

NAIARA ALBUQUERQUE DE MATOS

ASPECTOS AGRONOMICOS E ZOOTECNICOS DO SORGO FORRAGEIRO  
CULTIVADO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E  
ADUBAÇÃO NITROGENADA

Serra Talhada - PE

2019

**M  
A  
T  
O  
S  
  
N  
A  
  
A  
S  
P  
E  
C  
T  
O  
S  
A  
G  
R  
O  
N  
O  
M  
I  
C  
O  
S  
.  
.  
.  
  
2  
0  
1  
9**

NAIARA ALBUQUERQUE DE MATOS

ASPECTOS AGRONOMICOS E ZOOTECNICOS DO SORGO FORRAGEIRO  
CULTIVADO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E  
ADUBAÇÃO NITROGENADA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Campelo de Oliveira

Serra Talhada - PE

2019

NAIARA ALBUQUERQUE DE MATOS

ASPECTOS AGRONOMICOS E ZOOTECCNICOS DO SORGO FORRAGEIRO  
CULTIVADO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E  
ADUBAÇÃO NITROGENADA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Alexandre Campelo de Oliveira – UAST/UFRPE  
Orientador

---

Prof. Dr. Sérgio Luiz Ferreira da Silva – UAST//UFRPE  
Examinador Interno

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Ednéia de Lucena Vieira – UAST/UFRPE  
Examinador Externo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca da UAST, Serra Talhada-PE, Brasil

M433a Matos, Naiara Albuquerque de

Aspectos agronômicos e zootécnicos do sorgo forrageiro cultivado sob diferentes lâminas de irrigação com água salina e adubação nitrogenada / Naiara Albuquerque de Matos. - Serra Talhada, 2019.

71 f. : il.

Orientador: Alexandre Campelo de Oliveira

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, 2019.

Inclui referências.

1. Sorgo. 2. Irrigação agrícola. 3. Alimentos - Qualidade. I. Oliveira, Alexandre Campelo de, orient. II. Título.

CDD

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por sua infinita bondade e misericórdia em minha vida, por até aqui ter me ajudado, me sustentado, me carregado nos braços e pelas tantas vezes que Ele me fez saber que tudo que eu preciso está Nele.*

*A minha mãe, Francisca, que é minha amiga, meu exemplo de força, de humildade, simplicidade, determinação, coragem e honestidade. Agradeço por todo esforço em cumprir divinamente bem a difícil missão de ser mãe e pai ao mesmo tempo, por sempre me apoiar e me incentivar a voar mais alto. As minhas irmãs, Maiara e Tainan, agradeço todo apoio, incentivo, conselhos, cumplicidade e por todo o amor. A Aldrin, o meu esposo, meu amigo, meu exemplo de vida, de coragem, sinceridade, compreensão e temor a Deus, agradeço pelo seu amor, pela paciência e cuidado. Agradeço ao Pastor Welington Mendes pelas tantas orações e intercessões, se não fosse o seu clamor a Deus, com certeza, eu não teria conseguido, serei eternamente grata.*

*Ao meu orientador Dr. Alexandre Campelo de Oliveira, pela orientação, paciência e confiança, dedicando do seu tempo para construir e conseqüentemente colher comigo bons frutos. A todos que fazem parte da Equipe Fertilidade do solo, agradeço por toda ajuda durante a condução do experimento, principalmente em campo, e pela amizade adquirida. Eterna gratidão a: Jamiles Carvalho, Lucas Maciel, Vitor Spindola, Luana de Pádua Souza e Denizard Oresca. A todos que fazem parte do Grupo Agrometeorologia do Semiárido (GAS) pela constante ajuda na condução do experimento, principalmente na irrigação. Agradeço a Pedro Hermínio e a todos que de alguma forma direta ou indiretamente me ajudaram.*

*À CAPES pelo apoio financeiro, pois sem este, seria impossível minha sustentação e condução do experimento durante todo o curso do mestrado. A todos os discentes do PGPV, aos secretários: Arnaldo Nogueira e Iago Pereira, que são pessoas incríveis e ótimos profissionais. Agradeço a minha turma de mestrado, 'as nove pérolas', por me ajudarem nas tantas vezes que precisei, por serem pessoas admiráveis, companheiras e excelentes profissionais, serei eternamente grata. À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), à Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). Aos laboratórios: LAQUIN e Biologia. Ao Laboratório de análise de planta e ração do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Recife, pelo espaço cedido para a realização de algumas análises do experimento.*

*Aos meus amigos, de perto e de longe, que sempre estão de prontidão quando preciso, em especial a Rosimeire Jessica e a Elias Leocádio, por todo incentivo e apoio, orações, cuidado, zelo e amizade, por estarem presentes em todos os momentos da minha vida. Aos meus eternos professores: Nena, Ubiraci e João Amorim, pelas palavras de apoio, conselhos e por me servirem de inspiração. A todos os amigos que eu conquistei durante o mestrado e também aos que reencontrei. Agradeço em especial, a Maria Aparecida, Andréa, Elisangela e George, pois, se não fosse a amizade e a presença destes, eu não teria conseguido, agradeço por não soltarem a minha mão, pelas tantas palavras de incentivo, por tudo.*

*Agradeço a Thalyta, Allan, Joquina, Geovane, Giseuda, Ednéia e Jackson, por partilharem do mesmo sentimento que eu pelos animais, pela amizade, por serem pessoas admiráveis, de muita luz e por serem meus companheiros na missão de cuidar dos cães e gatos da UAST. Aproveito e agradeço aos meus filhos de quatro patas: Ogg, Doky e Olivia por serem seres de luz, com um amor incondicional que deixa a minha vida mais feliz.*

*A todos que compõem o corpo da segurança na Unidade, sem esquecer os funcionários da Soll, pelos materiais emprestados para atividades de campo.*

*À banca examinadora pelas preciosas contribuições que, com certeza, irão agregar mais valor ao trabalho.*

*Gratidão!*

*Levarei comigo cada um na sua essência.*

*A minha mãe, as minhas irmãs e a todas as mulheres fortes, as que nunca foram princesas e que desde cedo precisaram trocar sua coroa por uma armadura.*

*Dedico.*



*Porque o SENHOR é bom; a sua benignidade dura para sempre, e a sua fidelidade de geração em geração.  
Salmos 100:5*

## RESUMO

A região semiárida brasileira é caracterizada por longos períodos de estiagem, falta de água e apresenta condições climáticas que ocasionam no acúmulo de sais, comprometendo a exploração agrícola e agropecuária. Existem técnicas de convivências com estas situações que se mostram satisfatórias, dentre elas, temos a adubação nitrogenada e a utilização de culturas forrageiras tolerantes a estas condições, como o sorgo forrageiro. Inserido neste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação com água salina e adubação nitrogenada, sob os aspectos agronômicos de crescimento e produtividade e aspectos quimico-bromatológicos do sorgo forrageiro em ciclos consecutivos. O experimento foi realizado na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) em condições de campo, instalado em blocos ao acaso, avaliando o sorgo forrageiro IPA 467- 4 -2 em ciclos consecutivos, submetidos a 4 lâminas de irrigação (28, 36,44 e 52 %) e 4 níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), usando a uréia como fonte de N. Foram realizadas avaliações biométricas e de produtividade no sorgo forrageiro, bem como análises bromatológicas. Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de médias, correlação linear simples e foram ajustados ao modelo de regressão. A maior dose de nitrogênio juntamente com a maior lâmina de irrigação proporcionaram maior crescimento da cultura, menor quantidade de folhas senescentes e maior produtividade de matéria verde em ambos os ciclos, embora no segundo ciclo tenha ocorrido déficit hídrico devido a ausência de chuva durante o período. O período de colheita, lâminas e doses influenciaram nos teores de FDN e FDA, bem como nos teores de PB e MS. A adubação nitrogenada inibiu a toxicidade e absorção dos íons cloreto e sódio na mesma condição, mesmo os dois existentes na mesma proporção na planta. O teor de Sódio e cloreto apresentaram correlação positiva. A correlação linear simples entre os atributos da planta, lâmina, dose e produtividade foi apesar de baixa na maioria, positiva, sendo negativa apenas para o número de folhas mortas. O fornecimento de N favoreceu a absorção de K<sup>+</sup>, inibindo Na<sup>+</sup> e reduzindo a absorção de Cl<sup>-</sup>.

**Palavras-chave:** rebrota, biometria e toxicidade iônica

## ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region is characterized by long periods of drought, lack of water and climatic conditions that cause in the accumulation of salts, compromising the agricultural and agricultural exploitation. There are techniques of coexistence with these situations that are satisfactory, among them, we have the nitrogen fertilization and the use of forage crops tolerant to these conditions, as forage sorghum. The objective of this study was to evaluate the effects of different irrigation slides with saline water and nitrogen fertilization under the agronomic aspects of growth and productivity and chemical and bromatological aspects of forage sorghum in consecutive cycles. The experiment was carried out at the Serra Talhada Academic Unit (UAST) under field conditions, installed in randomized blocks, evaluating forage sorghum IPA 467- 4 -2 in a consecutive cycle, submitted to 4 irrigation slides (28, 36, 44 and 52%) and 4 levels of nitrogen fertilization (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), using urea as a source of N. Biometric and productivity evaluations were performed on forage sorghum as well as bromatological analyzes. Data were submitted to analysis of variance, test of means, simple linear correlation and were adjusted to the regression model. The higher nitrogen dose together with the higher irrigation depth provided higher crop growth, lower senescent leaves and higher yield of green matter in both cycles. Harvest period, slides and doses influenced NDF and FDA levels, as well as CP and DM levels. Nitrogen fertilization inhibited the toxicity and absorption of chloride and sodium ions in the same condition, even the two existing in the same proportion in the plant. Sodium and chloride contents showed a positive correlation. The linear simple correlation between the attributes of the plant, leaf, dose and productivity was, although low in the majority, positive, being negative only for the number of dead leaves. The supply of N favored the absorption of K<sup>+</sup>, inhibiting Na<sup>+</sup> and reducing the absorption of Cl<sup>-</sup>.

**Key words:** regrowth, biometrics and ionic toxicity

CAPITULO I  
ASPECTOS AGRONOMICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB  
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Temperatura média do ar ( → ) e umidade relativa do ar (--) durante o período experimental (30 de julho 17 a 12 de março 18) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST.....20
- Figura 2.** Valores diários de precipitação pluvial e evapotranspiração de referência – ETo (A) e lâminas de água acumuladas (B) durante o período experimental (Jun-2017 a Mar-2018), no município de Serra Talhada PE.....20

CAPÍTULO II  
ASPECTOS ZOOTECNICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB  
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1.** Temperatura média do ar (—) e umidade relativa do ar (--) durante o período experimental (30 de julho 17 a 12 de março 18) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST.....51
- Figura 2.** Valores diários de precipitação pluvial e evapotranspiração de referência – ETo (A) e lâminas de água acumuladas (B) durante o período experimental (Jun-2017 a Mar-2018), no município de Serra Talhada PE.....52

CAPITULO I  
ASPECTOS AGRONOMICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB  
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Resultados da análise química e física do solo coletado de 0 a 60 cm antes da instalação do experimento, Serra Talhada, PE.....	21
Tabela 2. Altura da planta (AP) em função das doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L aos 110 dias após o primeiro corte.....	26
Tabela 3. Diâmetro do colmo (DC) em função das doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L aos 110 dias após o primeiro corte.....	27
Tabela 4. Número de folhas vivas (NFV) em função das doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L aos 110 dias após o primeiro corte.....	29
Tabela 5. Número de folhas mortas (NFM) em função das doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L aos 110 dias após o primeiro corte.....	29
Tabela 6. Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da segunda rebrota do sorgo forrageiro, lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.....	31
Tabela 7. Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da segunda rebrota do sorgo forrageiro, Sódio e Cloreto.....	31
Tabela 8. Altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas vivas (NV) e número de folhas mortas (NM) em função das doses de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ) na terceira rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L.....	32
Tabela 9. Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da terceira rebrota do sorgo forrageiro e doses de nitrogênio.....	33
Tabela 10. Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da terceira rebrota do sorgo forrageiro, Sódio e Cloreto.....	34
Tabela 11. Produtividade de massa verde “MVPA” e massa seca da parte aérea “MSPA” da segunda rebrota do sorgo em função de diferentes lâminas de irrigação com água salina e doses crescentes de nitrogênio, Serra Talhada – PE.....	35
Tabela 12. Correlações lineares de Pearson entre matéria verde e matéria seca da parte aérea do sorgo forrageiro e características biométricas na segunda rebrota.....	36
Tabela 13. Produtividade de massa verde “MVPA” e massa seca da parte aérea “MSPA” do sorgo em função de diferentes lâminas de irrigação com água salina e doses crescentes de nitrogênio, na terceira rebrota.....	36
Tabela 14. Teores de Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> e K <sup>+</sup> na parte aérea do sorgo em duas rebrotas em função de doses crescentes de nitrogênio.....	38
Tabela 15. Correlação linear entre lâminas de irrigação, doses de adubação nitrogenada, Cloreto e Sódio da segunda e terceira rebrota do sorgo forrageiro.....	38

CAPITULO II  
ASPECTOS ZOOTECNICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB  
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Resultados da análise química e física do solo coletado de 0 a 60 cm antes da instalação do experimento, Serra Talhada, PE.....	58
Tabela 2. Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) (% na MS) em função das doses de nitrogênio na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L.....	60
Tabela 3. Proteína bruta (% da MS) da planta inteira em função das doses de nitrogênio na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L.....	58
Tabela 4. PB (% da MS) da planta inteira, em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação na terceira rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L.....	61
Tabela 5. Teor de matéria seca em planta inteira (MS %) em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação na segunda rebrota de plantas de <i>Sorghum bicolor</i> , L.....	62
Tabela 6. Teor de água (%) em planta inteira de sorgo, em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação na segunda rebrota.....	63

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	13
CAPITULO I- ASPECTOS AGRONOMICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	15
1 INTRODUÇÃO .....	17
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	19
2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	19
2.2 COLETA E ANÁLISE DO SOLO .....	21
2.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	21
2.4 MATERIAL VEGETAL E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS .....	22
2.5 AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS .....	23
2.6 CONTEÚDOS DE $Na^+$ , $K^+$ E $Cl^-$ .....	24
2.7 ANÁLISE DOS DADOS .....	25
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
3.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM RESPOSTA A SALINIDADE X ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	26
3.2 ACUMULAÇÃO DE $Na^+$ E $Cl^-$ ASSOCIADA A RESTRIÇÃO DE CRESCIMENTO.....	34
4 CONCLUSÃO .....	40
REFERÊNCIAS .....	41
CAPITULO II- ASPECTOS ZOOTECNICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	47
1 INTRODUÇÃO .....	49
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	51
2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	51
2.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	51
2.3 ANÁLISE DO SOLO .....	52
2.4 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	53
2.5 COLETA DO MATERIAL VEGETAL .....	55
2.6 ANÁLISES BROMATOLÓGICAS .....	55
2.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
3.1 VARIÁVEIS BROMATOLÓGICAS INFLUENCIADAS PELA SALINIDADE X LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	57
4 CONCLUSÃO .....	64
REFERÊNCIAS .....	65



## APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos muito se tem discutido sobre o crescimento populacional mundial e sobre a necessidade de produzir alimento para todas essas pessoas, visto que vários fatores podem influenciar negativamente esse contexto.

Associado a essa problemática, a falta de água de algumas regiões, como por exemplo, a região semiárida, comprometem o fornecimento de grãos e cereais, tanto para alimentação humana, quanto para a alimentação animal, pois nessa região a evapotranspiração supera a precipitação, ocasionando no acúmulo de sais, presentes tanto no solo quanto na água utilizada para irrigação, sendo esta uma prática que serve de gatilho pelos produtores para produção agrícola.

Esse excesso de sais traz sérios problemas para o desenvolvimento dos vegetais, desde o comprometimento da fisiologia, até alterações morfológicas e bioquímicas, além de possuírem determinadas espécies iônicas, como o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$ , que são responsáveis por prejudicar o metabolismo dos vegetais, podendo causar toxidez e comprometer a absorção de nutrientes, levando prejuízos ao crescimento das plantas.

Existem formas de mitigar tais feitos, onde, algumas alternativas vem sendo utilizadas e vem demonstrando sucesso, tais como: a adubação por meio de fertilizantes, utilizando a adubação nitrogenada; e a utilização de culturas vegetais tolerantes ao estresse hídrico e salino, como o sorgo forrageiro.

O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes, tanto por sua presença na composição das biomoléculas, como em proteínas e enzimas. Sendo indispensável para o desenvolvimento e crescimento dos vegetais, e por isso, a adubação nitrogenada se apresenta como uma das mais importantes para o crescimento vegetal.

No tocante a produção de forragem, o sorgo forrageiro se adapta bem a região semiárida e as condições de restrição hídrica, apresenta ainda capacidade de rebrota, bom rendimento forrageiro e é adaptada ao processo de ensilagem em virtude das suas características fenológicas, além do seu alto valor nutritivo.

Deste modo, a identificação das respostas da planta a variação do estresse abiótico, e as modificações no solo ao longo do tempo, se apresenta como base científica para compreensão do crescimento, produção de biomassa e composição químico-bromatológica do sorgo cultivado sob salinidade e deficiência hídrica, sendo necessário incluir essas variáveis

aos estudos de seleção de práticas agrícolas que amenizam os efeitos negativos da salinidade nas plantas, bem como o estresse hídrico, assim como na seleção de espécies forrageiras adaptadas ao sistemas de produção agrícola do Semiárido de Pernambuco.

Deste modo, a presente dissertação aborda essa problemática sendo dividida em dois capítulos, os quais estão intitulados: Adubação nitrogenada atenua efeitos tóxicos da salinidade sobre os aspectos agronômicos de produtividade do sorgo forrageiro durante ciclos consecutivos e Adubação nitrogenada atenua efeitos tóxicos da salinidade sobre os aspectos químico-bromatológicos do sorgo forrageiro durante ciclos consecutivos. No primeiro capítulo encontram-se os resultados referentes as variáveis biométricas de crescimento e produtividade, bem como os resultados de sódio, potássio e cloreto, demonstrando qual foi o comportamento desta espécie forrageira quando submetido a irrigação com água salina e adubação nitrogenada, em ciclos sucessivos. O segundo capítulo aborda os aspectos químico-bromatológicos do sorgo forrageiro nestas mesmas condições, apresentando os resultados de PB,MS,FDN,FDA e Teor de água.

CAPITULO I  
ASPECTOS AGRONOMICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB DIFERENTES  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO NITROGENADA

**RESUMO**

O Semiárido enfrenta um problema crônico de falta de água e chuva, além de apresentar uma grande quantidade de água de má qualidade e com alta concentração de sais, comprometendo assim o desenvolvimento de atividades agrícolas e crescimento dos vegetais. A adubação nitrogenada e a utilização de espécies forrageiras tolerantes a salinidade e restrição hídrica, surgem como alternativas para se produzir em tais condições. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação com água salina e adubação nitrogenada, sob os aspectos agronômicos do sorgo forrageiro em ciclos consecutivos. O experimento foi realizado na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) em condições de campo, instalado em blocos ao acaso, avaliando o sorgo forrageiro em ciclo consecutivo, submetidas a 4 lâminas de irrigação (28, 36,44 e 52 %) e 4 níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando a ureia como fonte de N. Foram realizadas avaliações biométricas, de produtividade e conteúdos de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de médias, correlação linear e foram ajustados ao modelo de regressão. As maiores lâminas e maiores doses de nitrogênio proporcionaram maiores valores de altura de planta, diâmetro de colmo e número de folhas vivas, em ambos os ciclos. A correlação linear simples entre os atributos da planta, lâmina, dose e produtividade foi apesar de baixa na maioria, positiva, sendo negativa apenas para o número de folhas mortas. O fornecimento de N favoreceu a absorção de K<sup>+</sup>, inibindo Na<sup>+</sup> e reduzindo a absorção de Cl<sup>-</sup>.

**Palavras-chave:** biometria, semiárido e toxicidade iônica

## CHAPTER I

### AGRONOMIC ASPECTS OF FORENSIVE SORGHUM CULTIVATED UNDER DIFFERENT SLICES OF IRRIGATION WITH SALT WATER AND NITROGEN FERTILIZATION

#### ABSTRACT

The semi-arid region faces a chronic problem of lack of water and rainfall, as well as presenting a large quantity of poor quality water and high salt concentration, thus compromising the development of agricultural activities and plant growth. Nitrogen fertilization and the use of forage species tolerant to salinity and water restriction, appear as alternatives to produce in such conditions. The objective of this study was to evaluate the effects of different irrigation slides with saline water and nitrogen fertilization under the agronomic aspects of forage sorghum in consecutive cycles. The experiment was carried out at the Serra Talhada Academic Unit (UAST) under field conditions, installed in randomized blocks, evaluating forage sorghum in a consecutive cycle, submitted to 4 irrigation slides (28, 36.44 and 52%) and 4 levels of nitrogen fertilization (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>), using urea as a source of N. Biometric evaluations, productivity and Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> contents were performed. Data were submitted to analysis of variance, test of means, linear correlation and were adjusted to the regression model. The highest leaves and higher nitrogen doses provided higher values of plant height, stalk diameter and number of live leaves in both cycles. The linear simple correlation between the attributes of the plant, leaf, dose and productivity was, although low in the majority, positive, being negative only for the number of dead leaves. The supply of N favored the absorption of K<sup>+</sup>, inhibiting Na<sup>+</sup> and reducing the absorption of Cl<sup>-</sup>.

**Keywords:** biometry, semiarid and ionic toxicity

## 1 INTRODUÇÃO

A população mundial está crescendo em aproximadamente 83 milhões de pessoas por ano, podendo atingir 9,7 bilhões em 2050 e 11,2 bilhões em 2100. Com isso, a segurança alimentar global, necessita de um aumento na produção agrícola, no que se refere a grãos, cereais e carne (ONU,2015; OECD e FAO, 2015) e isso se torna um desafio para o setor agropecuário, frente aos fatores bióticos e abióticos que podem assolar a produção.

O excesso de sais na solução do solo e na água se tornam um dos maiores problemas, ao passo que 800 milhões de hectares já são afetados com isso, além de constituir um dos fatores mais rigorosos em limitar a distribuição e produtividade das plantas (Kumar et al., 2017; Schiattone et al. 2017; Agarwal et al.,2015). Nos vegetais a salinidade provoca alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, com reflexos sobre o transporte de água e nutrientes nas plantas o que, conseqüentemente, afeta sua produção de biomassa e pode causar a morte da planta (Gupta e Huang, 2014; Kang et al., 2014; Monteiro et al., 2014; Hanumantharao et al., 2016).

A salinidade é mais severa nas regiões áridas e semiáridas do mundo, devido as condições climáticas, destas, que apresentam baixos índices pluviométricos, alta temperatura e alta evapotranspiração (Parihar et al., 2015). Na região semiárida brasileira, muitos produtores utilizam a irrigação como a alternativa favorável para o aumento de sua produtividade, além de amenizar o estresse hídrico dos vegetais. Porém, devido à escassez de água de boa qualidade tem-se aplicado na irrigação, água de qualidade inferior, e com elevada concentração de sais, tornando-se um colaborador intenso para o aumento de áreas salinizadas (Nobre et al., 2011; Niñerola et al., 2017).

A irrigação com água salina promove a salinização dos solos e ocorre a acumulação de determinadas espécies iônicas, sendo o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  os mais frequentes e considerados os

principais íons a prejudicar o metabolismo das plantas, causando distúrbios na homeostase iônica das células (Nobre et al., 2009; Kim et al., 2014). O déficit hídrico e o excesso de sais no solo têm limitado a produção agrícola, e esses fatores afetam negativamente a germinação, o estande das plantas, o desenvolvimento vegetativo das culturas (Silva e Pruski, 1997).

Existem alternativas que demonstram que é possível produzir em ambiente salino, com técnicas que minimizam os efeitos deletérios da salinidade às plantas. A adubação por meio de fertilizantes é capaz de favorecer aquisição de nutrientes pelas plantas em condições de salinidade (Silva et al., 2011). E a adubação nitrogenada surge como uma dessas técnicas, sendo bastante utilizada.

O nitrogênio é considerado um elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e as enzimas (Giodorno e Raven, 2014). De acordo com Campos et al. (2010), o nitrogênio poder interagir com a salinidade, atenuando efeitos nocivos do excesso de sais. Porém, é de suma importância evidenciar que a absorção e assimilação de nitrogênio pelas plantas são influenciadas pela fonte do fertilizante aplicado.

No tocante a produção de forragem para alimentação animal, dentre os principais apontamentos, pode-se destacar a utilização de espécies forrageiras adaptadas as condições edafoclimáticas do Semiárido, como é o caso de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.) que se adapta bem a região semiárida, além de apresentar elevadas produções de massa seca por área, elevado valor nutritivo das silagens produzidas, e capacidade de rebrota, sendo um fator de grande importância, principalmente por garantir ao produtor ciclos consecutivos (Foloni et al. 2008). Além disso, o sorgo possui características fisiológicas que permitem paralisar o crescimento ou diminuir as atividades metabólicas durante o estresse hídrico e reiniciar o crescimento quando a água se torna disponível (Masojidek et al., 1991).

Por essas razões, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada na atenuação dos efeitos tóxicos da salinidade sobre aspectos agronômicos de crescimento e produtividade do sorgo forrageiro durante ciclos consecutivos.

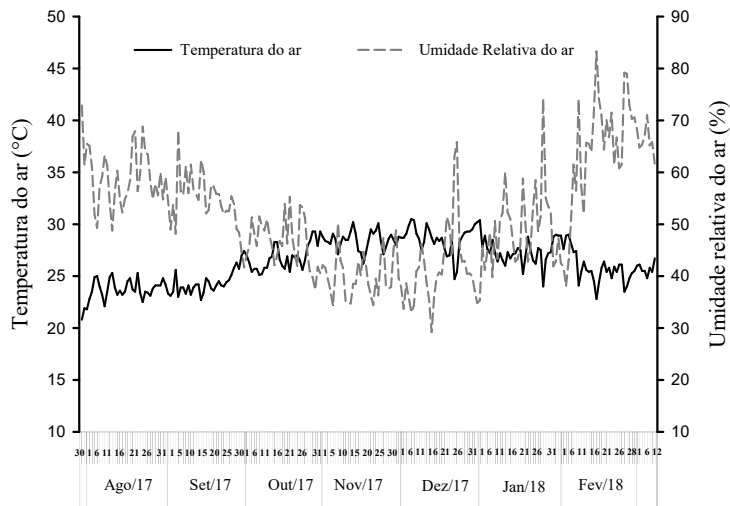
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO**

O experimento foi desenvolvido no período entre julho de 2017 a março de 2018, em condições de campo, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), localizada sob as coordenadas geográficas 7° 59' 7" Sul, 38° 17' 34" Oeste do Meridiano de Greenwich e 443 metros de altitude, município de Serra Talhada, Microrregião do Sertão do Pajeú.

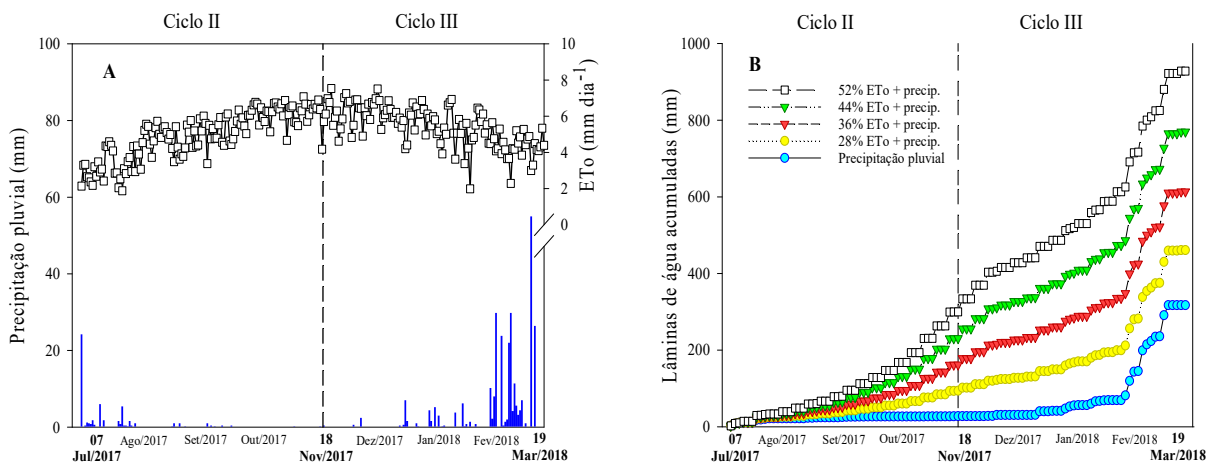
A precipitação pluvial média anual da região é de 632 mm e as temperaturas do ar médias mensais oscilam entre 23,6 e 27,7°C, as temperaturas mínimas entre 18,4 e 21,6°C e as temperaturas mais altas ocorrem durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, com valores superiores a 32°C (Sectma, 2006).

Os dados de temperatura e umidade relativa média do ar foram monitorados diariamente durante a condução do experimento através da estação meteorológica automática localizada a 300 metros da área experimental, demonstrados na figura a seguir (Figura 1).



**Figura 1.** Temperatura média do ar (—) e umidade relativa do ar (--) durante o período experimental (30 de julho 17 a 12 de março 18) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST.

Também foram mensuradas durante o experimento a precipitação e a evapotranspiração de referência da cultura (ET<sub>o</sub>). A partir da precipitação e das lâminas de irrigação, estimou-se as lâminas de irrigação acumuladas (Figura 2). Os dados da precipitação e para o controle da ET<sub>o</sub> foram obtidos a partir da estação meteorológica automática localizada a 300 metros da área experimental.



**Figura 2.** Valores diários de precipitação pluvial e evapotranspiração de referência – ET<sub>o</sub> (A) e lâminas de água acumuladas (B) durante o período experimental (Jun-2017 a Mar-2018), no município de Serra Talhada – PE.



## 2.2 COLETA E ANÁLISE DO SOLO

Na área experimental o solo é classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico Típico (Santos et al., 2013). Antes da implantação do experimento, com auxílio de um trade holandês, foram coletadas em 15 pontos aleatórios amostras simples de solos de 0 até 60 cm, com camadas de 20 cm profundidade. Em seguida, essas amostras simples foram misturadas de acordo com suas respectivas profundidades e homogeneizadas afim de obter amostras compostas, as quais foram caracterizadas fisicamente e quimicamente (Tabela 1), de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

**Tabela 1:** Resultados da análise química e física do solo coletado de 0 a 60 cm antes da instalação do experimento, Serra Talhada, PE.

Atributos químicos														
Prof (cm)	P mgdm <sup>-3</sup>	pH	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	C	PST	M.O	
			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----									----- % -----		
00 - 20	380	7,1	0,88	0,11	1,20	0,10	1,0	2,29	3,29	69,60	0,72	3,34	1,24	
20 - 40	360	7,1	0,68	0,27	1,30	0,30	1,0	2,55	3,55	71,80	0,51	7,60	0,88	
40 - 60	320	7,2	0,38	0,29	1,10	0,10	1,0	1,87	2,87	65,11	0,31	10,1	0,53	

Atributos Físicos											
Prof (cm)	DS	DP	PT	AN	GF	AT	AG	AF	Silte	Argila	
	--- g cm <sup>-3</sup> ---		----- % -----			----- Composição Granulométrica % -----					
00 - 20	1,61	2,53	36,26	4,32	59,00	73,6	44,50	29,10	15,9	10,5	
20 - 40	1,66	2,47	32,80	4,39	58,31	72,2	48,88	23,34	17,2	10,5	
40 - 60	1,58	2,47	36,07	6,39	49,01	71,8	48,24	23,52	15,7	12,5	

SB = Soma de base – SB =  $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$ ; CTC = Capacidade de troca catiônica  $CTC = SB + (H^{+} + Al^{3+})$ ; V = Saturação por base =  $(SB/CTC) * 100$ ; C = carbono; m = Saturação por alumínio; M. O = matéria orgânica; PST – percentagem de sódio trocável,  $PST = (Na^{+} / CTC) * 100$ ; DS = Densidade do solo; DP = Densidade de partícula; PT = Porosidade total; AN = Areia natural; GF = Grau de flocculação; AT = Areia total; AG = Areia Grossa; AF = Areia fina.

## 2.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento ocorreu em uma área já implementada com o sorgo forrageiro, que passou pelo seu primeiro corte. Então, neste estudo avaliou-se suas duas rebrotas / socas. Este foi cultivado sob quatro lâminas de irrigação com água salina e quatro doses de N, utilizando-se ureia como fonte de Nitrogênio. Deste modo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjado no esquema fatorial 4 x 4, com parcelas subdivididas.

As lâminas de irrigação constituíram em parcelas principais denominadas faixas e as parcelas subdivididas em doses de N, com quatro repetições, o que somaram 16 faixas e 64 subparcelas. Cada faixa de irrigação, contendo 4 subparcelas, foi constituída de 5 fitas de gotejo, espaçadas a 0,75 m entre si, com 12 m de comprimento, totalizando 45 m<sup>2</sup>. Cada subparcela foi constituída de 5 linhas de gotejo, espaçadas a 0,75 m, com 3 m de comprimento, totalizando 11,25 m<sup>2</sup> de área total e 4,5 m<sup>2</sup> área útil identificada como as 3 linhas centrais com 2 m de comprimento.

#### 2.4 MATERIAL VEGETAL E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

A cultivar utilizada foi a IPA 467- 4 -2 (sorgo forrageiro), semeada em sulcos localizados ao lado da fita gotejadora, espaçada a 0,25 m. O semeio foi realizado no dia 6 de abril de 2017, sendo utilizado em média 30 sementes por metro linear.

A adubação nitrogenada consistiu em aplicar 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de Ureia, adicionando-se também o tratamento controle, ou seja, sem a aplicação de nitrogênio. No manejo da adubação nitrogenada, os tratamentos foram aplicados todos de uma única vez.

As lâminas de irrigação foram baseadas na Evapotranspiração da Cultura (ET<sub>c</sub>), adotando-se um manejo de água sob condições deficitárias, com o intuito de minimizar a quantidade de sais aplicada via irrigação. Para isso, as lâminas foram calculadas com base nos níveis de 28%, 36%, 44% e 52 % da ET<sub>c</sub>, sendo obtidas pela equação  $ET_c = ET_o \times K_c$ , onde ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração de referência e os valores de k<sub>c</sub>, coeficiente de cultura, refletem as necessidades hídricas das plantas nos seus estágios vegetativos e reprodutivos. A reposição da água foi efetuada três vezes por semana, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento.

O controle das lâminas de irrigação foi realizado por registros esfera localizados no início das 5 fitas de cada faixa de irrigação, sendo o volume aplicado em função da vazão do

sistema e do tempo de abertura dos registros a uma pressão de 1 atm. Para o cálculo da ETo, a obtenção precipitação e os demais dados climáticos foram obtidos pela estação meteorológica automática situada próximo ao campo experimental.

Segundo Rodrigues e Pereira - Filho (2015) o consumo de água ou a evapotranspiração acumulada do sorgo ao longo do seu ciclo varia de acordo com as condições edafoclimáticas, duração do ciclo, manejo do solo e nível de estresse hídrico ao qual a cultura está submetida. De uma forma geral, o requerimento de água do sorgo é de 380 mm a 600 mm. E Blum (1974) afirmou que em termos médios, o sorgo produz bem com 350 mm de chuva durante o ciclo da cultura.

As lâminas de irrigação da segunda rebrota somadas com a precipitação pluviométrica de 26,60 mm ocorrida durante o segundo ciclo do sorgo totalizaram 443,17 mm e na terceira rebrota as lâminas somadas com a precipitação pluviométrica de 289,60 mm totalizaram 560,60 mm.

A análise química da água utilizada para a irrigação foi feita mensalmente durante a condução do experimento. Baseada na metodologia proposta por Richard (1954), a água é classificada como C3 e apresenta em média, condutividade elétrica = 15 mM, pH = 6,84;  $\text{Na}^+$  = 7,33 mM e  $\text{K}^+$  = 0,72 mM e  $\text{Cl}^-$  = 9,28 mM.

## 2.5 AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS

As avaliações biométricas ocorreram no final de cada ciclo / rebrota do sorgo, sendo 110 dias após o corte do primeiro ciclo e 110 dias do segundo, onde, avaliou-se na área útil das parcelas, em quatro plantas pré-identificadas, o crescimento das culturas, expresso em: Altura de plantas - Mensurada do colo das plantas, rente ao chão, até a base das panículas, por meio de uma fita métrica; Diâmetro caulinar - medida na altura de 10 cm do chão com um

paquímetro universal 150 mm, com precisão de 0,05 mm; Números de folhas vivas e mortas - contadas, considerando mortas as folhas que apresentam mais de 50% do seu limbo foliar senescente; Massa verde da parte aérea - quando os grãos se apresentavam no estágio pastoso, tendendo a farináceo, procedeu a obtenção da biomassa fresca da parte aérea das culturas, obtida a partir do peso da massa de 12 plantas colhidas na área útil de cada parcela a dez centímetros do solo; Massa seca da parte aérea - Imediatamente, após devidamente pesadas para a biomassa verde, as plantas foram picadas em uma máquina forrageira.

Após homogeneização realizada manualmente, retirou-se subamostras de 500 g, estas foram acondicionadas em sacos de papel, foram previamente identificadas e levadas à pré-secagem em estufa com circulação de ar forçado a 55°C, até por 72 horas e, em seguida, pesadas em balança semianalítica e levadas para estufa de 105° por 3 horas, para a obtenção da biomassa seca da parte aérea do sorgo.

## 2.6 CONTEÚDOS DE Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> E Cl<sup>-</sup>

As concentrações de sódio (Na<sup>+</sup>) e potássio (K<sup>+</sup>) nos extratos foram determinadas por fotometria de chama. Para isto, realizou-se o preparo de soluções estoque, tanto de cloreto de potássio (KCl), quanto de cloreto de sódio (NaCl), para determinação da curva padrão. A extração de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> foi realizada a partir de uma alíquota de aproximadamente 0,2g de cada amostra pré-seca (folha, panícula e caule), colocada em tubo com tampa rosqueada individual e previamente identificado, contendo água ultrapura e fervidos em banho maria por uma (1) hora. Os extratos foram filtrados em algodão e, em seguida, as leituras de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> foram realizadas. O conteúdo de cloreto foi obtido pela titulação com nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>), utilizando dicromato de potássio (K<sub>2</sub>Cr O<sub>4</sub>) como indicador.

## 2.7 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram submetidos aos Testes de Shapiro - Wilk e Cochran para testar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias e, em seguida, aplicou-se a análise de variância. As médias comparadas por Tukey a 5% de probabilidade e submetidas à análise de regressão buscando-se o modelo matemático que melhor se ajustasse ao comportamento das variáveis. Realizou-se análise de regressão simples entre as variáveis e utilizou-se o programa estatístico R.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM RESPOSTA A SALINIDADE X ADUBAÇÃO NITROGENADA

Os valores das variáveis altura da planta (AP) estão descritos na tabela 2. Houve interação entre as lâminas de irrigação e a adubação nitrogenada ( $P < 0,05$ ) para esta variável.

**Tabela 2.** Altura da planta (AP) em função das doses de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L aos 110 dias após o primeiro corte.

Dose $\text{kg ha}^{-1}$	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
0	0,68 bC	1,02 aC	1,05 a A	1,12 a A
100	0,96 bB	1,05 ab BC	1,13 Aa	1,15 aA
200	0,97 Aab	1,15 aAB	1,16 a A	1,17 Aa
300	1,06 a A	1,200 aA	1,16 a A	1,93 aA

CV<sub>1</sub> % = 16,55  
CV<sub>2</sub> % = 6,41  
R<sup>2</sup> = 0,94

Médias seguidas de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

A maior altura de planta, cerca de 1,93 m, foi obtida com a maior lâmina de irrigação e maior dose de nitrogênio, na qual a medida que aumentou-se as lâminas de irrigação e adubação nitrogenada, concomitantemente houve aumento para essa variável. Isso ocorre devido a adubação nitrogenada influenciar na expansão celular e fotossíntese, o que leva ao aumento da altura de plantas (Silva et al., 2005). Para Shamme et al. (2016) este aumento após o aumento da taxa de aplicação de N indica o crescimento vegetativo máximo das plantas sob maior disponibilidade de N. Souza et al. (2017) encontraram resultados semelhantes, em que a altura das plantas foi afetada pela adubação nitrogenada e lâminas de irrigação, e que a maior dose e lâmina estudada quando comparada a menor proporcionaram aumento na altura das plantas de sorgo. De acordo com Mello et al. (2004) é importante avaliar a altura das plantas, principalmente para confecção de silagem, pois esta característica encontra-se diretamente relacionada com a porcentagem de plantas acamadas. Por outro lado, a altura padrão desse cultivar é de 2,5 m a 3,5 m (IPA, 1998), assim, o menor desenvolvimento destas variáveis relacionados aos menores valores de lâminas de irrigação

evidenciam situação de estresse hídrico nesse segundo ciclo de sorgo, pois a precipitação pluviométrica ocorrida durante o período experimental da segunda rebrota foi 26,60 mm, sendo este valor menor que o valor de lâminas acumuladas que foi de 416,57 mm. De uma forma geral, o requerimento de água do sorgo é de 380 mm a 600 mm. E Blum (1974) afirmou que em termos médios, o sorgo produz bem com 350 mm de chuva durante o ciclo da cultura. Segundo Carlesso et al. (1997), a ocorrência de déficit hídrico, a partir da fase de desenvolvimento vegetativo da cultura do sorgo, favorece reduções no comprimento do entre nó do sorgo, e este efeito ocasiona plantas com menor altura. O estresse hídrico desencadeia uma série de mudanças fisiológicas, tais como o fechamento de estômatos, reduzindo a entrada de CO<sub>2</sub> no mesófilo, o que compromete o desenvolvimento da planta (Tardin et al., 2013).

O diâmetro do colmo apresentado na tabela 3 demonstra valor médio de 1,37 cm quando submetido a maiores lâminas e maiores doses de nitrogênio e valores menores quando submetido a condições de menores lâminas e doses.

**Tabela 3.** Diâmetro do colmo (DC) em função das doses de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L aos 110 dias após o primeiro corte.

Dose kg ha <sup>-1</sup>	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
<b>0</b>	0,56 bB	1,12 a A	0,93 abA	1,21 aA
<b>100</b>	0,80 aB	1,16 aA	1,21 aA	1,25 aA
<b>200</b>	1,31 aA	1,16 aA	1,23 aA	1,32 aA
<b>300</b>	1,35 aA	1,19 aA	1,25 aA	1,37a A
CV <sub>1</sub> %	27,24			
CV <sub>2</sub> %	18,57			
<b>R<sup>2</sup> = 0,96</b>				

Médias seguidas de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Este aumento do diâmetro do colmo resulta do N absorvido pelas plantas, que combinado com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais, com importante função de acúmulo de

fotoassimilados (Freitas et al.,2012; Sabata e Mason, 1992; Marschner, 1995). A disponibilidade da água favorece uma expansão, divisão e alongamento celular devido à manutenção da turgidez celular, acarretando no maior crescimento em diâmetro caulinar das plantas (Oresca, 2017). O desenvolvimento de colmos aumenta a produção de biomassa vegetal, no entanto, pode influenciar negativamente o valor nutritivo da forragem, pois acarreta queda da digestibilidade das plantas forrageiras, devido sua associação com o aumento dos constituintes da parede celular, principalmente da lignina (Silva et al.,2012). Costa e Medeiros (2017) estudando água salina para irrigação do sorgo verificaram que ocorreu uma redução linear na produtividade de colmos, açúcar e ATR para a cultivar BRS 506 com o aumento da salinidade da água de irrigação, por outro lado a cultivar Ponta Negra não sofreu efeito, evidenciando o fato de que diferentes cultivares se comportam de forma diferente em relação a salinidade. Nascimento (2008) observou que o diâmetro médio dos caules de sorgo foi influenciado de forma negativa pela diminuição da disponibilidade de água no solo. Os menores valores de diâmetro de colmo para as menores lâminas se justificam provavelmente pelo fato de que o déficit hídrico ocorrente durante a segunda rebrota interfere em quase todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das culturas e desencadeia uma série de mudanças fisiológicas, tais como o fechamento de estômatos, reduzindo a entrada de CO<sub>2</sub> no mesófilo, o que compromete o desenvolvimento da planta (Tardin et al., 2013; Bergamaschi et al.,2006).

De acordo com Oresca (2017) o número de folhas vivas por planta é um importante índice de crescimento e desenvolvimento da planta, pois determina a capacidade da planta em captar a radiação solar para fotossíntese. Os resultados obtidos nesse trabalho demonstrado na tabela 4, mostra que o número de folhas vivas foi afetado significativamente pelos fatores nitrogênio e lâminas, passando de 3 para 7 folhas vivas por plantas quando submetida a maiores lâminas.



**Tabela 4.** Número de folhas vivas (NFV) em função das doses de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L aos 110 dias após o primeiro corte.

Dose kg ha <sup>-1</sup>	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
0	3,24 bc C	3,94 bcB	5,25abA	6,38aA
100	3,01cC	6,04 aAB	4,58 abAB	3,33 bAB
200	4,26bB	5,17 abA	6,26 aA	6,74 aA
300	5,52 bA	5,27 abA	6,37abA	7,01aA

CV<sub>1</sub> % = 26,20  
 CV<sub>2</sub> % = 11,09  
 R<sup>2</sup> = 0,99

Médias seguidas de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Segundo Pompeu et al. (2009) a taxa de emissão foliar sofre influência de fatores ambientais, tais como, temperatura, disponibilidade de água, luminosidade, umidade e nutrientes, principalmente nitrogênio. O aumento no número de folhas vivas é uma característica estrutural desejável, indicando acentuada capacidade da pastagem em armazenar forragem verde devido ao maior potencial para assimilação de carbono e captura de energia, resultando provavelmente em uma rebrota mais vigorosa (Mastuscello et al., 2006).

Na tabela 5 observa-se que no tratamento controle 0 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e da menor lâmina de irrigação de 28 % da Eto, ocorreu maior número de folhas senescentes, diminuindo conforme se aumentava a aplicação das doses e as lâminas com água salina.

**Tabela 5.** Número de folhas mortas (NFM) em função das doses de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) e lâminas de irrigação (%) na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L.

Dose kg ha <sup>-1</sup>	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
0	8,17 aA	6,66 abA	5,08 bcA	3,91 cA
100	7,00 aB	6,04 aAB	4,58 abAB	3,33 bAB
200	6,33 aB	4,95 abB	4,24 abAB	2,91 bAB
300	4,83aC	3,78 aC	3,83aB	2,38 aB

CV<sub>1</sub> % = 48,39  
 CV<sub>2</sub> % = 12,16  
 R<sup>2</sup> = 0,99

Médias seguidas de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

O aumento na senescência foliar ocorre devido a deficiência do nitrogênio, pois este é um elemento essencial para a maioria das plantas. A senescência foliar reduz a quantidade de forragem, pois as frações verdes das plantas são as mais nutritivas para a dieta animal

(Magalhães et al.,2015). Muller (2013) encontrou resultados semelhantes na cultura do milho, onde observou que o número de folhas senescentes no estágio de florescimento no tratamento controle foi maior, diminuindo, de forma quadrática, com a aplicação das doses de N.

Com relação a associação entre as lâminas de irrigação e as doses de N, observados na tabela 6, as lâminas de irrigação correlacionaram-se de forma positiva com as características biométricas: altura de planta, diâmetro de colmo e número de folhas vivas, da segunda rebrota do sorgo forrageiro, porém, a sua correlação com o número de folhas mortas não foi positivo. Por outro lado, as doses de nitrogênio correlacionaram-se de forma negativa com a característica: número de folhas mortas. Isso se deve devido as lâminas de irrigação proporcionarem um aumento nas variáveis de crescimento, de modo que quanto maior a lâmina, maior altura, diâmetro de colmo e número de folhas vivas. O aumento da senescência foliar se deve à deficiência do nitrogênio, sendo um elemento essencial para a maioria das plantas cultivadas, e por isso, a correlação negativa com o número de folhas mortas, pois a medida que aumentam-se as doses de N, diminuem-se a quantidade de folhas senescentes. Em relação à altura de plantas é interessante discutir que a correlação entre altura e diâmetro de colmo foi a mais forte observada ( $r = 0.80$ ), isso significa possivelmente, que plantas de menor altura irão apresentar diâmetro menor, da mesma forma que plantas de maior altura apresentam diâmetros maiores. Essas variáveis também correlacionaram-se de forma negativa com o número de folhas mortas, indicando que plantas de maior ou menor altura, bem como diâmetros de colmo maiores ou menores tem associação com o número de folhas de mortas, fato observado na tabela anterior, onde plantas de maior altura e diâmetro de colmo apresentaram menores quantidades de folhas mortas.

**Tabela 6.** Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da segunda rebrota do sorgo forrageiro, lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.

Variável	LAM	DOSE	AP	DC	NFM	NFV
LAM	-	-	0,55**	0,32	- 0,67**	0,74**
DOSE		-	0,41	0,43	- 0,44	0,37
AP			-	0,60**	- 0,56**	0,57
DC				-	- 0,38	0,40
NFM					-	- 0,68
NFV						-

LAM - lâmina; Dose - Dose de N; AP – altura de planta; DC – diâmetro de colmo; NFM – número de folhas mortas; NFV – número de folhas vivas, \*\* significativo pelo teste t (P < 0,05).

No que se refere a correlação entre os conteúdos de Sódio, cloreto e as variáveis biométricas da segunda rebrota, observa-se na tabela 7 que mesmo a água de irrigação utilizada neste estudo conter teor elevado de sais solúveis na sua composição, estes não influenciaram no crescimento das plantas, de modo que a correlação existente entre estes é quase inexistente, sendo considerada fraca e positiva quanto ao sódio e o número de folhas mortas e fraca e positiva quanto as outras variáveis, igualmente ao comportamento do cloreto, que não influenciou no desenvolvimento de tais características.

**Tabela 7.** Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da segunda rebrota do sorgo forrageiro, Sódio e Cloreto na parte aérea da planta.

Variável	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	AP	DC	NFM	NFV
Na <sup>+</sup>	-	- 0,40	0,30	0,27	-0,33	0,31
Cl <sup>-</sup>		-	0,16	0,23	-0,29	0,20
AP			-	0,60**	- 0,54**	0,57
DC				-	- 0,64**	0,40
NFM					-	- 0,68
NFV						-

Na<sup>+</sup> - Sódio; Cl<sup>-</sup> - Cloreto; AP – altura de planta; DC – diâmetro de colmo; NFM – número de folhas mortas; NFV – número de folhas vivas, \*\* significativo pelo teste t (P < 0,05).

Para as variáveis biométricas na terceira rebrota, aos 110 dias após o segundo corte, houve efeito isolado apenas para a adubação nitrogenada, conforme descrito na tabela 8, isso provavelmente ocorreu devido os valores de precipitação ocorridos durante o ciclo da cultura. As maiores doses de nitrogênio promoveram maiores valores para altura da planta, sendo que

na medida que aumentou-se as doses, o sorgo apresentou maior valor para altura da planta. Isso devido o nitrogênio contribuir para o processo de divisão e alongamento celular. Oliveira et al. (2005) estudando comportamento agrônomico de quatro genótipos de sorgo, observaram altura das plantas da ordem de 2,12 a 2,74 m, valores estes próximos aos encontrados neste trabalho e Pradhan et al (2015) perceberam um aumento na altura das plantas de sorgo conforme o acréscimo nas doses de nitrogênio, resultado semelhante ao deste trabalho. Severas restrições hídricas promovem paralisação do crescimento e morte da parte aérea da planta, o que limita a produção animal, tanto em razão da baixa qualidade quanto da disponibilidade de forragem (VAN SOEST, 1994).

O diâmetro do colmo também foi afetado significativamente apenas pela adubação nitrogenada. Provavelmente, a aplicação das lâminas não exerceu efeito significativo para esta variável e para as demais variáveis biométricas na terceira rebrota devido a precipitação ocorrida durante seu ciclo de crescimento, que foi maior que o valor das lâminas acumuladas.

**Tabela 8.** Altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas vivas (NFV) e número de folhas mortas (NFM) em função das doses de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na terceira rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L, 110 dias após o segundo corte.

Dose $\text{kg ha}^{-1}$	Variáveis biométricas			
	AP	DC	NFV	NFM
<b>0</b>	1,40 b	1,40 b	4,18 c	7,25 a
<b>100</b>	2,35 a	1,55 b	4,37 bc	6,12 b
<b>200</b>	2,45 a	1,60 b	4,81 ab	5,81 b
<b>300</b>	2,50 a	2,55 a	5,35 a	5,21c
<b>CV%</b>	13,40	18,32	13,79	8,41
<b>R<sup>2</sup></b>	0,96	0,93	0,99	0,97

Médias seguidas de letras iguais na coluna (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

Diâmetro caulinar com maiores valores proporciona maior capacidade das plantas em armazenar fotoassimilados, que contribuirão para maior produção de biomassa e enchimento de grãos (Steiner et al., 2011). Trabalhando com o sorgo forrageiro e adubação nitrogenada

em cobertura, Parente et al. (2014) observaram que com o aumento da dose de N houve aumento do diâmetro das plantas, tendo como média 48,76 mm.

Na terceira rebrota apenas a adubação nitrogenada exerceu efeito significativo sobre a variável número de folhas vivas, sendo uma média de 4,9 a 7,0 folhas vivas por plantas, na ausência ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e na maior dose de N ( $300 \text{ kg ha}^{-1}$ ). O nitrogênio acelera a formação e o crescimento de novas folhas e aumenta o valor da rebrota. Na tabela 8 observa-se que no tratamento controle  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio ocorreu o maior número de folhas senescentes, diminuindo conforme se aumentava a aplicação das doses de N.

A altura de planta, juntamente com o diâmetro do colmo e o número folhas vivas apresentaram associações significativas com as lâminas de irrigação, mostrando correlação positiva, conforme demonstrado na tabela 9. A adubação nitrogenada apresentou correlação significativa para o número de folhas mortas, de forma negativa.

**Tabela 9.** Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da terceira rebrota do sorgo forrageiro e doses de nitrogênio.

Variável	DOSE	AP	DC	NFM	NFV
DOSE	-	0,67**	0,72**	- 0,56**	0,48
AP		-	0,32	- 0,50**	0,34
DC			-	- 0,36	0,43
NFM				-	- 0,17
NFV					-

Dose - Dose de N; AP – altura de planta; DC – diâmetro de colmo; NFM – número de folhas mortas; NFV – número de folhas vivas, \*\* significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

A correlação negativa da variável número de folhas mortas e altura de planta e diâmetro de colmo se justifica pelo fato de plantas mais altas e com maior diâmetro apresentam menores quantidades de folhas senescentes, como observado nos dois ciclos da cultura, devido a maior dose de Nitrogênio proporcionar maior crescimento de planta e ausência de deficiência de nitrogênio, proporcionando menores quantidades de folhas mortas. Pereira et

al., (2011) observou que independentemente da altura da planta no momento do corte, as maiores taxas de senescência foram observadas na ausência do adubo nitrogenado, como observado na tabela anterior e isso justifica a correlação ocorrida de forma negativa.

### 3.2 ACUMULAÇÃO DE Na<sup>+</sup> E Cl<sup>-</sup> ASSOCIADA A RESTRIÇÃO DE CRESCIMENTO

A associação entre Cloreto, sódio e as variáveis biométricas na terceira rebrota do sorgo, são demonstradas na tabela 10, e demonstram que a medida que os teores de Cl<sup>-</sup> aumentam, diminuem-se os valores de altura de planta e diâmetro de colmo, bem como, o número de folhas vivas, diferentemente do segundo ciclo do sorgo. A correlação existente entre estes se mostrou de maneira fraca, quando comparada aos valores tidos como significativos, e nos permite inferir que mesmo estes íons estando presentes, o crescimento da cultura nesse ciclo não foi afetado de forma significativa.

**Tabela 10.** Correlações lineares de Pearson entre características biométricas da terceira rebrota do sorgo forrageiro, Sódio e Cloreto.

Variável	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	AP	DC	NFM	NFV
Na <sup>+</sup>	-	- 0,34	0,14	0,35	0,34	0,05
Cl <sup>-</sup>		-	- 0,14	- 0,48	0,29	-0,15
AP			-	0,32	- 0,50**	0,34
DC				-	- 0,36	0,43
NFM					-	- 0,17
NFV						-

Na<sup>+</sup> - Sódio; Cl<sup>-</sup> - Cloreto; AP – altura de planta; DC – diâmetro de colmo; NFM – número de folhas mortas; NFV – número de folhas vivas, \*\* significativo pelo teste t (P < 0,05).

A produção de matéria verde e da matéria seca da parte aérea do sorgo forrageiro na segunda rebrota é demonstrado na tabela 11. Houve efeito para lâminas de irrigação e adubação nitrogenada, de forma isolada, de modo que para ambas, a máxima produção da massa verde do sorgo foi obtida quando se aplicou 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e lâmina de 52%. Essa elevação na produtividade de MVPA das cultivares resulta do maior crescimento das culturas, diâmetro caulinar e número de folhas vivas das plantas, devido ao suprimento em nitrogênio e disponibilidade hídrica. Resultados semelhantes foram descritos por Tang et al.

(2018) avaliando a biomassa e qualidade do sorgo em região semiárido, ocorrendo aumento na biomassa da cultura com incremento na adubação nitrogenada. Rezende et al. (2011) observaram alteração no rendimento de massa verde da rebrota do sorgo, com destaque para as épocas de semeadura iniciais, proporcionou rendimento médio de 6.124 kg ha<sup>-1</sup> bem como avaliando o monocultivo do sorgo com produção de 4.425 kg ha<sup>-1</sup>, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

**Tabela 11.** Produtividade de massa verde “MVPA” e massa seca da parte aérea “MSPA” da segunda rebrota do sorgo em função de diferentes lâminas de irrigação com água salina e doses crescentes de nitrogênio, Serra Talhada – PE.

Variáveis		
Lâminas (%)	MVPA	MSPA
28	2077,81 c	217,14 a
36	3193,75 bc	313,74 ab
44	4475,00 ab	435,89 a
52	6089,06 a	502,31 a
CV%	41,07	53,71
R <sup>2</sup>	0,99	0,99
Dose kg ha <sup>-1</sup>	MVPA	MSPA
0	2432,81 c	251,99 b
100	3667,18 b	33,94 ab
200	4746,87 a	435,69 a
300	4988,75 a	447,46 a
CV%	24,13	36,89
R <sup>2</sup>	0,99	0,97

Médias seguidas de letras iguais na coluna (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Os resultados nesse estudo mostraram que a produtividade da massa seca da cultivar IPA467-4-2 para a segunda rebrota foi significativamente influenciado pela lâmina e dose, onde a máxima produtividade de massa seca foi obtida à medida que aumentaram as doses de nitrogênio e as lâminas de irrigação, simultaneamente. Restelatto et al. (2015) avaliando a eficiência de nitrogênio e absorção de nutrientes por uma sucção de forragem de sorgo e aveia não detectaram diferença significativa no conteúdo de matéria seca em ambas as culturas.

A associação entre MVPA e as variáveis biométricas analisadas neste estudo, (tabela 12) correlacionaram-se de forma positiva, de modo que para a altura de plantas foi a que

apresentou maior valor ( $r = 0,57$ ). A altura de plantas é uma medida importante devido à boa correlação com a produção de matéria seca e coeficientes em torno de 71% em sorgo (Dann, 1966) diferentemente do que ocorreu neste estudo. Por outro lado, o maior valor encontrado entre as correlações foi a existente entre a MVPA e o NFM, sendo de forma negativa, onde entende-se possivelmente que quanto menor for o NFM maior será a MVPA.

**Tabela 12.** Correlações lineares de Pearson entre matéria verde e matéria seca da parte área do sorgo forrageiro e características biométricas na segunda rebrota.

Variável	MVPA	MSPA	AP	DC	NFM	NFV
MVPA	-	0,82**	0,57**	0,55**	- 0,63**	0,42
MSPA		-	0,47	0,45	- 0,47	0,27
AP			-	0,80**	- 0,54**	0,40
DC				-	- 0,64**	0,29
NFM					-	- 0,24
NFV						-

MVPA - matéria verde; MSPA - matéria seca; AP - altura de planta; DC - diâmetro de colmo; NFM - número de folhas mortas; NFV - número de folhas vivas, \*\* significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

Na terceira rebrota do sorgo forrageiro (Tabela 13.) ocorreu efeito apenas da adubação nitrogenada entre as variáveis. Observa-se que conforme aumenta-se a dose de N, tem-se maior valor tanto de matéria verde quanto de matéria seca. Tang et al. (2018) avaliando a biomassa e qualidade do sorgo em região semiárido, observaram comportamento semelhante em seu estudo. De acordo com esses autores, a máxima de produtividade de biomassa seca foi obtida conforme que foram aumentadas as doses de nitrogênio no solo.

**Tabela 13.** Produtividade de massa verde ‘‘ MVPA’’ e massa seca da parte aérea ‘‘MSPA’’ do sorgo em função de diferentes lâminas de irrigação com água salina e doses crescentes de nitrogênio, na terceira rebrota.

Dose kg ha <sup>-1</sup>	Variáveis	
	MVPA	MSPA
0	7015,62 b	335,86 b
100	7125,00 b	369,96 ab
200	7674,37 a	379,96 a
300	8200,00 a	432,63 a
CV%	7,70	18,90
R <sup>2</sup>	0,98	0,95

Médias seguidas de letras iguais na coluna (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )



O nitrogênio possui papel fundamental para a nutrição das plantas, por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, pela sua participação na molécula de clorofila (Andrade et al. 2000). Heitman et al. (2017) observaram que na cultura do sorgo, cultivar ES-5200, ocorreu comportamento quadrático da produtividade de biomassa seca com o incremento de nitrogênio, sendo a dose 67 kg ha<sup>-1</sup> a que promoveu uma produção de 18,5 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca e acima desta dose, a produtividade diminuiu.

Tais rendimentos obtidos nas rebrotas do sorgo forrageiro foram expressivos e demonstram alto potencial de utilização da cultura para pequenos agricultores visando à obtenção de forragem de qualidade utilizando a rebrota, minimizando os custos de implantação da lavoura (Resende et al., 2011) mesmo em situações de salinidade.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo observou-se que o fornecimento do nitrogênio no solo favorece a absorção do K<sup>+</sup> para a cultura do sorgo, no qual a medida que aumentou-se as doses de N, aumentou-se os valores de K<sup>+</sup>, inibindo a absorção de Na<sup>+</sup>. (Tabela 14) Esse comportamento se repetiu nas duas rebrotas do sorgo, de modo que a maior dose de N promoveu maior absorção de K<sup>+</sup>.

Isso se deve provavelmente, devido ao nitrogênio disponibilizar em quantidade considerável, próximo a zona radicular, íons essenciais como NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> que são de preferência pelos vegetais, inibindo a absorção de elementos não essenciais e prejudiciais ao metabolismo da maioria das plantas cultivadas (Oresca, 2017).

Essa elevação da absorção do K<sup>+</sup>, pode ter provocado uma competição direta que se estabelece entre o K<sup>+</sup> e o Na<sup>+</sup> pelos sítios de absorção na membrana plasmática das raízes e isso ocasiona em uma diminuição na absorção de Na<sup>+</sup>.

**Tabela 14.** Teores de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e K<sup>+</sup> na parte aérea do sorgo em duas rebrotas em função de doses crescentes de nitrogênio.

<b>Segunda rebrota</b>			
<b>Dose kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>
	mmol kg <sup>-1</sup> matéria seca		
<b>0</b>	584,46 b	813,99 b	30,26 a
<b>100</b>	584,46b	849,99 b	24,18 b
<b>200</b>	644,26 ab	860,98 ab	17,53 c
<b>300</b>	706,77 a	1004,86 a	11,78 c
<b>CV %</b>	9,95	14,31	24,32
<b>R<sup>2</sup></b>	0,98	0,94	0,99
<b>Terceira rebrota</b>			
<b>Dose kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>
	mmol kg <sup>-1</sup> matéria seca		
<b>0</b>	690,50 b	787,49 c	28,03 a
<b>100</b>	692,50 b	916,66 b	21,08 ab
<b>200</b>	728,27 b	973,46 b	16,36 b
<b>300</b>	880,00 a	1041,10 a	14,99 b
<b>CV %</b>	15,17	7,84	37,81
<b>R<sup>2</sup></b>	0,98	0,99	0,99

Médias seguidas de letras iguais na coluna (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Para os teores de cloreto, observou-se em ambos os ciclos que à medida que foi aumentado as doses de nitrogênio ocorreu uma redução em sua absorção, e essa redução dos teores de cloreto na parte aérea das plantas é devido possivelmente à ação antagônica dos íons nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) presentes na ureia de modo que o nitrato atua como inibidor competitivo da absorção de cloreto pelas plantas. O que foi confirmado pela correlação, que se apresentou negativa, embora se apresente de forma fraca ou moderada, demonstrado na tabela 15.

**Tabela 15.** Correlação linear entre doses de adubação nitrogenada e Cloreto na segunda e terceira rebrota do sorgo forrageiro.

<b>Variável</b>	<b>Segunda rebrota</b>		<b>Terceira rebrota</b>
	<b>DOSE</b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>
DOSE	-	- 0,46	- 0,37
Cl <sup>-</sup>		-	-

Cl<sup>-</sup> - Cloreto; DOSE – Dose de nitrogênio \*\* significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

Kafkafi et al. (1982) observaram na cultura do tomateiro, que o teor de cloreto na planta decresceu à medida que foi aumentando a concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução. Na cultura do pimenteiro, Yasuor et al. (2017) verificaram um incremento do Cl<sup>-</sup> nas folhas das plantas devido à exposição a salinidade. E Oliveira et al (2010) perceberam que a adubação

nitrogenada promoveu redução do efeito salino da água de irrigação na produção de matéria seca do girassol, principalmente quando se utilizou sulfato de amônio como fonte de N.

Segundo Cram (1973), o aumento da concentração de nitratos pode inibir a absorção de cloreto devido a uma influência alostérica de nitrato nos locais de captação de cloretos, reduzindo ainda mais a acumulação de cloreto pela planta.

De acordo com os resultados obtidos podemos verificar que a adubação nitrogenada favoreceu as plantas cultivadas, pois, ocorreu um provável incremento de nitrato e cloreto, porém a competição no nitrato com o cloro pelos sites de absorção, promovendo possivelmente a inibição de um excesso deste micronutriente na planta, causando a diminuição dos efeitos de toxidez deste.

#### **4 CONCLUSÃO**

Com os resultados obtidos nesse experimento, pode-se concluir que na segunda rebrota mesmo em condição de déficit hídrico e na terceira rebrota, tanto a adubação nitrogenada quanto a irrigação com água salina foram favoráveis ao crescimento da cultura do sorgo, expresso em altura, diâmetro caulinar, número, biomassa verde e seca e o fornecimento de nitrogênio favoreceu a absorção do potássio pela planta, por outro lado, diminuiu a absorção do cloreto pelas plantas.

## REFERÊNCIAS

Agarwal, N.; Singh, A.; Kumar, A. Salinity effects on growth and productivity of two soybean (*Glycine max* L.) genotypes. **Indian Journal of Scientific Research**, v. 6, n. 2, p. 59, 2015.

Andrade, A. C; Fonseca, D.M.; Gomide, J.A. Produtividade e valor nutritivo do capim elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**; vol.29 n.6, 2000.

Bergamaschi, H.; Dalmago, G.A; Comiran, F. Water deficit and yield in maize crops. *Pesquisa agropecuaria Brasileira*, v.41,p.243-249,2006.

BLUM, A. Genotypic responses in sorghum to drought stress I. Response to soil moisture soil. *Crop. Science*. v. 14 p. 361-364 , 1974.

Carlesso, R. et al. Resposta do sorgo granifero a déficits hídricos aplicados durante o ciclo dedesenvolvimento da cultura. **Ciência Rural**, Santa Maria. V.27,n.2,Apr/jun.1997

Campos, M. S.; Oliveira, F.S.; Oliveira, F.R.A.; Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 165-171, 2010.

Costa, A.R.F.C; Medeiros, J.F Água salina como alternativa para irrigação de sorgo para geração de energia do Nordeste brasileiro. **Water Reourcers and irrigations Management**, v.6, n.3, p169-177, 2017.

EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solos. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional.

FAO. FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division.2015. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> >. Acesso em: 12 de Fevereiro de 2019.

Foloni, J.S.S et al., Rebrotas de soqueiras de sorgo em função da altura de corte e da adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, v.55, n.2, p.102-108,2008.

Freitas, A. D. S.; Silva, T. O.; Menezes, R. S. C. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1856-1861, 2012.

Giordano, M.; Raven, J. A. Nitrogen and sulfur assimilation in plants and algae. **Aquatic Botany**, v. 118, n. 1, p. 45-61, 2014.

Gupta, B.; Huang, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, 18p. 2014.

Hanumantharao, B.; Nair, R. M.; Nayyar, H. Salinity and high temperature tolerance in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] from a physiological perspective. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 957. 2016

Heitman, A. J; Castillo, M. S.; Smyth, T. J. Nitrogen Fertilization Effects on Yield and Nutrient Removal of Biomass and Sweet Sorghum: **Agronomy Journal**, v. 109 No. 4, p. 1352-1358, 2017.

IPA- INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Sorgo sacarino de elevada produção de biomassa para corte e silagem, 1998.

Kafkafi, U.; Valoras, N.; Letey, J. Chloride interaction with nitrate and phosphate nutrition in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). **Journal of Plant Nutrition**, v. 5, n. 12, p. 1369-1385, 1982.

Kang, S. M.; Khan, A. L.; Waqas, M. Plant growth-promoting rhizobacteria reduce adverse effects of salinity and osmotic stress by regulating phytohormones and antioxidants in *Cucumis sativus*. **Journal of Plant Interactions**, v. 9, n. 1, p. 673-682, 2014.

KIm, K.; Jang, Y. J.; Lee, S. M. Alleviation of salt stress by *Enterobacter* sp. EJ01 in tomato and *Arabidopsis* is accompanied by up-regulation of conserved salinity responsive factors in plants. **Molecules and Cells**, v. 37, n. 2, p. 109-117, 2014.

Kumar, J.; Singh, S.; Singh M. Transcriptional regulation of salinity stress in plants: A short review. **Plant Gene**, v. 11, p. 160-169, 2017.

Magalhães, J. A.; Carneiro, M. S. S.; Andrade, A. C. Bromatologic composition the Marandu grass under effect of different irrigation and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 933-942, 2015.

Marschner, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. New York, Academic Press, 2012, 651p.

Martuscello, J.A.; Fonseca, D.M.; Nascimento Jr, D. Características morfogênicas e estruturais do capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

Monteiro, E. M. M.; BrasiL, E. C.; Junior, J. D. B. L. Massa de forragem e composição químico-bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça adubadas com resíduo de siderurgia, nitrogênio e fósforo. **Revista Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 74-96, 2014.

Muller, T. **Inoculação de Azospirillum brasilense associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2013. Guarapuava, 2013 xii, 97.

Nascimento, R. Crescimento de plantas de sorgo sob diferentes disponibilidades de água no solo. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS- vol. 23, n.1,p . 53-54,2008.

Niñerola, V. B.; Navarro-Pedreño, J.; Lucas, I. G. Geostatistical assessment of soil salinity and cropping systems used as soil phytoremediation strategy. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 174, p. 53-58, 2017.

Nobre, R. G. et al. Crescimento do girassol irrigado com água residuária e adubação orgânica. **Revista DAE**, v. 03, n. 4, p. 50-60, 2009.

Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L. Produção de girassol sob estresse salino e Oliveira, F. A.P. et al. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.479-484, 2011.

OECD e FAO – Organisation for Economic Co-operation and Development and Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agricultural Outlook 2012 (Summary in Portuguese), OECD Publishing. Disponível em: <[http://www.oecd-ilibrary.org/content/summary/agr\\_outlook-2012-sum-pt](http://www.oecd-ilibrary.org/content/summary/agr_outlook-2012-sum-pt)>.

ONU – Organização das Nações Unidas, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision. Disponível em: <[https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/World\\_Population\\_2015\\_Wallchart.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/World_Population_2015_Wallchart.pdf)>.

Oliveira, A. B.; Alencar, N. L. M.; Prisco, J. T.; Gomes-Filho, E. Accumulation of organic and inorganic solutes in Na Cl stressed sorghum seedlings from aged and primed seeds. **Scientia agrícola**, v.68, p.632-637, 2005.

Oresca, D. **Adubação nitrogenada como atenuador dos efeitos da salinidade da água de irrigação utilizada para produção de forragem no semiárido**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2017.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056-4075, 2015.

Pereira, J. R. A.; Reis, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, v. 1, p. 64-86, 2011.

Pereira – Filho, I.A; Rodrigues, J.A.S. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa ,2015.

Restelatto, R.; Pavinato, P. S.; Sartor, L. R. Nitrogen Efficiency and Nutrient Absorption by a Sorghum-Oats Forage Succession. **Advances in Agriculture**. Article ID 702650, p.12, 2015.



Rezende, P.M et al. Rendimento forrageiro da rebrota do sorgo em sistema de produção consorciado com soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.2, p.362-368, 2011.

Santos M. J. V.; Oliveira, E. C. A.; Carvalho, C. I. F. S. Acúmulo de biomassa seca de cultivares de girassol irrigado sob o efeito da adubação nitrogenada cultivados na região Semiárida Pernambucana. 2013. **Anais... XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO**. UFRPE. Recife, dezembro. 2013.

Schiattone, M.I.; Candido, V.; Cantore, V. Water use and crop performance of two wild rocket genotypes under salinity conditions. *Agricultural Water Management*, v. 194, p. 214-221, 2017.

SECTMA. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco**. 1.ed. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2006. 104p

Shamme S. K.; Raghavaiah C. V.; Balemi T. Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Growth, Productivity, Nitrogen Removal, N- Use Efficiencies and Economics in Relation to Genotypes and Nitrogen Nutrition in Kellem-Wollega Zone of Ethiopia, East Africa. **Advances in Crop Science and Technology**, v. 4, p. 218, 2016.

Silva, E. C.; Ferreira, S. M.; Silva, G. P.; Assis, R. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 725-733, 2005.

Silva, F. L. B.; Lacerda, C. F.; Sousa, G. Interaction between salinity and bovine biofertilizer in the bean crop. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering*, v. 15, n. 04, p. 383-389, 2011.

Sousa, P. G. R.; Viana, T. V. A.; Carvalho, C. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo no crescimento da cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 4, p. 1528-1537, 2017.

Steiner, F.; Tiago Zoz, T.; Junior, A. S. P. Zinco e nitrogênio no desempenho agrônômico do milho safrinha. **Global Science of Technology**, v. 04, n. 02, p.09-17, 2011.

Tang, J.; Camberato, J. J.; Yu, X.; Luo, N. Growth response, carbohydrate and ion accumulation of diverse perennial ryegrass accessions to increasing salinity. **Scientia Horticulturae**, v. 154, p. 73-81, 2013.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>a</sup> ed. Cornell University Press. Ithaca. 476 pp.

Yasuor, H.; Tamir, G.; Stein, A. Does water salinity affect pepper plant response to nitrogen fertigation **Agricultural Water Management**, v. 191, p. 57-66, 2017.

CAPITULO II  
ASPECTOS ZOOTECNICOS DO SORGO FORRAGEIRO CULTIVADO SOB  
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E ADUBAÇÃO  
NITROGENADA

**RESUMO**

O Semiárido apresenta condições climáticas que comprometem a exploração agrícola na região, além de apresentar reservatórios de água com elevada quantidade de sais, o que contribui para um baixo desempenho produtivo dos rebanhos. Estudos recentes têm demonstrado que é possível produzir em ambiente salino, utilizando técnicas que permitam aliviar os efeitos nocivos da salinidade às plantas água salina, tais como, a utilização de espécies forrageiras adaptadas as condições edafoclimáticas da região e tolerantes a salinidade, assim como a utilização da adubação nitrogenada. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação com água salina e adubação nitrogenada, sob os aspectos zootécnicos do sorgo forrageiro em ciclos consecutivos. O experimento foi realizado na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) em condições de campo, instalado em blocos ao acaso, avaliando o sorgo forrageiro em ciclos consecutivos, submetidos a 4 lâminas de irrigação (28, 36,44 e 52 %) e 4 níveis de adubação nitrogenada (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>). Foram realizadas avaliações químico – bromatológicas no sorgo, sódio, potássio e cloreto. Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de médias, e foram ajustados ao modelo de regressão. Tanto a adubação nitrogenada quanto a irrigação com água salina foram favoráveis aos teores de PB e MS, embora o período de colheita ter influenciado nos teores de FDN e FDA.

**Palavras-chave:** bromatologia, rebrota e semiárido

CHAPTER II  
ZOOTECNICAL ASPECTS OF FORENSIVE SORGUM CULTIVATED UNDER  
DIFFERENT IRRIGATION BLADES WITH SALT WATER AND NITROGEN  
FERTILIZATION

**ABSTRACT**

The semi-arid region presents climatic conditions that compromise the agricultural exploitation in the region, besides presenting reservoirs of water with a high amount of salts, which contributes to a low productive performance of the herds. Recent studies have shown that it is possible to produce in the saline environment using techniques that alleviate the harmful effects of salinity on saline plants, such as the use of fodder species adapted to the region's soil-tolerant conditions and salt tolerance, as well as the use of nitrogen fertilization. The objective of this study was to evaluate the effects of different irrigation slides with saline water and nitrogen fertilization under the zootechnical aspects of forage sorghum in consecutive cycles. The experiment was carried out at the Serra Talhada Academic Unit (UAST) under field conditions, installed in randomized blocks, evaluating forage sorghum in consecutive cycles, submitted to 4 irrigation slides (28, 36.44 and 52%) and 4 levels of nitrogen fertilization (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>). Chemical - bromatological evaluations were carried out on sorghum, sodium, potassium and chloride. Data were submitted to analysis of variance, test of means, and were adjusted to the regression model. Both nitrogen fertilization and saltwater irrigation were favorable to PB and DM contents, although the harvest period influenced the NDF and ADF levels.

**Keywords:** bromatology, regrowth and semi-arid

## 1 INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro, com área aproximada de 980 mil km<sup>2</sup>, abrange cerca de 90% da região Nordeste do país, apresentando condições climáticas compostas por baixo índice pluviométrico e alto potencial evapotranspiratório, o que pode potencializar o processo de salinização, além de causar redução no rendimento da maioria das culturas e da pecuária, uma vez que afeta significativamente a produção de forragem (IBGE,2010; Santos et al.,2010; Alves et al.,2011).

Nesta região, a pecuária é uma atividade essencialmente importante para assegurar a alimentação e geração de renda para os produtores, uma vez que o baixo índice pluviométrico predominante torna a exploração agrícola de alto risco, pois a diminuição na oferta de forragem pode ocasionar na perda de produção. E isto leva o produtor a optar por técnicas que realizadas de forma errônea, agravem mais ainda o processo de salinização, como por exemplo, a utilização da irrigação com água de má qualidade e com elevada concentração de sais.

Estudos recentes têm demonstrado que é possível produzir em ambiente salino, utilizando técnicas que permitam atenuar os efeitos nocivos da salinidade às plantas. Dentre elas, a adubação no emprego de fertilizantes favorecem aquisição de nutrientes pelas plantas em condições de salinidade, sendo a adubação nitrogenada bastante utilizada (Silva et al., 2011; Oresca et al.,2017).

De acordo com Campos et al., (2010), o nitrogênio poder interagir com a salinidade, atenuando efeitos nocivos do excesso de sais. Porém, é de suma importância evidenciar que a absorção e assimilação de nitrogênio pelas plantas são influenciadas pela fonte do fertilizante aplicado. A adubação nitrogenada reveste-se de vital importância para o setor pecuário, pois além de promover o aumento da produção de matéria das gramíneas, estimula o crescimento

de tecidos novos, com altos teores de proteína bruta, baixos de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina (Euclides,1995).

Outra técnica é a utilização de espécies forrageiras adaptadas as condições climáticas da região semiárida, e tolerantes ao estresse hídrico e estresse salino. O sorgo forrageiro é uma cultura que no contexto da agropecuária brasileira vem se destacando a cada dia, por ser uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, nos quais é difícil o cultivo de outras espécies. Sendo utilizada para silagem ou corte verde, para pastejo e os grãos, em rações animais (Buso et al.,2011).

O sorgo apresenta capacidade de manter vivo o seu sistema radicular após a colheita para ensilagem, o que possibilita a utilização da rebrota. Nessas condições, aproveitar as características tanto de tolerância ao déficit hídrico como de rebrota do sorgo é um ganho considerável em relação a outras espécies (Alvarenga et al.,2004).

Segundo Simili et al. (2008) pastagem de sorgo adubada com três níveis de nitrogênio (100, 200 e 300 kg N ha<sup>-1</sup>) encontraram resposta significativa para PB (15,1%, 16,4%, 15,7%), FDN (65,3%, 65,8% e 64,5%) e FDA (35,5%, 37,8% e 39,6%), respectivamente. Oliveira et al. (2009) verificaram que a matéria seca da silagem aumentou significativamente em função da dose de nitrogênio aplicada, com teores de 24,0 a 28,7 %.

Diante disso, objetivou-se avaliar os aspectos químicos -bromatológicos do sorgo forrageiro quando submetido a adubação nitrogenada e irrigação com água salina em ciclos consecutivos no semiárido.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

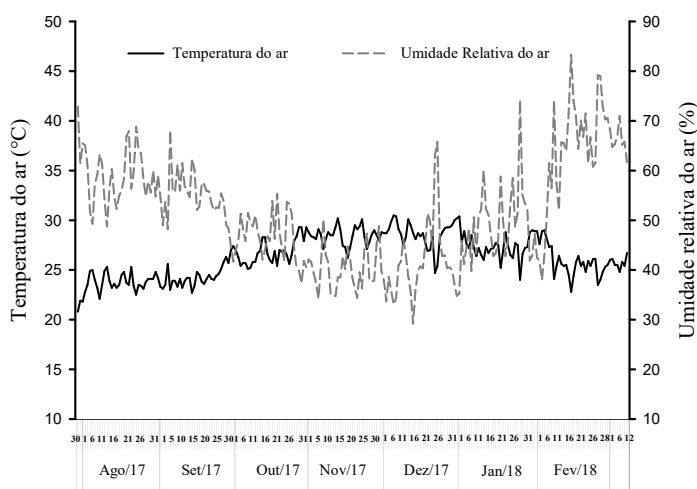
### 2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O estudo foi desenvolvido no período entre julho de 2017 a março de 2018, em condições de campo, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), localizada sob as coordenadas geográficas 7° 59' 7" Sul, 38° 17' 34" Oeste do Meridiano de Greenwich e 443 metros de altitude, município de Serra Talhada, Microrregião do Sertão do Pajeú.

A precipitação pluvial média anual da região é de 632 mm e as temperaturas do ar médias mensais oscilam entre 23,6 e 27,7°C, as temperaturas mínimas entre 18,4 e 21,6°C e as temperaturas mais altas ocorrem durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, com valores superiores a 32°C (Sectma, 2006).

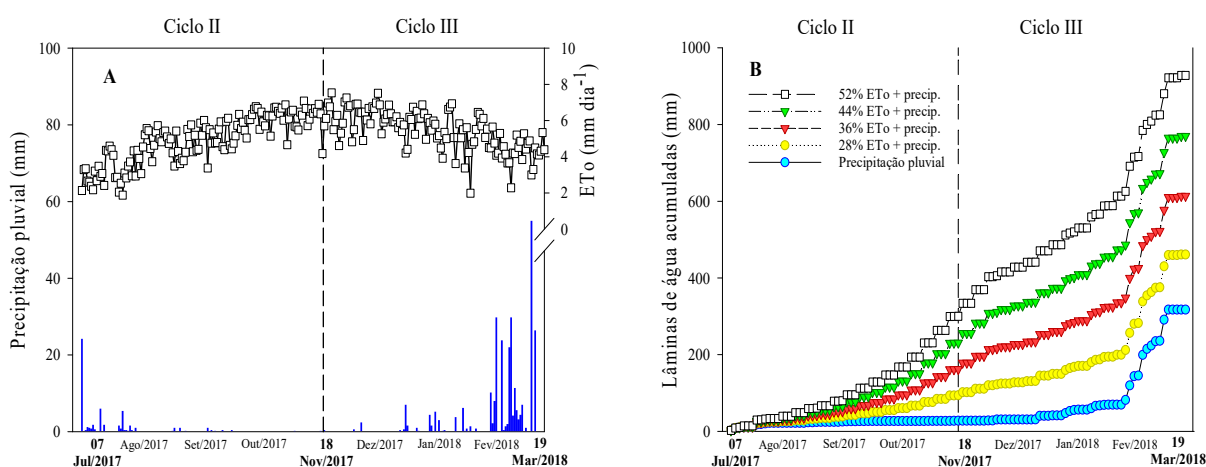
### 2.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os dados de temperatura e umidade relativa média do ar foram monitorados diariamente durante a condução do experimento através da estação meteorológica automática localizada a 300 metros da área experimental, demonstrados na figura a seguir (Figura 1).



**Figura 1.** Temperatura média do ar (—) e umidade relativa do ar (--) durante o período experimental (30 de julho 17 a 12 de março 18) na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST.

Também foram mensuradas durante o experimento a precipitação e a evapotranspiração da cultura de referência (ETo). A partir da precipitação e das lâminas de irrigação, foi-se estimar as lâminas de irrigação acumuladas (Figura 2). Os dados da precipitação e para o controle da ETo foram obtidos a partir da estação meteorológica automática localizada a 300 metros da área experimental.



**Figura 2.** Valores diários de precipitação pluvial e evapotranspiração de referência – ETo (A) e lâminas de água acumuladas (B) durante o período experimental (Jun-2017 a Mar-2018), no município de Serra Talhada – PE.

### 2.3 ANÁLISE DO SOLO

No local onde foi instalado o experimento, o solo é classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico Típico (Santos et al., 2013). Antes da implantação do experimento, com auxílio de um trade holandês, foram coletadas em 15 pontos aleatórios amostras simples de solos de 0 até 60 cm, com camadas de 20 cm profundidade. Em seguida, essas amostras simples foram misturadas de acordo com suas respectivas profundidades e homogêneas afim de obter amostras compostas, as quais foram caracterizadas fisicamente e quimicamente (Tabela 1), de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).



**Tabela 1:** Resultados da análise química e física do solo coletado de 0 a 60 cm antes da instalação do experimento, Serra Talhada, PE.

Atributos Físicos										
Prof (cm)	DS	DP	PT	AN	GF	AT	AG	AF	Silte	Argila
	--- g cm <sup>-3</sup> ---		----- % -----			----- Composição Granulométrica % -----				
00 - 20	1,61	2,53	36,26	4,32	59,00	73,6	44,50	29,10	15,9	10,5
20 - 40	1,66	2,47	32,80	4,39	58,31	72,2	48,88	23,34	17,2	10,5
40 - 60	1,58	2,47	36,07	6,39	49,01	71,8	48,24	23,52	15,7	12,5

Atributos químicos													
Prof (cm)	P	pH	K	Na	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	C	PST	M.O
	mgdm <sup>-3</sup>		----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----					----- % -----					
00 - 20	380	7,1	0,88	0,11	1,20	0,10	1,0	2,29	3,29	69,60	0,72	3,34	1,24
20 - 40	360	7,1	0,68	0,27	1,30	0,30	1,0	2,55	3,55	71,80	0,51	7,60	0,88
40 - 60	320	7,2	0,38	0,29	1,10	0,10	1,0	1,87	2,87	65,11	0,31	10,1	0,53

SB = Soma de base - SB =  $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$ ; CTC = Capacidade de troca catiônica CTC =  $SB + (H^{+} + Al^{3+})$ ; V = Saturação por base =  $(SB/CTC) * 100$ ; C = carbono; m = Saturação por alumínio; M. O = matéria orgânica; PST - percentagem de sódio trocável,  $PST = (Na^{+}/CTC) * 100$ ; DS = Densidade do solo; DP = Densidade de partícula; PT = Porosidade total; AN = Areia natural; GF = Grau de floculação; AT = Areia total; AG = Areia Grossa; AF = Areia fina.

## 2.4 CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

O experimento ocorreu em uma área já implementada com o sorgo forrageiro, que passou pelo seu primeiro corte, avaliando-se assim suas duas rebrotas / socas. Este foi cultivado sob quatro lâminas de irrigação com água salina e quatro doses de N, utilizando-se ureia como fonte de Nitrogênio. Deste modo, o delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjado no esquema fatorial 4 x 4, com parcelas subdivididas. As lâminas de irrigação constituíram em parcelas principais denominadas faixas e as parcelas subdivididas em doses de N, com quatro repetições, o que somaram 16 faixas e 64 subparcelas. Cada faixa de irrigação, contendo 4 subparcelas, foi constituída de 5 fitas de gotejo, espaçadas a 0,75 m entre si, com 12 m de comprimento, totalizando 45 m<sup>2</sup>. Cada subparcela foi constituída de 5 linhas de gotejo, espaçadas a 0,75 m, com 3 m de comprimento, totalizando 11,25 m<sup>2</sup> de área total e 4,5 m<sup>2</sup> área útil identificada como as 3 linhas centrais com 2 m de comprimento.

A cultivar utilizada foi a IPA 467-4-2 (sorgo forrageiro), semeada em sulcos localizados ao lado da fita gotejadora, espaçada a 0,25 m. O semeio foi realizado no dia 6 de abril de 2017, sendo utilizado em média 30 sementes por metro linear.

A adubação nitrogenada consistiu em aplicar 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de Uréia, adicionando-se também o tratamento controle, ou seja, sem a aplicação de nitrogênio. No manejo da adubação nitrogenada, os tratamentos foram aplicados todos de uma única vez.

As lâminas de irrigação foram baseadas na Evapotranspiração da Cultura (ET<sub>c</sub>), adotando-se um manejo de água sob condições deficitárias, com o intuito de minimizar a quantidade de sais aplicada via irrigação. Para isso, as lâminas foram calculadas com base nos níveis de 28%, 36%, 44% e 52 % da ET<sub>c</sub>, sendo obtidas pela equação  $ET_c = ET_o \times K_c$ , onde ET<sub>o</sub> é a evapotranspiração de referência e os valores de K<sub>c</sub>, coeficiente de cultura, refletem as necessidades hídricas das plantas nos seus estágios vegetativos e reprodutivos. A reposição da água foi efetuada três vezes por semana, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento.

O controle das lâminas de irrigação foi realizado por registros esfera localizados no início das 5 fitas de cada faixa de irrigação, sendo o volume aplicado em função da vazão do sistema e do tempo de abertura dos registros a uma pressão de 1 atm. Para o cálculo da ET<sub>o</sub>, a obtenção precipitação e os demais dados climáticos foram obtidos pela estação meteorológica automática situada próximo ao campo experimental.

As lâminas de irrigação da segunda rebrota totalizaram 416,57 mm com precipitação pluviométrica de 26,60 mm durante o ciclo e na terceira rebrota as lâminas totalizaram 271,00 mm sendo a precipitação pluviométrica de 289,60 mm no período de condução do experimento na terceira rebrota. A análise química da água utilizada para a irrigação foi feita mensalmente durante a condução do experimento. Baseada na metodologia proposta por

Richard (1954), a água é classificada como C3 e apresenta em média, condutividade elétrica = 15 mM, pH = 6,84;  $\text{Na}^+ = 7,33 \text{ mM}$  e  $\text{K}^+ = 0,72 \text{ mM}$  e  $\text{Cl}^- = 9,28 \text{ mM}$ .

## 2.5 COLETA DO MATERIAL VEGETAL

A coleta do material ocorreu no final de cada ciclo do sorgo, quando os grãos se apresentavam no estágio pastoso, tendendo a farináceo, procedeu a obtenção da biomassa fresca da parte aérea das culturas, obtida a partir do peso da massa de 12 plantas colhidas na área útil de cada parcela a dez centímetros do solo. As plantas foram picadas em uma máquina forrageira. Depois de homogeneizar manualmente, retirou-se subamostras de 500 g. Estas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificadas e levadas à secagem em estufa com circulação de ar forçado a 55°C, até por 72 horas e, em seguida, pesadas em balança semianalítica e levadas para estufa de 105° por 16 horas, para a obtenção da biomassa seca da parte aérea do sorgo. As amostras dos tecidos aéreos foram moídas em moinho do tipo Willey (peneira de 1 mm) para posteriores análises.

## 2.6 ANÁLISES BROMATOLÓGICAS

A determinação da matéria seca (MS), e proteína bruta (PB) foi feita adaptando a metodologia da AOAC (2000), quanto ao peso das amostras utilizadas em tais análises (MS  $\approx$  1,0 g; e PB  $\approx$  0,1 g). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados seguindo adaptação da metodologia da AOAC (2000), no Laboratório de Análise de Planta e Ração do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), com a utilização de saquinhos de Tecido Não Tecido (TNT) com dimensões de 5x10 cm, contendo 0,5g de amostra pré-seca. A determinação da concentração de FDA, no Determinador de Fibra, foi realizada pelo método sequencial. Os valores de lignina foram obtidos por diferença entre FDN e FDA.

## 2.7 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram submetidos aos Testes de Shapiro - Wilk e Cochran para testar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias e, em seguida, aplicou-se a análise de variância. As médias comparadas por tukey a 5% de probabilidade e submetidas à análise de regressão buscando-se o modelo matemático que melhor se ajustasse ao comportamento das variáveis. Utilizou-se o programa estatístico R.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 VARIÁVEIS BROMATOLÓGICAS INFLUENCIADAS PELA SALINIDADE X LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Os valores das variáveis bromatológicas da segunda rebrota do sorgo forrageiro estão demonstrados na tabela 2, e indicam que apenas as doses de nitrogênio influenciaram ( $P < 0,05$ ) os teores de FDN.

Observou-se maiores teores FDN nas doses de 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup>. Isso pode ser explicado devido a precipitação ter sido menor que as lâminas acumuladas e provavelmente estas doses maiores aceleraram o crescimento das plantas, acarretando na sua maturidade fisiológica. A FDN está correlacionada negativamente com o consumo voluntário de forragem por parte dos animais, isto se deve, dentre outros fatores, ao espaço que a fibra ocupa no rúmen, causando enchimento e portanto, quanto maiores os teores de FDN na planta forrageira mais limitado será o consumo por parte dos ruminantes (Oliveira et al., 2016). Quando as plantas alcançam o estágio pleno reprodutivo verificam-se aumentos nos teores de fibras. Isso ocorre devido maior desenvolvimento dos tecidos dos vasos condutores desta fração vegetal, objetivando transportar água e nutrientes absorvidos pelas raízes, bem como, o transporte dos fotoassimilados translocados das estruturas de reserva com o intuito de promover o crescimento e o desenvolvimento dos tecidos reprodutivos da planta (Monteiro et al., 2014).

**Tabela 2.** Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) (% na MS) em função das doses de nitrogênio na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L.

Doses kg ha <sup>-1</sup>	Nutrientes		
	FDN	FDA	LIG
0	65,94 ± 1,1 ab	33,12 ± 0,71 ab	2,63 ± 0,05 ab
100	75,03 ± 1,6 a	36,61 ± 0,87 a	3,00 ± 0,06 a
200	70,69 ± 1,3 ab	34,19 ± 0,54 ab	2,82 ± 0,04 ab
300	64,62 ± 0,6 b	29,15 ± 0,62 b	2,58 ± 0,04 b
CV %	14,73	17,09	14,73
R <sup>2</sup>	0,89	0,98	0,90

Médias ± desvio padrão, seguidos de letras iguais na coluna (minúsculas) não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

Tanto o teor de FDA quanto o de FDN são negativamente correlacionados com a digestibilidade e com o seu consumo, respectivamente (Van Soest, 1994). Sugerem-se maiores taxas de consumo voluntário de silagens de híbridos de sorgo que apresentem menos concentração de FDN (Macedo et al., 2012) com valores menores que os encontrados neste trabalho nas doses de 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. A maior dose de nitrogênio cerca de 300 kg ha<sup>-1</sup> promoveu menor teor de FDN, tal fato pode ser explicado pelo fato do nitrogênio estimular a formação de novos tecidos, que geralmente tem menores teores de FDN. Resultados semelhantes foram reportadas por Cecato et al. (2004) que observaram decréscimos nos teores de FDN do capim-marandu, adubado com 200, 400 e 600 kg de N/ha.

Provavelmente, esse aumento nos teores de FDN foi devido o nitrogênio promover desenvolvimento foliáceo, e conseqüentemente, alongamento do caule, causando antecipação da maturidade, influenciando tanto no FDN quanto no FDA e lignina. Hoffman et al. (2007), afirma que à medida que as plantas crescem, desenvolvem o tecido xilemático para transporte de água, acumulam celulose e outros carboidratos complexos para sustentação e estes tecidos se fixam através do processo da lignificação e isso também justifica o aumento nos teores de FDN. O NRC (2001) considera valor mínimo de FDN de 25%, a depender do estágio fisiológico do animal e da categoria que ele pertence.

A FDA é constituída pelas frações (celulose e lignina) de menor digestibilidade da parede celular das forrageiras, e quanto maiores os seus teores, menor tende a ser a digestibilidade do vegetal (Magalhaes et al., 2015). Estes resultados são superiores ao encontrados por outros autores (Pesce et al., 2000; Gomes et al., 2006) avaliando outros híbridos de sorgo. Observa-se na tabela 5 que ao mesmo tempo que aumenta-se os teores de FDN, os teores de FDA também aumentam nas mesmas condições de doses aplicadas, assim como teores de lignina. Isso ocorre devido os teores de fibra em detergente ácido (FDA) terem relação com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a digestibilidade da fibra, pois quanto menor o teor de FDA, menor será o teor de lignina e, conseqüentemente, melhor a digestibilidade do alimento.

A determinação das frações fibrosas torna-se importante na caracterização da qualidade de forrageiras, uma vez que são negativamente correlacionadas com a digestibilidade e o consumo voluntário (VAN SOEST, 1994).

A análise de variância detectou interação ( $P > 0,05$ ) entre as lâminas de irrigação e doses de nitrogênio sobre os teores de proteína bruta (PB) na segunda rebrota, demonstrado na tabela 3. As lâminas de 28 % e de 36 % foram as que promoveram maiores teores de proteína bruta, juntamente com a dose de 100 kg ha<sup>1</sup> de nitrogênio. Tal fato ocorreu devido as maiores lâminas de água implicarem em antecipação da maturidade das gramíneas, ocasionando diluição dos teores de nitrogênio, resultando em menores teores de proteína bruta. Segundo Silva e Silva (2014), os teores proteicos das espécies forrageiras são mais elevados no estágio vegetativo da planta e são reduzidos ao passo que alcançam o período reprodutivo. É importante ressaltar que, o N da PB não necessariamente estará totalmente disponível para os animais, ao passo que esse elemento pode estar ligado à parede celular das plantas, como nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDIN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). De acordo com Havlin et al. (2005), quando o nitrogênio é fornecido adequadamente

e em condições favoráveis para o crescimento das plantas, proporciona aumento na produção de MS e no teor de proteína.

**Tabela 3.** Proteína bruta (% da MS) da planta inteira em função das doses de nitrogênio na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L.

Doses kg ha <sup>-1</sup>	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
0	3,77 abA	3,70 abA	3,42 aA	3,68 aA
100	4,15 aA	4,60 aA	2,89 aB	3,99 aA
200	3,24 abA	3,42 bA	3,69 aA	3,30 aA
300	3,10 bA	3,10 bA	3,49 aA	3,65 aA
CV %	13,29	CV %	22,04	
R <sup>2</sup>	0,21	R <sup>2</sup>	0,70	

Médias ± desvio padrão, seguidos de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

O teor de proteína foi inferior ao observado por (Oliveira et al. 2010) onde encontraram 5,5% de proteína em forragem de sorgo ao avaliarem a produção e extração de nutrientes de diferentes culturas de fins forrageiros na região de Itapetinga BA.

A tabela 4 apresenta os valores de proteína bruta para a terceira rebrota do sorgo forrageiro. Houve efeito isolado para as lâminas de irrigação e adubação nitrogenada. Na terceira rebrota o conteúdo proteico encontrado foi entre 6,25 e 7,39 % quando submetido a lâminas e 6,48 a 7,85 % quando submetido a diferentes doses de N. O NRC (2001) considera valores ideais de PB em torno de 7%, e neste trabalho no terceiro ciclo do sorgo forrageiro os valores de PB atendem a esse nível recomendado. Isso ocorreu provavelmente devido aos valores de precipitação e lâminas acumuladas, além do fornecimento de nitrogênio, possibilitando condições propícias para o aumento de PB. As menores lâminas apresentaram menores teores de PB, bem como as menores doses, porém, observa-se a lâmina de 44% apresenta maior teor em relação a lâmina de 52%, bem como a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> em relação a de 300 kg ha<sup>-1</sup>, e isso ocorreu provavelmente devido a estas condições promoverem aceleração da maturidade das gramíneas, ocasionando em menores teores de PB. A superioridade dos teores de PB, na maioria dos casos pode ser explicada pela não-limitação



dos fatores ambientais que tem efeito benéfico na absorção de nitrogênio pela forrageira (Moreira et al., 2009).

**Tabela 4.** PB (% da MS) da planta inteira, em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação na terceira rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L.

<b>Lâminas (%)</b>			
<b>28</b>	<b>36</b>	<b>44</b>	<b>52</b>
6,25± 0,90 b	7,00 ± 0,88 a	7,32 ± 0,88 a	7, 12 ± 1,07 ab
<b>CV %</b>	11,58		
<b>Doses kg ha<sup>-1</sup></b>			
<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>
6,48± 0,94 b	6,71± 0,43 b	7,85 ± 1,34 a	7,03 ± 1,19 ab
<b>CV %</b>	13,18		

Médias ± desvio padrão, seguidos de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

É de fundamental importância saber o valor nutritivo da forragem que se está produzindo, neste sentido a proteína bruta (PB) é um dos componentes bromatológicos da planta que auxiliam para se obter essas respostas. Segundo Restelatto et al. (2012) a percentagem de PB do sorgo é crescente em função das doses de nitrogênio até cerca de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, após os teores de PB tendem a estabilizar ou até reduzir. Em condições salinas, Silva et al. (2014) observam que o teor de proteína na matéria seca não foi influenciado pela salinidade da água de irrigação, obtendo-se teores médios de 13,17% para o sorgo. Por outro lado, Vieira et al. (2005) trabalhando com dois genótipos de sorgo, verificaram redução significativa no teor de proteína bruta em resposta ao aumento da salinidade.

Houve interação entre as lâminas de irrigação e as doses de N para a matéria seca da planta inteira na segunda rebrota do sorgo (Tabela 5.), com percentual médio variando de 66,57% no tratamento controle a 29,70% no tratamento com 300 kg de N/ha. A diferença de valores variando em altos e baixos ocorre porque ao atingir determinado nível do nutriente na planta ocorre máximo em produção, com isso o excesso de N pode provocar desequilíbrio entre os nutrientes na planta, promovendo diminuição na produção e gastos desnecessários com adubação (Martuscello,2005).

**Tabela 5.** Teor de matéria seca em planta inteira (MS %) em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação na segunda rebrota de plantas de *Sorghum bicolor*, L.

Doses	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
0	66,57 aA	43,94 bA	52,57 abA	44,35 bA
100	47,14 aA	52,84 a A	55,92 aA	47,40 aA
200	33,01 bA	48,91 bA	50,36 aA	48,07 aA
300	35,96 bA	29,70 bA	54,99 aA	48,95 aA

CV<sub>1</sub> % = 17,02  
CV<sub>2</sub> % = 21,60

Médias ± desvio padrão, seguidos de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

Observou-se que a lâmina de 36 % juntamente com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou valores semelhantes aos encontrados nos tratamentos de maiores lâminas e doses, sendo um comportamento que proporciona diminuição nos custos com adubação e lâmina. Os altos teores de MS podem ser atribuídos a alta participação da panícula na matéria natural, visto que não houve separação das frações folha, colmo e panícula no momento de trituração. Nesse sentido, Silva et al. (1999) afirmaram que esta é a fração que mais contribui para a elevação dos teores de MS no sorgo destinado à ensilagem. O teor de matéria seca da planta forrageira é um dos mais importantes fatores no processo da ensilagem, uma vez que determinará o tipo de fermentação que irá se desenvolver no interior do silo (Oliveira et al., 2009). Em relação a salinidade, Silva et al. (2014) constataram que a tolerância à água salina depende da cultura e do tipo de solo utilizado. As culturas do milho e do sorgo são classificadas como moderadamente tolerantes ao estresse salino, porém, vários estudos já demonstraram reduções significativas na produção de massa seca em resposta à salinidade, com taxas de perdas variando em função de materiais genéticos e condições ambientes (Lima et al., 2011; Sousa et al., 2012; Lacerda et al., 2006; Aquino et al., 2007; Feijão et al., 2011; Coelho et al., 2014). O teor de água presente na planta de sorgo está descrito na tabela 6. Houve interação entre as lâminas de irrigação e as doses de N para essa condição.

**Tabela 6.** Teor de água (%) em planta inteira de sorgo, em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação na segunda rebrota.

Doses kg ha <sup>-1</sup>	Lâminas (%)			
	28	36	44	52
0	33,42 b	56,05 a	47,43 ab	55,65 a
100	52,85 aA	47,15 a A	44,07 aA	52,59 aA
200	66,98 aA	51,08 abA	49,63 aA	51,93 aA
300	64,04 abA	70,29 aA	45,00 cA	51,05 bcA

CV<sub>1</sub> % = 15,82  
CV<sub>2</sub> % = 20,08

Médias ± desvio padrão, seguidos de letras iguais, na linha (minúsculas) e na coluna (maiúsculas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

Os dados mostram coerência entre si, pois o teor de MS está intimamente relacionado com o teor de umidade. O maior teor de água ocorreu na lâmina de 28 % e maior dose de N, condições estas que proporcionaram menores teores de MS. Provavelmente esse comportamento ocorreu em função das condições de temperatura e umidade que diminuíram na época e o valor acumulado da lâmina foi maior que a precipitação.

#### **4 CONCLUSÃO**

Com os resultados obtidos nesse experimento, pode-se concluir que nas duas rebrotas tanto a adubação nitrogenada quanto a irrigação com água salina foram favoráveis aos teores de PB e MS, embora o período de colheita ter influenciado nos teores de FDN e FDA.

## REFERÊNCIAS

- Alvarenga, R.C;Freire, F.M; Rodrigues, J.A.S. Rebrotas de sorgo forrageiro fertilizado com dejetos de bovinos e adubo químico. XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2004.
- Alves, F. A. L.; Ferreira-Silva, S. L.; Silveira, J. A. G. Efeito do  $Ca^{2+}$  externo no conteúdo de  $Na^+$  e  $K^+$  em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, pp. 602-608, 2011.
- Aquino A. J. S.; Lacerda, C. F.; Bezerra, M. A. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de  $Na^+$ ,  $K^+$  e  $Cl^-$  em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**; v. 31, n. 5, p. 961-971, 2007
- Buso, W. H. D.; Morgado, H. S.; Silva, L. B. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.
- Campos, M. S.; Oliveira, F.S.; Oliveira, F.R.A. Efeito da salinidade e fontes de nitrogênio na matéria seca do girassol. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 165-171, 2010
- Cecato, U.; Santos, G. T.; Machado, F. A. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.23, n.4, p.781-788, 2001.
- Coelho, D.S. **Influência da salinidade nos aspectos nutricionais e morfofisiológico de genótipo de sorgo forrageiro**. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2013.
- Cram, W.J. Internal factors regulating nitrate and chloride influx in plant cells. **Journal of Experimental Botany**, v. 24, n. 2, p. 328-341, 1973.
- Euclides, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. Simpósio sobre manejo da pastagem, 12. 1995, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, p. 245-273, 1995.

Feijão, A.R.; Silva, J.C.B.; Marques, E.C. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n.3, p. 675-683, 2011.

Hoffman, P. C.; Lundberg, K. M.; Bauman, L. El efecto de la madurez en la digestibilidad del FDN (fibra detergente neutro). *Focus on Forage*, Madison, v.5, n.15, p.1-2, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico, 2010.

Macedo, C.H.O. et al . Produção e composição bromatológica do sorgo (*Sorghum bicolor*) cultivado sob doses de nitrogênio. *Arch. zootec.*, Córdoba , v. 61, n. 234, p. 209-216, jun. 2012 .

Magalhães, J. A.; Carneiro, M. S. S.; Andrade, A. C. Bromatologic composition the Marandu grass under effect of diferente irrigation and nitrogen fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 2, p. 933-942, 2015.

Martuscello, J.A.; Fonseca, D.M.; Nascimento Jr, D. Características morfogênicas e estruturais do capim-massai 52 submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

Monteiro, J. G.; Cruz, F. J. R.; Nardin, M. B. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, n.1, p.18-25, 2014.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient of requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> ed. Washington: **National Academic Press**, 2001. 381p.

Oliveira, R.P et al. Composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro sob doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 4, p. 1003-1012, dez. 2009

Oliveira, F. A.P. et al. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, p.479-484, 2010.

Oliveira, A. B.; Alencar, N. L. M.; Prisco, J. T. Accumulation of organic and inorganic solutes in NaCl stressed sorghum seedlings from aged and primed seeds. **Scientia Agrícola**, v.68, p.632-637, 2010.

Oliveira, V. S.; Santana Neto, J. A.; Valença, R. L. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, v. 22, n. 2, p. 01-18, 2016.

Oresca, D. **Adubação nitrogenada como atenuador dos efeitos da salinidade da água de irrigação utilizada para produção de forragem no semiárido**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2017.

Restelatto, R.; Pavinato, P. S.; Sartor, L. R. Nitrogen Efficiency and Nutrient Absorption by a Sorghum-Oats Forage Succession. **Advances in Agriculture**. Article ID 702650, p.12, 2015.

Santos, M. V. F.; Lira, M. A.; Dubeux JR., J. C. B. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.

SECTMA. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco**. 1.ed. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2006. 104p.

Silva, E. N.; Ribeiro, R. V.; Silva, S. L. F. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agrícola**, v. 68, n.1, p. 62-68, 2011.

Silva, S. P.; Silva, M. M. C. Fracionamento de carboidrato e proteína segundo o sistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v. 19, n. 2, p. 95-108, 2014.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>a</sup> ed. Cornell University Press. Ithaca. 476 pp.

Vieira, M.R.; Lacerda, C.F.; Cândido, M.J.D.; Carvalho, P.L.; Costa, R.N.T.; Tabosa, J.N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. 467 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, suppl, p.42-46, 2005.