (irrigação + precipitação efetiva), nas diferentes lâminas de irrigação testadas (0, 60, 80, 100, 120 e 140% da ETo). Os resultados obtidos para a eficiência do uso da água nas diferentes lâminas de irrigação para a cultura do capim sudão, estão representadas na Figura 21. A ANOVA e a análise complementar está apresentada no Apêndice TTT.

A equação ajustada à esta variável foi a de primeiro grau, ou seja, linear, apresentando um  $R^2$  de 63,46%. Pode-se observar que nas lâminas de irrigação com 100 e 120% da ETo, ocorreu as maiores médias observadas para a eficiência do uso da água, com 20,95 e 20,68  $\text{kg}\cdot\text{mm}^{-1}$ , respectivamente. Embora a maior produção de MS tenha ocorrido na lâmina com 140% da ETo, a maior EUA foi no tratamento com a lâmina de irrigação de 100% da ETo, isso porque, proporcionalmente, a quantidade de água aplicada neste tratamento gerou maior produção de MS do que nos demais, mesmo naqueles com lâminas maiores.

Figura 21 - Eficiência do uso da água para cultura do capim sudão, em relação ao somatório total de água aplicado, entre a precipitação efetiva e as diferentes lâminas de irrigação.



Kirchner (2015), estudando a influência de diferentes lâminas de irrigação na produção de sorgo forrageiro, encontrou resultados que corroboram com esta

pesquisa, onde a equação ajustada foi linear, apresentando a maior média entre todos os tratamentos testados na lâmina de irrigação com 100% da ETo, com  $19,3 \text{ kg.mm}^{-1}$ , e a segunda maior média observada foi no tratamento com 136% da ETo, apresentando  $17,8 \text{ kg.mm}^{-1}$ , as demais médias apresentaram decréscimo proporcional a diminuição da lâmina de irrigação nos tratamentos com lâminas inferiores a 100% da ETo.

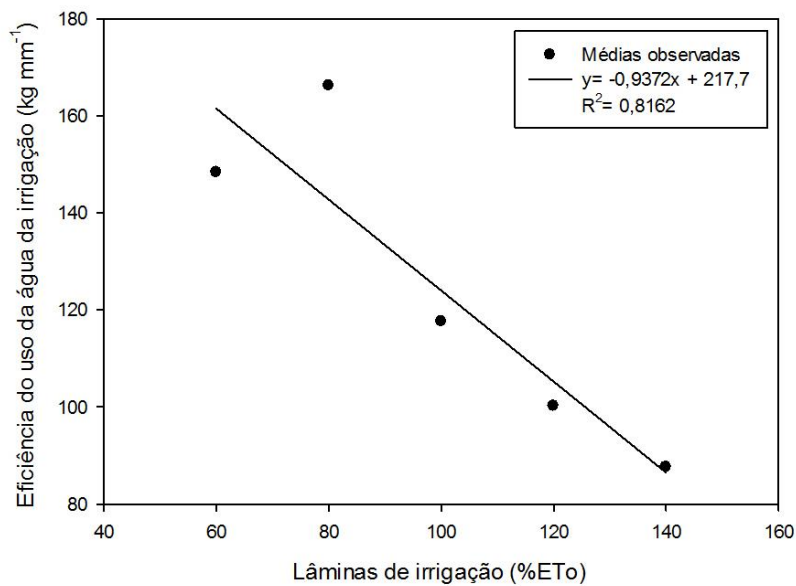
Os resultados obtidos por Parizi (2009), vão de encontro aos observados no presente estudo, pois trabalhando com cinco estratégias de irrigação 0%, 60%, 80%, 100% e 120% da ETo, também em Santiago-RS, com a cultura do milho, a eficiência do uso da água apresentou as maiores médias nos tratamentos com as lâminas de irrigação de 80% e 100% da ETo com  $3,41 \text{ kg m}^{-3}.\text{ha}^{-1}$  e  $3,46 \text{ kg.m}^{-3}.\text{ha}^{-1}$ , o menor valor de  $3,0 \text{ kg.m}^{-3}.\text{ha}^{-1}$  foi obtido na lâmina de irrigação com 120% da ETo, demonstrando que lâminas maiores que 100% diminuem drasticamente a EUA.

#### 4.4 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DA IRRIGAÇÃO

A eficiência do uso da água da irrigação é a relação entre a quantidade total de massa seca (MS) produzida nos quatro cortes de uniformização, com o total de água aplicado via irrigação nos diferentes tratamentos testados, sendo eles 60, 80, 100, 120 e 140 % da evapotranspiração de referência (ETo), não levando em conta a precipitação ocorrida. Os resultados obtidos para a eficiência do uso da água da irrigação estão expostos na Figura 22. A ANOVA e a análise complementar está apresentada no Apêndice UUU.

Pode-se observar que a equação ajustada para a eficiência do uso da água da irrigação foi linear decrescente, apresentando um  $R^2$  de 81,62%, onde, de forma geral, observa-se que o aumento dos níveis de irrigação diminuíram a eficiência do uso da água. A maior média observada para esta variável foi no tratamento com a lâmina de irrigação com 80% da ETo, apresentando uma média de  $166,2 \text{ kg.mm}^{-1}$ , este resultado pode ser explicado devido a resposta apresentada pela cultura à este tratamento, pois o incremento de MS gerado foi muito maior que o incremento gerado no tratamento com a lâmina de irrigação com 60% da ETo, o qual apresentou uma pequena elevação na produção de MS em relação ao tratamento sem irrigação.

Figura 22 - Eficiência do uso da água da irrigação para os diferentes tratamentos testados.



A segunda maior média encontrada foi na lâmina de irrigação com 60% da ETo, apresentando 148,32 kg.mm<sup>-1</sup>, seguido pelo tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo, com 117,6 kg.mm<sup>-1</sup>, posteriormente o tratamento com 120% da ETo, apresentando 100,2 kg.mm<sup>-1</sup>, e a menor média observada foi na lâmina de irrigação com 140% da ETo, com 87,6 kg.mm<sup>-1</sup>, este comportamento pode ser explicado devido à redução no incremento de MS à medida que a lâmina de irrigação aumentou, visto que o ano foi atípico e as precipitações foram acima da média anual, a cultura apresentou uma produção satisfatória mesmo no tratamento não irrigado, favorecendo este resultado, a eficiência do uso da água da irrigação tende a ser proporcionalmente menor quanto maior a lâmina de irrigação aplicada.

## 5 CONCLUSÕES

Diante do presente estudo, levando em consideração as características gerais e específicas, e as condições da área experimental, tais como, clima, relevo, tipo de solo, manejo da irrigação e da cultura, metodologia empregada conclui-se que:

- ✓ A massa seca total apresentou a maior produção dentre todos os tratamentos testados na lâmina de irrigação com 140% da ETo, com uma produtividade de 17374,33 kg.ha<sup>-1</sup>. E a menor média observada foi encontrada no tratamento sem irrigação com 11332,03 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrando um acréscimo na produção de 34,78% no tratamento com a lâmina de irrigação com 140% da ETo, necessitando outro estudo que utilize aplicação de lâminas maiores que 140% da ETo para determinar qual o ponto de máxima produção.
- ✓ A irrigação proporcionou diferenças significativas em todos os parâmetros avaliados;
- ✓ As lâminas de irrigação com 140 % e 100 % da ETo alternaram os melhores resultados.
- ✓ A cultura do capim sudão apresentou elevada capacidade de produção de massa seca e significativo aumento de produção com o incremento das lâminas de irrigação.
- ✓ A eficiência para o uso total da água entre a precipitação efetiva e os diferentes níveis de água aplicado via irrigação, apresentou comportamento linear, sendo a maior eficiência observada no tratamento com a lâmina de irrigação com 100% da ETo.
- ✓ A eficiência do uso da água da irrigação, apresentou comportamento linear decrescente, onde a maior média observada foi no tratamento com a lâmina de irrigação com 80% da ETo.
- ✓ Diante da elevada produção de massa seca e dos incrementos gerados nas demais variáveis, a utilização da irrigação por aspersão convencional na região de Santiago - RS, apresenta-se como uma alternativa viável para a otimização da produção em áreas cultivadas com o capim sudão.





## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. P. P.; **Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Circular Técnica 136, Sete Lagoas, Setembro de 2010.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo da irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528p.
- ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.98-108, 2009.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., & SMITH, M. (1998). **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. FAO irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy: FAO, 300 p.
- ALMEIDA, E.L.D. **Irrigação de plantas forrageiras tropicais e sorgo granífero na região do Arenito Caiuá – Paraná**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UEM). 65p. 2011.
- ALVES FILHO, D. C. **Evolução do peso e desempenho anual de um rebanho de cria, constituído por fêmeas de diferentes grupos genéticos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1995.131 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1995.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; LOPES, R. S.; JÚNIOR, D. N.; CECON, P. R.; QUEIROZ, D. S.; PEREIRA, D. H.; REIS, S. T. Análise de crescimento do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p.415-423, 2005.
- ARAÚJO, A.A. Forragens de verão e outono. In: **Forrageiras para ceifa, capineiras, pastagens, fenação e ensilagem**. 2.ed. Porto Alegre: Sulina. 1972. Cap.6, p.79-136.
- ARAÚJO, R. A. S.; CUNHA, F. F.; WENDLING, I. J.; SILVA, C. F.; CALAZANI, W. R.; EMERICK, J. A. N. Morfogênese e crescimento do capim-marandu consorciado com coco-anão sob irrigação e intervalos de desfolha. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 856-864, 2011.
- BALL, D.M. et al. **Southern forages**. Lawrenceville: International Plant Nutrition Institute, 2007. 322p.
- BANDINELLE, D.G.; QUADROS, F.L.F.; GONÇALVES, E.N. et al. Variáveis morfogênicas de *Andropogon lateralis* Nees submetido a níveis de nitrogênio nas quatro estações do ano. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.71-76, 2003.

BATISTA, H.A.M.; CAMARÃO, A.P.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B. et al. Produção e valor nutritivo do capim canarana-erecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*). In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1986, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1986, v. 5. p. 131-137.

BENEDETTI, E. **Produção de leite a pasto**. Salvador: Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária, 2002. 176p.

BIBI, A.; SADAQAT, A.; AKRAM, H.M; KHAN, T. M.; USMAN, B. F. Physiological and agronomic responses of sudangrass to water stress. **Journal of Agricultural Research**, v.48, p.369-379, 2010.

BLANCO, F.F.; CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; VELOSO, M.E. da C.; NOGUEIRA, C.C.P.; DIAS, N. da DIAS, N. da S. Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.524-530, 2011.

BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants: grasses and legumes**. London: Logman, 1977. 475p.

BOOKER J.F, MICHELSEN A.M, HOWITT R.E; YOUNG, R.A. **Economics and the Modeling of Water Resources and Policies**. Natural Resource Modeling Journal, 25 I, 2012.

BRANDÃO, V. S. et al. **Infiltração da água no solo**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 120 p.

BRITO, A.S.; LIBARDI, P.L.; MOTA, J.C.A.; KLEIN, V.A. Variação diurno-noturna do potencial mátrico e gradiente de potencial total da água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, p.128-134, 2014.

BURGER, A.W. and CAMPBELL, W.F. Effect of rates and methods of seeding on the original stand, tillering, stem diameter, leaf-stem ratio, and yield of sudangrass. **Agronomy Journal**, v.5, n.53, p.289-291, 1961.

CAMPOS, V. N. de O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.13, n. 2, p. 365-382, 2010.

CÓSER, A. C. et al. Irrigação estratégica de Capim-Elefante e seus efeitos sobre a altura da planta, cobertura do solo e produção de forragem durante a época seca do ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

COSTA, A. C. T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.12, p.1171-1177, 2005.

CUNHA, E. E. e LIMA, J. M. P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.701-706, 2010.

CUNHA, F. F. D.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V. D. S. Produtividade de capim-tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy** (Impresso), v. 30, p. 103-108, 2008.

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; PEREIRA, O. G.; LAMBERTUCCI, D. M.; ABREU, F. V. S. Características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.628-635, 2007.

DOW AGROSCIENCES. Guia de alimentação animal. Departamento de Marketing de Dow **AgroSciences**, 51p. 2002.

ENGLISH, M.J. Deficit irrigation. I: Analytical Framework. **Journal of the Irrigation and Drainage Engineering of ASCE**, New York, v.116, n.3, p.399-412, 1990.

ENGLISH, M. J. e RAJA, S. N. Perspectives on deficit irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 32, p. 1–14. 1996.

ENGLISH, M.J.; SOLOMON, K.H.; HOFFMAN, G.J. A paradigm shift in irrigation management. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.128, n.5, p.267-277, 2002.

EMBRAPA. 2014. **Revista Do Produtor**. Bagé. 6: 18-19.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tensiômetros para o controle de Irrigação em hortaliças**. Circular Técnica 57. Brasília, jun. 2008.

ESPINDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C. A. S.; CHRISTOFIDIS, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária, **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.2, n.1, p.187-190, jan./abr. 2009.

FERNANDES, L.B.; FRANZOLIN, R.; FRANCO, A.V.M.; CARVALHO, G. Aditivos orgânicos no suplemento concentrado de bovinos de corte mantidos em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.231-238, 2008.

FERREIRA, D. F. **Sisvar – sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FIGUEIREDO, M.G.; FRIZZONE, J.A.; PITELLI, M.M.; REZENDE, R. Lâmina ótima de irrigação do feijoeiro, com restrição de água, em função do nível de aversão ao risco do produtor. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.30, p.81-87, 2008.

FOLHES, M.T.; RENNÓ, C.D.; SOARES, J.V. Remote sensing for irrigation water management in the semi-arid Northeast of Brazil. **Agricultural Water Management**, v.96, p.1398-1408, 2009.

FONTANELI, R.S. et al. Gramíneas anuais de verão. In: \_\_\_\_\_. et al. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Cap.10, p.185-198.

GOMES, A.C.S.; ROBAINA, A.D.; PEITER, M.X. SOARES, F.C.; PARIZI, A.R.C. Modelo para estimativa da produtividade para a cultura da soja. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.43-49, 2014.

GOMES, E.P.; RICKLI, M.E.; CECATO, U.; VIEIRA, C.V. Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.4, p.317-323, 2015.

GONTIJO, M. H. R.; BORGES, A. L. C.; GONÇALVES, L. C. Potencial forrageiro de seis híbridos de sorgo com capim sudão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.1, p. 33-43, 2008.

GUBIANI, P. I.; REINERT, D. J. & REICHERT, J. M. Método alternativo para a determinação da densidade de partícula do solo - exatidão, precisão e tempo de processamento. **Ciência Rural**, v. 36, p. 664-668, 2006.

HAROU, J.J., PULIDO-VELAZQUEZ, M., ROSENBERG, D.E; MEDELLINAZUARA. J; LUND, J.R; HOWITT, R.E. **Hydro-economic models: Concepts, design, applications and future prospects**. Journal of Hydrology. 375:627-643. 2009.

JAMES, L. G. **Principles of farm irrigation system design**. New York: Krieger Publishing Company, 1988. 543 p.

JENSEN, M. E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph, Madison: American Society of Agricultural Engineers, 1983. 829 p.

JUFFO, G. D.; PAVARINI, S. P.; WOUTERS, F.; OLIVEIRA, L. G. S.; ANTONIASSI, A. B.; CRUZ, C. E. F.; DRIEMEIER, D. Intoxicação espontânea por *Sorghum sudanense* em bovinos leiteiros no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, p. 217-220, 2012.

KIRCHNER, J.H. **Influência de diferentes lâminas de irrigação na produção de sorgo forrageiro** 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

KLOCKE, N. L., CURRIE, R. S., & AIKEN, R. M. (2010). **Soil water evaporation and crop residues**. Transactions of the ASABE, 52, 103 e 110.

LIMA, M.D.B.; CARRIJO, M.S.; COSTA, K.A. DE P.; DAN, H. DE A.; SIMON, G.A. Eficiência do uso da água na produção de alfafa sob diferentes manejos de irrigação. **Irriga**, v.17, n.4, p.448-445, 2012.

LOPES, A.S.; OLIVEIRA, G.Q.; SOUTO FILHO, S.N.; GOES, R.J.; CAMACHO, M.A. Manejo de irrigação e nitrogênio em feijoeiro comum cultivado em sistema de plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.51-56, 2011.

LOPES, R. S.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, R. A. D; ANDRADE, A. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D; MASCARENHAS, A. G. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 20-29, 2005.

LUNA, N. R. S.; ANDRADE, E. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M.; AQUINO, D. N. Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE. **Revista Agro@ambiente Online**, v.7, n.1, p.53-62, 2013.

MA, Y., FENG, S., SONG, X. **A root zone model for estimating soil water balance and crop yield responses to deficit irrigation in the North China Plain**. *Agricultural Water Management*, Volume 127, September 2013, Pages 13 – 24.

MACHADO, R. C. R.; SOUZA, H. M. F.; MORENO, M. A.; ALVIM, P. T. Variáveis relacionadas com a tolerância de gramíneas forrageiras ao déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 6, p. 603-608, 1983.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PARALETTI, L.F. **Irrigação princípios e métodos**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 358p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. atual. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G. et al. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de tifton 85 cultivado no cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.268-275, 2003.

MARTINS, C. A. S.; REIS, E. F.; GARCIA, G. O.; RIGO, M. M.; ARAÚJO, G. L. Análise de sistemas de irrigação por aspersão convencional no Sul do Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n.3, p.235-244, 2011a.

MELLO, A. C. L. & PEDREIRA, C. G. S. Repostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.282-289, 2004.

MILLAR, A. A. **Drenagem de terras agrícolas: bases agronômicas**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, LTDA., 1978, 276 p.

MOREIRA, L. R. **Caracterização morfofisiológica de cultivares de sorgo sacarino em estresse hídrico**. 90 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 1961.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagens de capim elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1191-1199, 2010.

NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p.59-128.

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

ORTH, R.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SACCARDO, E. Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. **Ciência Rural**, v.42, n.9, p.1535-1540, 2012.

PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Caracterização e diagnóstico de sistemas de irrigação e práticas de manejo de água na citricultura do Norte do estado de São Paulo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 531-551, 2011.

PARIZI, A. R. C.; ROBAINA, A. D.; GOMES, A. C. S.; SOARES, F. C.; RAMAO, C.; CALEGARO, L.; PEITER, M. X. Efeito de diferentes estratégias de irrigação sobre a produção de grãos e seus componentes na cultura do milho. **Irriga**, v. 14, p. 254- 269, 2009.

PEITER, M. X.; CHAUDHRY, F. H.; CARLESSO, R. Programação do manejo da irrigação de milho via modelo de simulação. **Engenharia Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 53-63, 1999.

PENNA, A. G.; BORGES, A. L. C. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; GOMES, S. P.; PENNA, C. F. A. M.; BORGES, I.; RODRIGUES, N. M.; SILVA, R. R. 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.

PEREIRA, L. S., CORDERY, I., IACOVIDES, I., 2012. **Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving**. Agric. Water Manage. 108, 39-51.

PINTO, P.R.; MARTINS, J.H.; OLIVEIRA, R.A. de; RAMOS, M.M.; MONTEIRO, P.M. de B. **Automatic system for management of irrigation with Irrigâmetro using microcontrollers**. International Conference of Agricultural Engineering. Valencia, Spain, 2012.

PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; CORRENTE, J. E. Tillering of Tifton 85 bermudagrass in response to nitrogen rates and time of application after cutting. **Scientia Agrícola**, v. 60, p. 565-571, 2003.

QUEIRÓZ, M. V. B. M. D. **Balanço energético na produção de sorgo sacarino em cultivo irrigado e sequeiro**. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo 0 e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 343 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2. ed. Barueri: Manole, 2012. 477 p.

RODRIGUES, B. H. N., MAGALHÃES, J. A., CAVALCANTE, R. F., BARROS, W. S. Efeito da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-tanzânia irrigado nos tabuleiros litorâneos do Piauí. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, 2006.

RODRIGUES, G. C., PAREDES, P., GONÇALVES, J. M., ALVES, I., PEREIRA, L. S., 2013a. **Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria analysis and simulation modeling: ranking for water saving vs farm economic returns**. *Agric. Water Manage.* 126, 85-96.

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. **Temas em evidência**. Lavras: UFLA, 2000. p. 179-201.

SAIBA manejar o novo capim-sudão, BRS Estribo. **Revista do Produtor**, Bagé, v. 6, n. 7, p. 18-19, mar. 2014.

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; GERVÁSIO, G. G.; BRAGA, J. C.; LEPRI, E. B. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de água na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciências e Agrotecnologia**, v.33, p.532-538, 2009.

SCHWAB, N. T.; PEITER, M. X.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; ROBAINA, A. D.; FERRAZ, R. C. Consumo hídrico de cravina submetida a diferentes estratégias de irrigação e tamanhos de vaso. **Irriga**, v. 18, n. 2, p. 328-336, 2013.

SENTELHAS, P. C. et al. Evaluation of the WGEN and SIMMETEO weather generators for the brazilian tropics and subtropics, using crop simulation models. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 357-376, 2001.

SHARMA, B.; MOLDEN, D.; COOK, S. **Water use efficiency in agriculture: Measurement, current situation and trends. Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification**, Chapter 3, p. 39-64, 2015.

SILMILI, F.F. et al. Respostas de híbrido de sorgo-sudão às adubações nitrogenada e potássica: características estruturais e produtivas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p. 87-94, 2010.

SILVEIRA, A. P. **Valor nutritivo de forrageiras de inverno e produção de silagem pré-secada**. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de pós-graduação em zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.

SINGH, A.; PANDA, S. N. Development and application of an optimization model for the maximization of net agricultural return. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 115, p. 267-275. Dec. 2012.

SKONIESKI, F. R.; NORBERG, J. L.; AZEVEDO, E. B.; DAVID, D. B.; KESSLER, J. D.; MENEGAZ, A. L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010.

SOUSA, M. B. A.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, J. G. F.; VICENTE, M. R.; VIEIRA, G. H. S.; SOARES, A. A. Manejo da irrigação na cafeicultura irrigada por pivô central nas regiões norte do Espírito Santo e extremo sul da Bahia. **Bioscience Journal**, v.27, n.4, p.581-590, 2011.

SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. **Bragantia**, v.70, n.3 p.715-721, 2011.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. & PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**, 2. ed. Porto Alegre, EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

SUTCLIFFE, J. F. **As plantas e a água**. São Paulo: EPU, 1980. 126 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 722 p.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.258-263, 2004.

TOMICH, T.R.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J.A.S. Valor nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão em comparação ao de outros volumosos utilizados no período de baixa disponibilidade das pastagens. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, p. 1249-1252, dez. 2006.

VIANA, M. C. M.; QUEIROZ, C. G. S.; LEMOS FILHO, J. P., ANDRADE, C. L. T.; PURCINO, H. M. A. **Produção de biomassa e índice de área foliar em gramíneas forrageiras em sistema irrigado e de sequeiro, durante a estação seca**. Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal. Anais. SBFV Recife. Brasil. p. 1-3, 2005.

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; COSER, A.C. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.



**VIVAN, G. A. et al. Simulação dinâmica da soja, milho e feijão, cultivados sob diferentes regimes hídricos.** 2014, Tese Doutorado – Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

XAVIER, A. C.; LOURENÇO, L. F.; COELHO, R. D. Modelo matemático para manejo da irrigação por tensiometria em pastagem *Panicum maximum* Jacq. rotacionada sob pivô central. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. Piracicaba, 2001, **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 249-250.

ZAMFIR, M. C.; SCHITEA, M.; ZAMFIR, I. The variability study of some quantitative traits in sudan grass [*Sorghum sudanense* Piper. (Staph.)]. **Romanian Agricultural Research.** v.1, p.23-30, 2001.

ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: **MANEJO cultural do sorgo para forragem.** Sete Lagoas: Embrapa - CNPMS. 1997. p.9-26. (Circular Técnica, 17).



## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 50 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	7602.607483	1520.521497	17.444	0.0000*
BLOCO	3	538.844567	179.614856	2.061	0.1486
erro	15	1307.491683	87.166112		
-----					
Total corrigido	23	9448.943733			
-----					
CV (%) =	5.93				
Média geral:	157.3766667	Número de observações:		24	

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

#### Análise complementar altura de plantas aos 50 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	6451.667248	6451.667248	74.016	0.000*
b2	1	1023.113784	1023.113784	11.738	0.004*
b3	1	120.914345	120.914345	1.387	0.257
Desvio	2	6.912107	3.456053	0.040	0.961
Erro	15	1307.491683	87.166112		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### APÊNDICE B - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 65 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	3637.008087	727.401617	37.060	0.0000*
BLOCO	3	1725.932079	575.310693	29.311	0.0000*
erro	15	294.413696	19.627580		
-----					
Total corrigido	23	5657.353862			
-----					
CV (%) =	7.20				
Média geral:	61.5212500	Número de observações:		24	

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

#### Análise complementar altura de plantas aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	3379.401925	3379.401925	172.176	0.000*
b2	1	23.990831	23.990831	1.222	0.286
b3	1	198.991314	198.991314	10.138	0.006*
Desvio	2	34.624018	17.312009	0.882	0.434
Erro	15	294.413696	19.627580		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE C - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 72 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	8455.862183	1691.172437	61.697	0.0000*
BLOCO	3	2086.218933	695.406311	25.369	0.0000*
erro	15	411.167217	27.411148		
Total corrigido	23	10953.248333			
CV (%) =	4.57				
Média geral:	114.6066667	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Análise complementar altura de plantas aos 72 DAS para o fator lâminas de irrigação.**

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	7961.586913	7961.586913	290.451	0.000*
b2	1	7.726827	7.726827	0.282	0.603
b3	1	383.481462	383.481462	13.990	0.002*
Desvio	2	103.066982	51.533491	1.880	0.187
Erro	15	411.167217	27.411148		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE D - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 80 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	14839.091121	2967.818224	24.153	0.0000*
BLOCO	3	1101.101246	367.033749	2.987	0.0645
erro	15	1843.147829	122.876522		
Total corrigido	23	17783.340196			
CV (%) =	7.58				
Média geral:	146.2020833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Análise complementar altura de plantas aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.**

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	13715.178514	13715.178514	111.618	0.000*
b2	1	201.637153	201.637153	1.641	0.220
b3	1	695.240623	695.240623	5.658	0.031*
Desvio	2	227.034830	113.517415	0.924	0.418
Erro	15	1843.147829	122.876522		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE E - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 94 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	771.604471	154.320894	10.360	0.0002*
BLOCO	3	357.484912	119.161637	8.000	0.0020*
erro	15	223.435912	14.895727		
Total corrigido	23	1352.525296			
CV (%) =	6.69				
Média geral:	57.7129167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Análise complementar altura de plantas aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.**

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	649.638001	649.638001	43.612	0.000*
b2	1	100.871767	100.871767	6.772	0.020*
b3	1	20.095559	20.095559	1.349	0.264
Desvio	2	0.999144	0.499572	0.034	0.967
Erro	15	223.435912	14.895727		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE F - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 102 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	2104.029238	420.805848	106.726	0.0000*
BLOCO	3	134.590346	44.863449	11.378	0.0004*
erro	15	59.142979	3.942865		
Total corrigido	23	2297.762563			
CV (%) =	1.96				
Média geral:	101.4137500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Análise complementar altura de plantas aos 102 DAS para o fator lâminas de irrigação.**

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	1947.988573	1947.988573	494.054	0.000*
b2	1	75.334278	75.334278	19.106	0.001*
b3	1	67.817146	67.817146	17.200	0.001*
Desvio	2	12.889240	6.444620	1.635	0.228
Erro	15	59.142979	3.942865		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### APÊNDICE G - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 110 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	3879.211733	775.842347	35.012	0.0000*
BLOCO	3	1770.528633	590.176211	26.634	0.0000*
erro	15	332.385167	22.159011		
Total corrigido	23	5982.125533			
CV (%) =	3.50				
Média geral:	134.4333333	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

#### Análise complementar altura de plantas aos 110 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	3782.195569	3782.195569	170.684	0.000*
b2	1	13.477176	13.477176	0.608	0.448
b3	1	54.584844	54.584844	2.463	0.137
Desvio	2	28.954144	14.477072	0.653	0.535
Erro	15	332.385167	22.159011		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### APÊNDICE H - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 124 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	2598.821183	519.764237	53.069	0.0000*
BLOCO	3	201.898283	67.299428	6.871	0.0039*
erro	15	146.911917	9.794128		
Total corrigido	23	2947.631383			
CV (%) =	5.98				
Média geral:	52.3458333	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

#### Análise complementar altura de plantas aos 124 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	2268.437816	2268.437816	231.612	0.000*
b2	1	36.677946	36.677946	3.745	0.072
b3	1	234.248697	234.248697	23.917	0.000*
Desvio	2	59.456724	29.728362	3.035	0.078
Erro	15	146.911917	9.794128		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE I - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 132 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	4058.635038	811.727008	56.937	0.0000*
BLOCO	3	362.972179	120.990726	8.487	0.0015*
erro	15	213.848346	14.256556		
Total corrigido	23	4635.455563			
CV (%) =	4.12				
Média geral:	91.7462500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Análise complementar altura de plantas aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.**

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	3613.863148	3613.863148	253.488	0.000*
b2	1	40.331496	40.331496	2.829	0.113
b3	1	304.824472	304.824472	21.381	0.000*
Desvio	2	99.615922	49.807961	3.494	0.057
Erro	15	213.848346	14.256556		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE J - Análise de variância e complementar da altura de plantas aos 140 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	7317.932321	1463.586464	42.493	0.0000*
BLOCO	3	473.788546	157.929515	4.585	0.0180*
erro	15	516.648329	34.443222		
Total corrigido	23	8308.369196			
CV (%) =	4.87				
Média geral:	120.4154167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Análise complementar altura de plantas aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.**

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	6483.457522	6483.457522	188.236	0.000*
b2	1	52.695722	52.695722	1.530	0.235
b3	1	624.961223	624.961223	18.145	0.001*
Desvio	2	156.817854	78.408927	2.276	0.137
Erro	15	516.648329	34.443222		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE K** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 50 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	1362.996033	272.599207	10.289	0.0002*
BLOCO	3	2201.336150	733.778717	27.696	0.0000*
erro	15	397.417600	26.494507		
Total corrigido	23	3961.749783			
CV (%) =	5.26				
Média geral:	97.9191667	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 50 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	1325.688796	1325.688796	50.036	0.000*
b2	1	6.309226	6.309226	0.238	0.633
b3	1	6.257893	6.257893	0.236	0.634
Desvio	2	24.740118	12.370059	0.467	0.636
Erro	15	397.417600	26.494507		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**APÊNDICE L** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 65 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	659.729721	131.945944	3.108	0.0402*
BLOCO	3	399.867446	133.289149	3.139	0.0566
erro	15	636.856829	42.457122		
Total corrigido	23	1696.453996			
CV (%) =	19.77				
Média geral:	32.9520833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	524.923474	524.923474	12.364	0.003*
b2	1	0.131870	0.131870	0.003	0.956
b3	1	101.479769	101.479769	2.390	0.143
Desvio	2	33.194608	16.597304	0.391	0.683
Erro	15	636.856829	42.457122		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro.



**APÊNDICE M** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 72 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	3264.867050	652.973410	12.274	0.0001*
BLOCO	3	2743.149883	914.383294	17.188	0.0000*
erro	15	798.005717	53.200381		
Total corrigido	23	6806.022650			

CV (%) = 13.74  
 Média geral: 53.0675000 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 72 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	3047.272723	3047.272723	57.279	0.000*
b2	1	57.855042	57.855042	1.087	0.314
b3	1	142.942902	142.942902	2.687	0.122
Desvio	2	16.796384	8.398192	0.158	0.855
Erro	15	798.005717	53.200381		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE N** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 80 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	3744.338733	748.867747	43.171	0.0000*
BLOCO	3	381.065283	127.021761	7.323	0.0030*
erro	15	260.195567	17.346371		
Total corrigido	23	4385.599583			

CV (%) = 6.15  
 Média geral: 67.7608333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	3386.542134	3386.542134	195.231	0.000*
b2	1	18.680165	18.680165	1.077	0.316
b3	1	286.396515	286.396515	16.510	0.001*
Desvio	2	52.719919	26.359959	1.520	0.251
Erro	15	260.195567	17.346371		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE O** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 94 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	276.092021	55.218404	26.009	0.0000*
BLOCO	3	29.053979	9.684660	4.562	0.0184*
erro	15	31.846196	2.123080		
Total corrigido	23	336.992196			
CV (%) =	6.01				
Média geral:	24.2420833		Número de observações:	24	

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	247.351604	247.351604	116.506	0.000*
b2	1	2.017946	2.017946	0.950	0.345
b3	1	23.293512	23.293512	10.972	0.005*
Desvio	2	3.428958	1.714479	0.808	0.464
Erro	15	31.846196	2.123080		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE P** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 102 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	463.468971	92.693794	46.038	0.0000*
BLOCO	3	23.883679	7.961226	3.954	0.0292*
erro	15	30.201246	2.013416		
Total corrigido	23	517.553896			
CV (%) =	3.16				
Média geral:	44.9704167		Número de observações:	24	

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 102 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	426.603404	426.603404	211.880	0.000*
b2	1	1.449113	1.449113	0.720	0.410
b3	1	18.120182	18.120182	9.000	0.009*
Desvio	2	17.296272	8.648136	4.295	0.034
Erro	15	30.201246	2.013416		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE Q** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 110 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	1673.670371	334.734074	14.260	0.0000*
BLOCO	3	326.865713	108.955238	4.642	0.0173*
erro	15	352.110613	23.474041		
Total corrigido	23	2352.646696			

CV (%) = 7.59  
 Média geral: 63.8104167 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 110 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	1443.365514	1443.365514	61.488	0.000*
b2	1	53.335300	53.335300	2.272	0.152
b3	1	155.185719	155.185719	6.611	0.021*
Desvio	2	21.783838	10.891919	0.464	0.637
Erro	15	352.110613	23.474041		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE R** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 124 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	397.772050	79.554410	26.970	0.0000*
BLOCO	3	51.871767	17.290589	5.862	0.0074*
erro	15	44.245783	2.949719		
Total corrigido	23	493.889600			

CV (%) = 9.48  
 Média geral: 18.1250000 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 124 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	339.813068	339.813068	115.202	0.000*
b2	1	0.020276	0.020276	0.007	0.935
b3	1	50.290527	50.290527	17.049	0.001*
Desvio	2	7.648178	3.824089	1.296	0.302
Erro	15	44.245783	2.949719		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE S** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 132 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	652.045138	130.409028	26.371	0.0000*
BLOCO	3	165.165546	55.055182	11.133	0.0004*
erro	15	74.178279	4.945219		
Total corrigido	23	891.388963			

CV (%) = 5.49  
 Média geral: 40.5262500 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	595.841167	595.841167	120.488	0.000*
b2	1	7.184894	7.184894	1.453	0.247
b3	1	38.274313	38.274313	7.740	0.014*
Desvio	2	10.744763	5.372382	1.086	0.363
Erro	15	74.178279	4.945219		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE T** - Análise de variância e complementar da altura de inserção da última folha aos 140 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	2071.208371	414.241674	219.847	0.0000*
BLOCO	3	36.128579	12.042860	6.391	0.0053*
erro	15	28.263346	1.884223		
Total corrigido	23	2135.600296			

CV (%) = 2.47  
 Média geral: 55.5670833 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para altura de inserção da última folha aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	1838.582460	1838.582460	975.777	0.000*
b2	1	7.720832	7.720832	4.098	0.061
b3	1	192.285962	192.285962	102.051	0.000*
Desvio	2	32.619117	16.309559	8.656	0.003
Erro	15	28.263346	1.884223		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE U** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 50 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	1591.081950	318.216390	81.768	0.0000*
BLOCO	3	504.426350	168.142117	43.205	0.0000*
erro	15	58.375750	3.891717		
Total corrigido	23	2153.884050			

CV (%) = 2.70  
 Média geral: 72.9625000 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 50 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	1547.051158	1547.051158	397.524	0.000*
b2	1	3.605078	3.605078	0.926	0.351
b3	1	33.844664	33.844664	8.697	0.010*
Desvio	2	6.581050	3.290525	0.846	0.449
Erro	15	58.375750	3.891717		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE V** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 65 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	16339.760633	3267.952127	47.276	0.0000*
BLOCO	3	950.798900	316.932967	4.585	0.0180*
erro	15	1036.866800	69.124453		
Total corrigido	23	18327.426333			

CV (%) = 5.40  
 Média geral: 154.0366667 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	14934.482081	14934.482081	216.052	0.000
b2	1	107.155693	107.155693	1.550	0.232
b3	1	1137.256116	1137.256116	16.452	0.001
Desvio	2	160.866743	80.433371	1.164	0.339
Erro	15	1036.866800	69.124453		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE W** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 72 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	10638.552121	2127.710424	11.613	0.0001*
BLOCO	3	3887.570946	1295.856982	7.073	0.0035*
erro	15	2748.325329	183.221689		

Total corrigido 23 17274.448396

CV (%) = 6.39

Média geral: 211.8320833 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 72 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	9393.510084	9393.510084	51.269	0.000*
b2	1	5.768752	5.768752	0.031	0.862
b3	1	683.929648	683.929648	3.733	0.072
Desvio	2	555.343636	277.671818	1.515	0.251
Erro	15	2748.325329	183.221689		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE X** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 80 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	5629.909983	1125.981997	10.938	0.0001*
BLOCO	3	872.626367	290.875456	2.826	0.0742
erro	15	1544.081583	102.938772		

Total corrigido 23 8046.617933

CV (%) = 3.91

Média geral: 259.4816667 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	4927.072036	4927.072036	47.864	0.000*
b2	1	109.408473	109.408473	1.063	0.319
b3	1	407.450603	407.450603	3.958	0.065
Desvio	2	185.978871	92.989435	0.903	0.426
Erro	15	1544.081583	102.938772		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE Y** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 94 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	21020.203633	4204.040727	26.809	0.0000*
BLOCO	3	590.900667	196.966889	1.256	0.3248
erro	15	2352.191233	156.812749		

Total corrigido 23 23963.295533

CV (%) = 8.48

Média geral: 147.6433333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	18405.277120	18405.277120	117.371	0.000
b2	1	11.662706	11.662706	0.074	0.789
b3	1	1986.294443	1986.294443	12.667	0.003
Desvio	2	616.969364	308.484682	1.967	0.174
Erro	15	2352.191233	156.812749		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE Z** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 102 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	21896.434883	4379.286977	91.732	0.0000*
BLOCO	3	226.717550	75.572517	1.583	0.2351
erro	15	716.099550	47.739970		

Total corrigido 23 22839.251983

CV (%) = 3.68

Média geral: 187.6458333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 102 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	18090.967741	18090.967741	378.948	0.000*
b2	1	9.728686	9.728686	0.204	0.658
b3	1	2608.156077	2608.156077	54.633	0.000*
Desvio	2	1187.582380	593.791190	12.438	0.001
Erro	15	716.099550	47.739970		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE AA** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 110 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	17507.455883	3501.491177	19.233	0.0000*
BLOCO	3	149.036017	49.678672	0.273	0.8441
erro	15	2730.885083	182.059006		
Total corrigido	23	20387.376983			

CV (%) = 6.23  
 Média geral: 216.4358333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 110 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	15064.244404	15064.244404	82.744	0.000*
b2	1	4.075966	4.075966	0.022	0.883
b3	1	1968.749721	1968.749721	10.814	0.005*
Desvio	2	470.385792	235.192896	1.292	0.304
Erro	15	2730.885083	182.059006		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE BB** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 124 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	11481.452721	2296.290544	74.003	0.0000*
BLOCO	3	1193.901146	397.967049	12.825	0.0002*
erro	15	465.445829	31.029722		
Total corrigido	23	13140.799696			

CV (%) = 4.82  
 Média geral: 115.5895833 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 124 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	9913.138412	9913.138412	319.472	0.000*
b2	1	76.377758	76.377758	2.461	0.138
b3	1	1316.372518	1316.372518	42.423	0.000*
Desvio	2	175.564033	87.782016	2.829	0.091
Erro	15	465.445829	31.029722		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro



**APÊNDICE CC** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 132 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	20727.380387	4145.476077	12.927	0.0001*
BLOCO	3	30889.872046	10296.624015	32.109	0.0000*
erro	15	4810.133029	320.675535		
Total corrigido	23	56427.385462			
CV (%) =	10.90				
Média geral:	164.3187500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	18845.415795	18845.415795	58.768	0.000*
b2	1	284.936530	284.936530	0.889	0.361
b3	1	1189.426826	1189.426826	3.709	0.073
Desvio	2	407.601237	203.800618	0.636	0.543
Erro	15	4810.133029	320.675535		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE DD** - Análise de variância e complementar do número de plantas por metro quadrado aos 140 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	21077.444000	4215.488800	42.847	0.0000*
BLOCO	3	5435.834233	1811.944744	18.417	0.0000*
erro	15	1475.776767	98.385118		
Total corrigido	23	27989.055000			
CV (%) =	4.90				
Média geral:	202.3850000	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o número de plantas por metro quadrado aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	18449.362723	18449.362723	187.522	0.000*
b2	1	2.007602	2.007602	0.020	0.888
b3	1	2056.911364	2056.911364	20.907	0.000*
Desvio	2	569.162311	284.581155	2.893	0.087
Erro	15	1475.776767	98.385118		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE EE - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 50 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.136721	0.027344	8.546	0.0005*
BLOCO	3	0.076879	0.025626	8.009	0.0020*
erro	15	0.047996	0.003200		
Total corrigido	23	0.261596			
CV (%) =	5.45				
Média geral:	1.0379167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 50 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.135523	0.135523	42.355	0.000*
b2	1	0.000197	0.000197	0.061	0.808
b3	1	0.000099	0.000099	0.031	0.863
Desvio	2	0.000902	0.000451	0.141	0.870
Erro	15	0.047996	0.003200		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE FF - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 65 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.071900	0.014380	11.514	0.0001*
BLOCO	3	0.124417	0.041472	33.207	0.0000*
erro	15	0.018733	0.001249		
Total corrigido	23	0.215050			
CV (%) =	5.18				
Média geral:	0.6825000	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.065397	0.065397	52.364	0.000*
b2	1	0.000114	0.000114	0.091	0.767
b3	1	0.004485	0.004485	3.591	0.078
Desvio	2	0.001905	0.000952	0.763	0.484
Erro	15	0.018733	0.001249		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE GG - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 72 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.125187	0.025038	20.196	0.0000*
BLOCO	3	0.233379	0.077793	62.750	0.0000*
erro	15	0.018596	0.001240		
Total corrigido	23	0.377162			
CV (%) =	4.27				
Média geral:	0.8237500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 72 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.111902	0.111902	90.264	0.000*
b2	1	0.003687	0.003687	2.974	0.105
b3	1	0.005574	0.005574	4.497	0.051
Desvio	2	0.004024	0.002012	1.623	0.230
Erro	15	0.018596	0.001240		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE HH - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 80 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.169271	0.033854	19.597	0.0000*
BLOCO	3	0.010513	0.003504	2.028	0.1531
erro	15	0.025913	0.001728		
Total corrigido	23	0.205696			
CV (%) =	4.39				
Média geral:	0.9470833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.147258	0.147258	85.243	0.000*
b2	1	0.002834	0.002834	1.641	0.220
b3	1	0.014217	0.014217	8.230	0.012*
Desvio	2	0.004961	0.002481	1.436	0.269
Erro	15	0.025913	0.001728		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

## APÊNDICE II - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 94 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.068271	0.013654	15.308	0.0000*
BLOCO	3	0.045946	0.015315	17.171	0.0000*
erro	15	0.013379	0.000892		
Total corrigido	23	0.127596			
CV (%) =	4.61				
Média geral:	0.6479167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.056868	0.056868	63.757	0.000*
b2	1	0.000028	0.000028	0.032	0.861
b3	1	0.009656	0.009656	10.825	0.005*
Desvio	2	0.001719	0.000860	0.964	0.404
Erro	15	0.013379	0.000892		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

## APÊNDICE JJ - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 102 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.093221	0.018644	9.942	0.0002*
BLOCO	3	0.051646	0.017215	9.180	0.0011*
erro	15	0.028129	0.001875		
Total corrigido	23	0.172996			
CV (%) =	5.54				
Média geral:	0.7820833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 102 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.080028	0.080028	42.675	0.000*
b2	1	0.000487	0.000487	0.260	0.618
b3	1	0.010879	0.010879	5.802	0.029*
Desvio	2	0.001827	0.000913	0.487	0.624
Erro	15	0.028129	0.001875		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE KK - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 110 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.106371	0.021274	21.592	0.0000*
BLOCO	3	0.026146	0.008715	8.846	0.0013*
erro	15	0.014779	0.000985		
Total corrigido	23	0.147296			
CV (%) =	3.66				
Média geral:	0.8570833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 110 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.098852	0.098852	100.329	0.000*
b2	1	0.002821	0.002821	2.863	0.111
b3	1	0.004274	0.004274	4.338	0.055
Desvio	2	0.000425	0.000212	0.215	0.809
Erro	15	0.014779	0.000985		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE LL - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 124 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.037737	0.007548	12.896	0.0001*
BLOCO	3	0.022446	0.007482	12.784	0.0002*
erro	15	0.008779	0.000585		
Total corrigido	23	0.068962			
CV (%) =	4.53				
Média geral:	0.5337500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 124 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.034910	0.034910	59.648	0.000*
b2	1	0.000472	0.000472	0.806	0.383
b3	1	0.001893	0.001893	3.234	0.092
Desvio	2	0.000463	0.000231	0.395	0.680
Erro	15	0.008779	0.000585		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE MM - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 132 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.084471	0.016894	26.272	0.0000*
BLOCO	3	0.026979	0.008993	13.985	0.0001*
erro	15	0.009646	0.000643		
Total corrigido	23	0.121096			
CV (%) =	3.92				
Média geral:	0.6470833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.064555	0.064555	100.388	0.000*
b2	1	0.006880	0.006880	10.698	0.005*
b3	1	0.010386	0.010386	16.152	0.001*
Desvio	2	0.002650	0.001325	2.060	0.162
Erro	15	0.009646	0.000643		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE NN - Análise de variância e complementar do diâmetro de colmos aos 140 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.132171	0.026434	5.666	0.0040*
BLOCO	3	0.076946	0.025649	5.498	0.0095*
erro	15	0.069979	0.004665		
Total corrigido	23	0.279096			
CV (%) =	9.35				
Média geral:	0.7304167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o diâmetro de colmos aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.119455	0.119455	25.605	0.000*
b2	1	0.003310	0.003310	0.709	0.413
b3	1	0.008582	0.008582	1.840	0.195
Desvio	2	0.000824	0.000412	0.088	0.916
Erro	15	0.069979	0.004665		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE OO - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 50 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	10.918321	2.183664	30.818	0.0000*
BLOCO	3	2.236613	0.745538	10.522	0.0005*
erro	15	1.062862	0.070857		
Total corrigido	23	14.217796			
CV (%) =	4.91				
Média geral:	5.4254167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 50 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	10.443020	10.443020	147.381	0.000*
b2	1	0.045525	0.045525	0.642	0.435
b3	1	0.335020	0.335020	4.728	0.046*
Desvio	2	0.094756	0.047378	0.669	0.527
Erro	15	1.062862	0.070857		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE PP - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 65 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	10.598871	2.119774	36.011	0.0000*
BLOCO	3	0.287646	0.095882	1.629	0.2248
erro	15	0.882979	0.058865		
Total corrigido	23	11.769496			
CV (%) =	7.90				
Média geral:	3.0729167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	9.745081	9.745081	165.549	0.000*
b2	1	0.007953	0.007953	0.135	0.718
b3	1	0.730990	0.730990	12.418	0.003*
Desvio	2	0.114847	0.057424	0.976	0.400
Erro	15	0.882979	0.058865		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE QQ - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 72 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	21.367638	4.273528	25.423	0.0000*
BLOCO	3	1.228046	0.409349	2.435	0.1051
erro	15	2.521479	0.168099		
Total corrigido	23	25.117163			
CV (%) =	8.89				
Média geral:	4.6137500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 72 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	19.154968	19.154968	113.951	0.000*
b2	1	0.000526	0.000526	0.003	0.956
b3	1	1.934663	1.934663	11.509	0.004*
Desvio	2	0.277481	0.138741	0.825	0.457
Erro	15	2.521479	0.168099		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE RR - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 80 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	27.801621	5.560324	151.280	0.0000*
BLOCO	3	0.071146	0.023715	0.645	0.5979
erro	15	0.551329	0.036755		
Total corrigido	23	28.424096			
CV (%) =	3.58				
Média geral:	5.3529167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	24.409735	24.409735	664.115	0.000*
b2	1	0.013564	0.013564	0.369	0.553
b3	1	2.810611	2.810611	76.468	0.000*
Desvio	2	0.567711	0.283855	7.723	0.005
Erro	15	0.551329	0.036755		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro



**APÊNDICE SS** - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 94 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	6.307787	1.261557	99.494	0.0000*
BLOCO	3	0.297579	0.099193	7.823	0.0022*
erro	15	0.190196	0.012680		
Total corrigido	23	6.795563			
CV (%) =	4.97				
Média geral:	2.2662500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	5.739130	5.739130	452.623	0.000*
b2	1	0.000061	0.000061	0.005	0.945
b3	1	0.498732	0.498732	39.333	0.000*
Desvio	2	0.069864	0.034932	2.755	0.096
Erro	15	0.190196	0.012680		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE TT** - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 102 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	18.791583	3.758317	19.804	0.0000*
BLOCO	3	3.293700	1.097900	5.785	0.0078*
erro	15	2.846650	0.189777		
Total corrigido	23	24.931933			
CV (%) =	12.19				
Média geral:	3.5733333	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 102 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	17.266337	17.266337	90.982	0.000*
b2	1	0.006485	0.006485	0.034	0.856
b3	1	1.326036	1.326036	6.987	0.018*
Desvio	2	0.192726	0.096363	0.508	0.612
Erro	15	2.846650	0.189777		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE UU - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 110 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	26.416671	5.283334	32.748	0.0000*
BLOCO	3	2.681313	0.893771	5.540	0.0092*
erro	15	2.420012	0.161334		
Total corrigido	23	31.517996			
CV (%) =	9.56				
Média geral:	4.2020833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 110 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	23.767460	23.767460	147.318	0.000*
b2	1	0.234199	0.234199	1.452	0.247
b3	1	2.159924	2.159924	13.388	0.002*
Desvio	2	0.255088	0.127544	0.791	0.472
Erro	15	2.420012	0.161334		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE VV - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 124 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	5.010283	1.002057	15.622	0.0000
BLOCO	3	0.272500	0.090833	1.416	0.2771
erro	15	0.962150	0.064143		
Total corrigido	23	6.244933			
CV (%) =	18.92				
Média geral:	1.3383333	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 124 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	4.704061	4.704061	73.337	0.000*
b2	1	0.015676	0.015676	0.244	0.628
b3	1	0.238888	0.238888	3.724	0.073
Desvio	2	0.051659	0.025829	0.403	0.676
Erro	15	0.962150	0.064143		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE WW - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 132 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	6.172283	1.234457	32.409	0.0000*
BLOCO	3	1.319500	0.439833	11.547	0.0003*
erro	15	0.571350	0.038090		
Total corrigido	23	8.063133			
CV (%) =	7.29				
Média geral:	2.6783333	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	5.598350	5.598350	146.977	0.000*
b2	1	0.010001	0.010001	0.263	0.616
b3	1	0.459954	0.459954	12.075	0.003*
Desvio	2	0.103978	0.051989	1.365	0.285
Erro	15	0.571350	0.038090		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

### APÊNDICE XX - Análise de variância e complementar do índice de área foliar aos 140 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	18.798871	3.759774	155.887	0.0000*
BLOCO	3	0.924346	0.308115	12.775	0.0002*
erro	15	0.361779	0.024119		
Total corrigido	23	20.084996			
CV (%) =	4.27				
Média geral:	3.6354167	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para o índice de área foliar aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	17.200298	17.200298	713.155	0.000*
b2	1	0.095757	0.095757	3.970	0.065
b3	1	1.212804	1.212804	50.285	0.000*
Desvio	2	0.290011	0.145006	6.012	0.012
Erro	15	0.361779	0.024119		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE YY - Análise de variância da relação folha/colmo aos 50 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.016421	0.003284	0.442	0.8126
BLOCO_erro	3	0.162246	0.054082	7.274	0.0031*
	15	0.111529	0.007435		
Total corrigido	23	0.290196			
CV (%) =	13.43				
Média geral:	0.6420833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE ZZ - Análise de variância e complementar da relação folha/colmo aos 65 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.591938	0.118388	3.356	0.0312*
BLOCO_erro	3	0.258813	0.086271	2.446	0.1041
	15	0.529113	0.035274		
Total corrigido	23	1.379863			
CV (%) =	19.95				
Média geral:	0.9412500	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a relação folha/colmo aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.478859	0.478859	13.575	0.002*
b2	1	0.107329	0.107329	3.043	0.102
b3	1	0.000696	0.000696	0.020	0.890
Desvio	2	0.005054	0.002527	0.072	0.931
Erro	15	0.529113	0.035274		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE AAA - Análise de variância da relação folha/colmo aos 72 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
L_MINA	5	0.075500	0.015100	1.666	0.2034
BLOCO_erro	3	0.034983	0.011661	1.286	0.3151
	15	0.135967	0.009064		
Total corrigido	23	0.246450			
CV (%) =	9.40				
Média geral:	1.0125000	Número de observações:	24		

**APÊNDICE BBB** - Análise de variância e complementar da relação folha/colmo aos 80 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.055221	0.011044	4.125	0.0148*
BLOCO_erro	3	0.031313	0.010438	3.898	0.0305
	15	0.040162	0.002678		
Total corrigido	23	0.126696			
CV (%) =	4.71				
Média geral:	1.0995833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a relação folha/colmo aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.047812	0.047812	17.857	0.001*
b2	1	0.004771	0.004771	1.782	0.202
b3	1	0.002035	0.002035	0.760	0.397
Desvio	2	0.000603	0.000302	0.113	0.894
Erro	15	0.040162	0.002678		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE CCC** - Análise de variância e complementar da relação folha/colmo aos 94 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.441871	0.088374	112.539	0.0000*
BLOCO_erro	3	0.047646	0.015882	20.225	0.0000*
	15	0.011779	0.000785		
Total corrigido	23	0.501296			
CV (%) =	3.70				
Média geral:	0.7570833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a relação folha/colmo aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.395219	0.395219	503.286	0.000
b2	1	0.018067	0.018067	23.007	0.000
b3	1	0.024535	0.024535	31.243	0.000
Desvio	2	0.004050	0.002025	2.579	0.109
Erro	15	0.011779	0.000785		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE DDD - Análise de variância da relação folha/colmo aos 102 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.083138	0.016628	2.386	0.0879
BLOCO_erro	3	0.032013	0.010671	1.532	0.2472
	15	0.104512	0.006968		
Total corrigido	23	0.219663			
CV (%) =	8.42				
Média geral:	0.9912500	Número de observações:	24		

**APÊNDICE EEE - Análise de variância da relação folha/colmo aos 110 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.037521	0.007504	1.016	0.4424
BLOCO_erro	3	0.570313	0.190104	25.745	0.0000*
	15	0.110763	0.007384		
Total corrigido	23	0.718596			
CV (%) =	9.00				
Média geral:	0.9545833	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE FFF - Análise de variância da relação folha/colmo aos 124 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.075233	0.015047	1.118	0.3925
BLOCO_erro	3	0.798133	0.266044	19.759	0.0000*
	15	0.201967	0.013464		
Total corrigido	23	1.075333			
CV (%) =	9.89				
Média geral:	1.1733333	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE GGG - Análise de variância e complementar da relação folha/colmo aos 132 DAS.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.084250	0.016850	4.900	0.0074*
BLOCO_erro	3	0.075967	0.025322	7.363	0.0029*
	15	0.051583	0.003439		
Total corrigido	23	0.211800			
CV (%) =	5.67				
Média geral:	1.0350000	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a relação folha/colmo aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.024267	0.024267	7.057	0.018*
b2	1	0.002663	0.002663	0.774	0.393
b3	1	0.045454	0.045454	13.217	0.002*
Desvio	2	0.011867	0.005934	1.725	0.212
Erro	15	0.051583	0.003439		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE HHH** - Análise de variância e complementar da relação folha/colmo aos 140 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LÂMINA	5	0.042971	0.008594	7.607	0.0010*
BLOCO_erro	3	0.015479	0.005160	4.567	0.0183*
	15	0.016946	0.001130		
Total corrigido	23	0.075396			

CV (%) = 3.41  
Média geral: 0.9845833 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a relação folha/colmo aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	0.019774	0.019774	17.503	0.001*
b2	1	0.000689	0.000689	0.610	0.447
b3	1	0.016927	0.016927	14.983	0.002*
Desvio	2	0.005581	0.002790	2.470	0.118
Erro	1	0.016946	0.001130		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE III** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 50 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	16682422.592983	3336484.518597	14.707	0.0000*
BLOCO	3	3106429.256633	1035476.418878	4.564	0.0183*
erro	15	3403001.294917	226866.752994		
Total corrigido	23	23191853.144533			

CV (%) = 9.27  
Média geral: 5140.2033333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 50 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	14873965.360261	14873965.360261	65.563	0.000*
b2	1	24573.711383	24573.711383	0.108	0.747
b3	1	1186235.627395	1186235.627395	5.229	0.037*
Desvio	2	597647.893945	298823.946972	1.317	0.297
Erro	15	3403001.294917	226866.752994		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE JJJ** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 65 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	3148899.169021	629779.833804	100.117	0.0000*
BLOCO	3	474758.074912	158252.691637	25.158	0.0000*
erro	15	94356.740662	6290.449377		

Total corrigido 23 3718013.984596

CV (%) = 4.49

Média geral: 1767.8254167 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 65 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	2889809.040511	2889809.040511	459.396	0.000*
b2	1	1747.257244	1747.257244	0.278	0.606
b3	1	224702.909157	224702.909157	35.721	0.000*
Desvio	2	32639.962109	16319.981055	2.594	0.108
Erro	15	94356.740662	6290.449377		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE KKK** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 72 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	4412296.713833	882459.342767	29.195	0.0000*
BLOCO	3	1775202.248233	591734.082744	19.577	0.0000*
erro	15	453396.286667	30226.419111		

Total corrigido 23 6640895.248733

CV (%) = 5.21

Média geral: 3334.5966667 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro



Análise complementar para a produção de massa seca aos 72 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	4063615.633523	4063615.633523	134.439	0.000*
b2	1	94252.204150	94252.204150	3.118	0.098
b3	1	229461.310429	229461.310429	7.591	0.015*
Desvio	2	24967.565732	12483.782866	0.413	0.669
Erro	15	453396.286667	30226.419111		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE LLL** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 80 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	9346696.171533	1869339.234307	203.036	0.0000*
BLOCO	3	2562084.874267	854028.291422	92.759	0.0000*
erro	15	138104.301133	9206.953409		
Total corrigido	23	12046885.346933			

CV (%) = 2.16

Média geral: 4440.4783333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 80 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	8567961.361226	8567961.361226	930.597	0.000*
b2	1	76776.717321	76776.717321	8.339	0.011*
b3	1	602621.894340	602621.894340	65.453	0.000*
Desvio	2	99336.198646	49668.099323	5.395	0.017
Erro	15	138104.301133	9206.953409		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE MMM** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 94 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	868174.652637	173634.930527	63.227	0.0000*
BLOCO	3	4919.048212	1639.682737	0.597	0.6267
erro	15	41193.208212	2746.213881		
Total corrigido	23	914286.909062			

CV (%) = 4.63

Média geral: 1130.8687500 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 94 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	766656.717154	766656.717154	279.169	0.000*
b2	1	15280.437352	15280.437352	5.564	0.032*
b3	1	62454.857001	62454.857001	22.742	0.000*
Desvio	2	23782.641131	11891.320565	4.330	0.033
Erro	15	41193.208212	2746.213881		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE NNN** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 102 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	2533480.264971	506696.052994	54.150	0.0000*
BLOCO	3	1033274.455079	344424.818360	36.808	0.0000*
erro	15	140359.567346	9357.304490		
Total corrigido	23	3707114.287396			

CV (%) = 4.14  
Média geral: 2338.1454167 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 102 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	2249815.524300	2249815.524300	240.434	0.000*
b2	1	38665.616645	38665.616645	4.132	0.060
b3	1	212339.647975	212339.647975	22.692	0.000*
Desvio	2	32659.476051	16329.738026	1.745	0.208
Erro	15	140359.567346	9357.304490		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE OOO** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 110 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	4469265.739938	893853.147988	27.237	0.0000*
BLOCO	3	2083631.309646	694543.769882	21.164	0.0000*
erro	15	492268.401979	32817.893465		
Total corrigido	23	7045165.451563			

CV (%) = 5.74  
Média geral: 3154.2837500 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 110 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	4041628.112175	4041628.112175	123.153	0.000*
b2	1	22480.340696	22480.340696	0.685	0.421
b3	1	358987.026194	358987.026194	10.939	0.005*
Desvio	2	46170.260872	23085.130436	0.703	0.510
Erro	15	492268.401979	32817.893465		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE PPP** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 124 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	306198.395871	61239.679174	28.478	0.0000*
BLOCO	3	861.958646	287.319549	0.134	0.9386
erro	15	32256.160979	2150.410732		

Total corrigido 23 339316.515496

CV (%) = 7.77

Média geral: 597.1104167 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 124 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	255012.584230	255012.584230	118.588	0.000*
b2	1	89.550769	89.550769	0.042	0.841
b3	1	44871.836109	44871.836109	20.867	0.000*
Desvio	2	6224.424763	3112.212382	1.447	0.266
Erro	15	32256.160979	2150.410732		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE QQQ** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 132 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	2254641.927683	450928.385537	42.535	0.0000*
BLOCO	3	1319738.042817	439912.680939	41.496	0.0000*
erro	15	159021.152283	10601.410152		

Total corrigido 23 3733401.122783

CV (%) = 6.66

Média geral: 1547.1141667 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 132 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	2048422.159591	2048422.159591	193.222	0.000*
b2	1	51170.690484	51170.690484	4.827	0.044*
b3	1	120733.444444	120733.444444	11.388	0.004*
Desvio	2	34315.633164	17157.816582	1.618	0.231
Erro	15	159021.152283	10601.410152		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE RRR** - Análise de variância e complementar da produção de massa seca aos 140 DAS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	4305292.781083	861058.556217	95.288	0.0000*
BLOCO	3	257914.031550	85971.343850	9.514	0.0009*
erro	15	135545.591950	9036.372797		

Total corrigido 23 4698752.404583

CV (%) = 4.19

Média geral: 2267.5991667 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção de massa seca aos 140 DAS para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	3872993.071734	3872993.071734	428.600	0.000*
b2	1	34561.766829	34561.766829	3.825	0.069
b3	1	320066.456598	320066.456598	35.420	0.000*
Desvio	2	77671.485922	38835.742961	4.298	0.033
Erro	15	135545.591950	9036.372797		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE SSS** - Análise de variância e complementar da produção total de massa seca.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	127351162.259383	25470232.451877	111.685	0.0000*
BLOCO	3	18581263.594433	6193754.531478	27.159	0.0000*
erro	15	3420817.280117	228054.485341		

Total corrigido 23 149353243.133933

CV (%) = 3.18

Média geral: 15002.5633333 Número de observações: 24

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar para a produção total de massa seca para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	115824137.954999	115824137.954999	507.879	0.000*
b2	1	208086.220394	208086.220394	0.912	0.355
b3	1	9183007.455124	9183007.455124	40.267	0.000*
Desvio	2	2135930.628866	1067965.314433	4.683	0.026
Erro	15	3420817.280117	228054.485341		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE TTT - Análise de variância e complementar da eficiência do uso da água.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	5	63.398383	12.679677	29.768	0.0000*
BLOCO	3	32.506283	10.835428	25.438	0.0000*
erro	15	6.389317	0.425954		
Total corrigido	23	102.293983			
CV (%) =	3.35				
Média geral:	19.4741667	Número de observações:	24		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar da eficiência do uso da água para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	40.234567	40.234567	94.457	0.000*
b2	1	0.063168	0.063168	0.148	0.706
b3	1	15.569400	15.569400	36.552	0.000*
Desvio	2	7.531249	3.765624	8.840	0.003
Erro	15	6.389317	0.425954		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

**APÊNDICE UUU - Análise de variância e complementar da eficiência do uso da água da irrigação.**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LAMINA	4	17218.245830	4304.561458	130.705	0.0000*
BLOCO	3	1011.781940	337.260647	10.241	0.0012*
erro	12	395.202210	32.933518		
Total corrigido	19	18625.229980			
CV (%) =	4.63				
Média geral:	123.9790000	Número de observações:	20		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro

Análise complementar da eficiência do uso da água da irrigação para o fator lâminas de irrigação.

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr>F
b1	1	14053.126562	14053.126562	426.712	0.000*
b2	1	252.068145	252.068145	7.654	0.017*
b3	1	2031.337563	2031.337563	61.680	0.000*
Desvio	1	881.713560	881.713560	26.773	0.000
Erro	12	395.202210	32.933518		

\* Significativo no teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro