

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS**

**Características nutricionais de espécies forrageiras adaptadas ao  
Semiárido, cultivadas com água salobra e matéria orgânica**

**DIEGO DE SOUSA CUNHA**

Zootecnista

**GARANHUNS - PE**

**JULHO DE 2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS**

**Características nutricionais de espécies forrageiras adaptadas ao  
Semiárido, cultivadas com água salobra e matéria orgânica**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães - Orientador

Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade – Coorientador

Prof. Dr. Fleming Sena Campos – Coorientador

**Garanhuns - Pernambuco**

**Julho de 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

C972c      Cunha, Diego de Sousa  
            Características nutricionais de espécies forrageiras adaptadas  
            ao Semiárido, cultivadas com água salobra e matéria orgânica /  
            Diego de Sousa Cunha. – 2019.  
            82 f. : il.

Orientador: André Luiz Rodrigues Magalhães.

Coorientador: Albericio Pereira de Andrade.

Coorientador: Fleming Sena Campos.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós  
-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, Garanhuns, BR -  
PE, 2019.

Inclui referências.

1. Plantas forrageiras 2. Nutrição animal 3. Sorgo 4. Milheto  
I. Magalhães, André Luiz Rodrigues, orient. II. Andrade, Albericio  
Pereira de, coorient. III. Campos, Fleming Sena, coorient. IV. Título

CDD 633.2

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E PASTAGENS

**Características nutricionais de espécies forrageiras adaptadas ao  
Semiárido, cultivadas com água salobra e matéria orgânica**

Autor: Diego de Sousa Cunha

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães

APROVADA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Carolina Corrêa de Figueirêdo Monteiro  
M.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, D.Sc. em Zootecnia

---

Kelly Cristina dos Santos  
M.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, D.Sc. em Zootecnia

---

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães – UFRPE/UAG  
(Orientador)

## **BIOGRAFIA**

**Diego de Sousa Cunha**, filho de José Belo Cunha Filho e Maria da Conceição de Sousa Cunha, nasceu na cidade de São Luis – MA em 6 de novembro de 1993. cursou ensino médio no Centro de Ensino Almirante Tamandaré na cidade de São Luis – MA. Em agosto de 2011, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI, onde desenvolveu atividades de monitoria, extensão e iniciação científica, sendo bolsista de iniciação científica (PIBIC) no período de agosto/2013 a julho de 2014, e em 01 de setembro de 2016, recebeu o título de Bacharel em Zootecnia. Em agosto de 2017, ingressou no curso de pós-graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, concentrando seus estudos na área de forragicultura, submetendo-se à defesa da dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens no dia 18 de julho de 2019.

*“A vitória mais bela que se pode alcançar é vencer a si mesmo.”*

Santo Inácio de Loyola

Uma vez fui viajar e não voltei.

Não por rebeldia ou por ter decidido ficar; simplesmente mudei.

Cruzei fronteiras que eu nunca imaginaria cruzar. Nem no mapa, nem na vida. Fui tão longe que olhar para trás não era confortável, era motivador.

Conheci o que posso chamar de professores e acessei conhecimentos que nenhum livro poderia me ensinar. Não por serem secretos, mas por serem vivos.

Acrescentei ao dicionário da minha vida, novos significados para educação, medo e respeito.

Reaprendi o valor de alguns gestos. Como quando criança, a espontaneidade de sorrisos e olhares faz valer a comunicação mais universal que há – a linguagem da alma.

Fui acolhido por pessoas, famílias, estranhos, bancos e praças. Entre chãos e humanos, ambos podem ser igualmente frios ou restauradores.

Conheci ruas, estações, aeroportos e me orgulho de ter dificuldade em lembrar seus nomes. Minha memória compartilha do meu desejo de querer refrescar-se com novos e velhos ares.

Fiz amigos de verdade. Amigos de estrada não sucumbem ao espaço e nem ao tempo. Amigos de estrada cruzam distâncias; confrontam os anos. São amizades que transpassam verões e invernos com a certeza de novos encontros.

Vivi além da minha imaginação. Contrariei expectativas e acumulei riquezas imateriais. Permiti ao meu corpo e à minha mente experimentar outros estados de vivência e consciência.

Redescobri o que me fascina. Senti calores no peito e dei espaço para meu coração acelerar mais do que uma rotina qualquer permitiria.

E quer saber?

Conheci outras versões da saudade. Como nós, ela pode ser dura. Mas juro que tem suas fraquezas. Aliás, ela pode ser linda.

Com ela, reavaliei meus abraços, dei mais respeito a algumas palavras e me apaixonei ainda mais por meus amigos e minha família.

E ainda tenho muito que aprender.

Na verdade, tais experiências apenas me dirigem para uma certeza – que ainda tenho muito lugar para conhecer, pessoas a cruzar e conhecimento para experimentar.

Uma vez fui viajar...

e foi a partir deste momento que entendi que qualquer viagem é uma ida sem volta.

(Marcelo Penteado)

*Aos meus pais José e Maria,  
Minhas irmãs Stefane e Estela  
por todo Amor e cuidado...*

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo presente que é a minha vida, por tudo o que me destes, família, amigos, professores, estudos, trabalho, e por último, mas não menos importante a Nossa Senhora, minha primeira Mãe por me cobrir com seu manto, me proteger e ser fonte de luz para iluminar meu caminho.

A meus pais, José Belo Cunha Filho e Maria da Conceição de Sousa Cunha, meus heróis, por me apoiarem, serem exemplo de pessoas a qual eu me espelho, por não medirem esforços para que seus filhos tivessem uma boa educação e principalmente pelos ensinamentos de amor a Deus e a Família. Pelas suas orações de todos os dias, agradeço a Deus por ser seu filho.

Às minhas irmãs por todo apoio, força, companheirismo e carinho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da UFRPE.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento do projeto.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães pois, desde o início, mostrou ser uma pessoa excepcional. Agradeço por ter acreditado em mim e ter me ajudado a ser uma pessoa melhor. Saiba que sou eternamente grato por ter compartilhado comigo seus valiosos conhecimentos. Pela pessoa especial que não tenho palavras que expressem tamanha gratidão.

Ao Professor Dr. Albericio Pereira de Andrade, pela coorientação e ajuda dada por meio dos seus ensinamentos.

À Embrapa Semiárido na pessoa do pesquisador Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo, pela disponibilidade e atenção dedicada durante os trabalhos realizados.

Aos professores do PPGCAP que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Aos membros das bancas de Qualificação e Defesa, por todas as contribuições e entendimentos.

Aos amigos Dr. Fleming Sena Campos e Dra. Glayciane Gois, por toda atenção, pelo exemplo de profissionais, por todos os conselhos, por toda preocupação e atenção. Pela amizade construída em um tempo muito especial e difícil da minha vida que foi estar longe de casa e dos amigos.

À Dra. Ana Lúcia Teodoro, por todos os ensinamentos, por não medir esforços para passar seus conhecimentos, pela competência e dedicação profissional. O que sei hoje, grande parte é devido aquilo que nos passou no período em que tivemos contato. Uma inspiração e tive uma satisfação imensa de trabalhar com ela.

De maneira especial a Rayanne Thalita Souza por toda a ajuda, e pela amizade construída, principalmente na reta final do mestrado, onde pudemos partilhar sofrimentos, angústias

e alegrias. Agradeço por toda atenção, mesmo estando cheias de coisas nunca medi esforços para me ajudar. Sou eternamente grato. Pode sempre contar comigo.

Aos amigos do Maranhão aqui em Pernambuco: Claudenilde, Diana, Elison, Gabriela, Luciana, Sánara, Raquel e Steyce. A distância das nossas casas nos uniu bastante, e pudemos compartilhar e nos alegrar com nossa cultura, mesmo estando longe.

Aos amigos que ganhei no mestrado e que levarei para sempre comigo: Caline, Cleyton, Daniel, Daniel Nascimento, Denison, Jessica, José Fábio, Leandro Oliveira, Mery e Yara.

A turma 2017.2 que tive grande satisfação de formar com Alisson Herculano, Jordânia Barbosa, Juliete Theodora, Luiz Torres, Pedro de Assis e Raquel Lima.

Às amigadas construídas durante o experimento na Embrapa Semiárido: Everton Lourenço, José Nunes e Mateus Carvalho Yuri Varjão (FANEB), Amélia, Ana Taíres, Getúlio, George Araújo, George Henrique, Mery, Sr. Alcides e Thiago Silva, que forneceram grande ajuda durante o experimento e análises.

Aos amigos da graduação que pude conviver, repassar e aprender: Ana Clara (pessoa que tenho uma admiração enorme pelo esforço e dedicação), Germana e Vitória (que pude conhecer melhor), Luís (uma pessoa muito boa de se conviver), Thalita (com o pouco tempo que tivemos contato nasceu uma amizade muito boa) e Tulio (um jovem de um coração muito bom que pude conviver e admirar). Agradeço pela ajuda, por momentos especiais convividos e por todo companheirismo.

Aos demais familiares, amigos e colegas que mesmo distantes, de alguma forma se fizeram presentes nesta caminhada e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

**SOU ETERNAMENTE GRATO!**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	15
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Geral .....	16
2.2 Específicos .....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Produção Animal no Semiárido .....	16
3.2 Culturas do milho e sorgo .....	18
3.3 Efeitos da salinidade no solo e nas plantas.....	19
3.4 Utilização de adubo orgânico como atenuante da salinidade do solo .....	20
3.5 Valor nutritivo de plantas forrageiras sob condições salinas .....	21
3.6 Parâmetros utilizados para a avaliação das plantas.....	21
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
CAPÍTULO I Características nutricionais do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	29
RESUMO: .....	30
ABSTRACT .....	31
INTRODUÇÃO: .....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO:.....	38
CONCLUSÃO:.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CAPÍTULO II Características nutricionais do sorgo, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	54
RESUMO: .....	55
INTRODUÇÃO: .....	57
MATERIAL E MÉTODOS:.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO:.....	63
CONCLUSÃO:.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
APÊNDICES .....	80

## LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Composição química do solo da estação experimental da caatinga .....	34
Tabela 2. Análise química da água do poço artesiano do campo experimental da caatinga .....	34
Tabela 3. Efeito das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre matéria seca total, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	38
Tabela 4. Interação lâminas x matéria orgânica e efeito dos ciclos sobre os valores de fibra em detergente neutro do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	39
Tabela 5. Efeito isolado das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre fibra em detergente ácido, lignina e celulose do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	40
Tabela 6. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre carboidratos totais e fracionamento dos carboidratos do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	42
Tabela 7. Valores de carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	43
Tabela 8. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica e ciclos sobre a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	44
Tabela 9. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre a produção de gás <i>in vitro</i> observado e gás estimado do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	45
Tabela 10. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre os parâmetros de produção de gases <i>in vitro</i> do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	46
Tabela 11. Efeito dos ciclos sobre os parâmetros de produção de gás <i>in vitro</i> do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica .....	48
Tabela 12. Efeito das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre a matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína e extrato etéreo do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica .....	63
Tabela 13. Interação lâminas x matéria orgânica e efeito dos ciclos sobre os valores de fibra em detergente neutro do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica .....	65
Tabela 14. Efeito isolado das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre fibra em detergente ácido, lignina e celulose do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica .....	66
Tabela 15. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre carboidratos totais e fracionamento dos carboidratos do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica. ....	68
Tabela 16. Carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos do sorgo BRS Ponta Negra em função da interação dos níveis matéria orgânica e lâminas de água salobra. ....	69

Tabela 17. Efeito das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica .....	70
Tabela 18. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre a produção de gás <i>in vitro</i> observado e gás estimado do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica. ....	71
Tabela 19. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre os parâmetros de produção de gases <i>in vitro</i> do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica .....	72
Tabela 20. Efeito dos ciclos sobre os parâmetros de produção de gás <i>in vitro</i> do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica .....	73

## LISTA DE FIGURAS

	Páginas
<b>Figura 1.</b> Dados meteorológicos mensais da Estação Experimental da Caatinga – Embrapa Semiárido de março a agosto de 2018.....	33
<b>Figura 2.</b> Precipitação pluvial diária .....	33
<b>Figura 3.</b> Dados meteorológicos mensais da Estação Experimental da Caatinga – Embrapa Semiárido de março a agosto de 2018.....	58
<b>Figura 4.</b> Precipitação pluvial diária .....	58

## RESUMO

CUNHA, D.S. **Características nutricionais de espécies forrageiras adaptadas ao Semiárido, cultivadas com água salobra e matéria orgânica.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens. UFRPE. Garanhuns-PE. Orientador: Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães.

**Resumo Geral:** Objetivou-se avaliar a cinética da fermentação ruminal, digestibilidade e produção de gases *in vitro* do milho e sorgo, cultivados com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica. O experimento foi conduzido na Área de Prospecção e Estudos em Agricultura Bioessalina do Campo Experimental da Caatinga, pertencente a Embrapa Semiárido, Petrolina – PE. Avaliou-se a variedade de milho ADR 300 e do sorgo BRS Ponta Negra. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 4 x 2), representado por quatro lâminas de irrigação com água salobra (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% e L4 - 100% da evapotranspiração), quatro níveis de matéria orgânica (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) e dois ciclos da cultura (1° e 2° ciclos) com três repetições. Determinou-se matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina digerida em ácido (LDA), fracionamentos de carboidratos, parâmetros de fermentação, digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DIVMS), a estimativa dos parâmetros cinéticos dos carboidratos fibrosos (CF) e carboidratos não fibrosos (CNF) a partir da técnica de produção de gases *in vitro*. Com relação a MS, MO e MM não ocorreu interação lâmina x matéria orgânica (P>0,05) para as duas culturas analisadas. Não foi observado efeito (P<0,05) das lâminas de irrigação e doses de matéria orgânica sobre a proteína bruta (PB) e o extrato etéreo (EE) para o milho, porém para PB observou-se efeito das lâminas para o sorgo. No entanto, houve efeito (P<0,05) entre os ciclos, com maiores valores de PB expressados no 2° ciclo nas duas culturas. Em relação à FDN houve interação (P<0,05) lâmina x matéria orgânica para as duas variedades utilizadas. Quanto aos valores de FDA do milho, houve efeito linear positivo para as lâminas e matéria orgânica. Houve efeito (P<0,05) das lâminas de água nas duas variedades e do ciclo para a variável lignina do milho. Para a variável DIVMS, observou-se interação significativa entre lâminas e matéria orgânica para o milho, e efeito isolado das lâminas e matéria orgânica para o sorgo. Para os parâmetros de produção de gases e degradação dos carboidratos fibrosos ocorreu interação (P<0,05) entre os fatores lâminas de irrigação e doses de adubo orgânico para as duas culturas. Recomenda-se a utilização das menores lâminas da evapotranspiração para as duas culturas analisadas, uma vez que as mesmas obtiveram os melhores valores de composição químico-bromatológica. De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, um novo modelo de produção e enquadrando-se na realidade do ambiente Semiárido, o uso estratégico complementar hídrico com água salobra, com referência no uso mínimo e sazonal de água com base no regime hidrológico da região pode ser incorporado para maximização da produção de forragem e eficiência de utilização dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** digestibilidade, ensaio *in vitro*, milho, sorgo.

## ABSTRACT

CUNHA, D.S. **Nutritional characteristics adapted to Semiarid, cultivated with brackish water and organic matter.** Dissertation (Master in Animal Science and Pastures). Graduate Program in Animal Science and Pastures. UFRPE. Garanhuns-PE. Advisor: Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães.

**Abstract:** The objective of this study was to characterize the chemical-bromatological composition, carbohydrate fractionation, digestibility and gas production using *in vitro* techniques of sorghum and pearl millet crops cultivated with brackish water and organic matter. The experiment was conducted at Embrapa Semiarid, in Petrolina-PE. The experimental design was a randomized block design in a factorial scheme (4 x 4 x 2), represented by four irrigation slides with saline water (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% and L4 - 100 % of evapotranspiration), four levels of organic matter (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) and two crop sections (1 and 2 cycle) with three replicates. Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid digested lignin (LDA) were determined, as well as digestibility and yield of gases *in vitro*, and fractionation of carbohydrates. With respect to DM, OM and MM, no interaction of laminate x organic matter (P>0.05) occurred for the two cultures analyzed. No effect (P<0.05) of the irrigation slides and doses of organic matter on the crude protein (CP) and ethereal extract (EE) were observed for millet, but for CP the effect of the slide for sorghum. However, there was an effect (P<0.05) between the cycles, with the highest CP values in the 2nd cycle in both cultures. Regarding the values of ADF of millet, there was a positive linear effect for slides and organic matter. There was an effect (P<0.05) of the water slides in both varieties and the cycle for the millet lignin variable. For the IVDMD variable, significant interaction was observed between slides and organic matter for millet, and the isolated effect of slides and organic matter for sorghum. For the parameters of gas production and fibrous carbohydrate degradation, there was interaction (P<0.05) between the factors irrigation depths and organic fertilizer doses for the two crops. It is recommended to use smaller evaporation of the blades for the two cultures analyzed, since they have the best chemical composition values. According to the results obtained in the present work, a new production model and framed in the reality of the semiarid environment, the strategic complementary use of water with brackish water, with reference to the minimum and seasonal use of water based on the hydrological regime of the region can be incorporated to maximize forage production and efficiency of natural resource use.

**Keywords:** digestibility, *in vitro* assay, pearl millet, sorghum.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Em regiões áridas e semiáridas, a ocorrência de longos períodos de estiagem e a irregularidade anual das precipitações torna a irrigação uma prática desejável (LIMA et al., 2014) para uso em áreas de cultivo de espécies forrageiras, como forma de assegurar o aporte forrageiro para alimentação dos rebanhos. Contudo, tem sido comum a utilização de fontes de água com elevada concentração de sais, nessas regiões, o que pode provocar efeitos negativos sobre solos e cultivos (NEVES et al., 2009). A produção de plantas halófitas ou de espécies tolerantes à irrigação com águas salinas pode se tornar uma alternativa viável para aumentar a capacidade de suporte forrageiro nos sistemas de produção de pequenos ruminantes, em especial nas unidades familiares, as quais têm essa produção pecuária como a principal fonte de renda.

As culturas do sorgo (*Sorghum bicolor*) e do milheto (*Pennisetum glaucum*) têm ocupado lugar de destaque na região Nordeste do Brasil, pelos altos rendimentos de produção de forragem que variam de 30 a 60 t/ha de massa verde, mesmo quando irrigadas com água salina, e podem se constituir em alternativas para cultivos que utilizem recursos (água e solo) salinos (MORAIS NETO, 2009). Porém é esperado que a salinidade da água afete a composição química, e menores valores encontrados de massa seca são esperados para os maiores volumes de irrigação contínua com água salina (GUIMARÃES et al., 2016). Aquino et al. (2007) verificaram redução de 29 e 40% na produção de massa seca em dois genótipos de sorgo forrageiro com o aumento da salinidade.

Quando em excesso no solo, os sais podem comprometer o potencial agrícola, decorrentes dos efeitos de natureza osmótica, tóxica e nutricional sobre as plantas, além de promover degradação da estrutura física do solo quando a quantidade de sódio adsorvido em relação aos demais cátions seja predominante (TAVARES FILHO et al., 2012). A este respeito, o uso de esterco pode auxiliar na melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, atuando no fornecimento de nutrientes às culturas, na estruturação do solo, capacidade de infiltração, retenção de água e aeração do solo (FREITAS et al., 2012). Considera-se que a inclusão de matéria orgânica no solo torne possível aumentar a capacidade de suporte forrageiro nas áreas de cultivo.

O uso adequado de qualquer ingrediente em rações para alimentação animal deve ser precedido da caracterização do alimento, que pode ser feita a partir de ensaios *in vitro*, que visam propiciar o conhecimento da cinética de degradação e digestibilidade dos

nutrientes disponíveis, bem como estimar a quantidade de produtos gerados a partir da fermentação no ambiente ruminal, e são caracterizados por serem técnicas precisas e acuradas, simples e de baixo custo, em relação aos ensaios *in vivo*.

As pesquisas relativas aos efeitos do uso de água salina juntamente com adubação orgânica em áreas de cultivo de milho e sorgo sobre os padrões de fermentação ruminal ainda são escassos. Assim, considera-se de fundamental importância a avaliação da quantidade de nutrientes que estará disponível para os microrganismos do rúmen e a porção de nutrientes que chega ao intestino, parâmetros importantes na avaliação nutricional de alimentos para ruminantes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Objetivou-se avaliar as características nutricionais do milho e do sorgo irrigados com água salobra e doses de matéria orgânica

### **2.2 Específicos**

- Analisar a composição químico-bromatológica e fração dos carboidratos de milho e do sorgo cultivados com água salobra e matéria orgânica;
- Avaliar a cinética de degradação ruminal, a digestibilidade *in vitro* e a cinética de produção de gases *in vitro* do milho e do sorgo cultivados com água salobra e adubação orgânica;

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Produção Animal no Semiárido**

A região Semiárida brasileira é a maior do mundo, formada por uma área de 981 mil km<sup>2</sup>, que corresponde a 18,2% do território nacional, 53% da região Nordeste e abrange 1.189 municípios. A população do Semiárido é de cerca de 22 milhões de habitantes e dela faz parte a maior concentração de população rural do Brasil. A expressão “Semiárido” indica que se trata de uma região com características que se aproximam da aridez. As razões para isso são várias, especialmente os modos humanos de explorar a

terra que a tornaram semiárida, aliados à escassez de chuva e ao limitado sistema de armazenamento de água da chuva (BRASIL, 2017).

Um dos principais desafios encontrados no Semiárido é a má distribuição das chuvas. Apresenta evapotranspiração elevada, influenciando diretamente na produção e qualidade da massa verde. No período de escassez, a falta de forragem, associada ao baixo valor nutritivo das forrageiras, compromete o crescimento e o desenvolvimento dos animais, acarretando queda de produtividade e comprometendo a produção de leite e carne, passando assim, os produtores a depender da disponibilidade de volumosos conservados (fenos e silagens) de plantas forrageiras e restos de culturas, para a alimentação do rebanho (MORAIS & VASCONCELOS, 2007).

A vegetação da caatinga é constituída principalmente por plantas lenhosas, cactáceas, bromeliáceas e xerófilas. Cerca de 70% das espécies locais possuem potencial forrageiro e com isso podem constituir a dieta de ruminantes. As gramíneas e dicotiledôneas herbáceas podem chegar a níveis acima de 80% de uso na dieta de ruminantes durante o período chuvoso. Porém, à medida que o regime das chuvas diminui e aumenta a disponibilidade somente de folhas secas e arbustos, essas espécies se tornam cada vez mais importantes na dieta dos animais (ANDRADE et al., 2010; GOIS 2017).

A disponibilidade de material em quantidade e de qualidade ao longo do ano é um dos maiores desafios da produção de ruminantes no Semiárido, devido a marcada sazonalidade de produção, fazendo com que os animais passem longos períodos com baixas ofertas de forragem por área. Assim, é possível notar a forte dependência das pastagens nativas para a alimentação dos rebanhos de pequenos ruminantes, ocasionando declínio produção, devido à baixa qualidade das forragens durante a estação seca.

A busca por novas fontes de alimentação para caprinos e ovinos no Semiárido brasileiro cresce a cada dia, fato concentrado na produção e conservação de espécies forrageiras nativas ou introduzidas. Porém, é possível notar que, para essa região, não há uma solução única, pois cada local apresenta características específicas. Deste modo, o ideal é buscar saídas que atenuem a situação dos produtores no período seco, dando assim um maior suporte forrageiro para os rebanhos, e assim, melhorar a produção animal nesses locais.

### 3.2 Culturas do milho e sorgo

A escassez de forragem, agravada na estação seca, e o baixo valor nutritivo da forragem no crescimento natural das pastagens, compromete o desenvolvimento dos animais, resultando em diminuição da produção de leite e carne, o que torna os produtores dependentes da disponibilidade de forragens conservadas, como a silagem de plantas forrageiras cultivadas e resíduos de culturas para alimentar o gado em regiões semiáridas (PERAZZO et al., 2014).

O cultivo do milho (*Pennisetum glaucum*) teve início na Índia e seus genótipos originais são africanos, e é uma das culturas mais cultivadas na África. É uma gramínea anual de verão, cespitosa, de porte ereto e apresenta perfilhamento abundante. Apresenta folhas com lâminas largas, inflorescência em forma de panícula cilíndrica e longa. O milho tem sido utilizado na recuperação de solos, principalmente antecipando o início de pastejo de forrageiras braquiárias e também plantio de culturas como a soja. Outra utilidade do milho é na alimentação animal. O cereal vem sendo utilizado na ração e na produção de silagem de qualidade em regiões com déficit hídrico, principalmente para avicultura e pecuária (FONTANELI et al., 2012).

No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético com essa espécie são recentes e têm sido desenvolvidos pelas Sementes Adriana Melhoramentos, onde teve início em 2003 o trabalho pioneiro no desenvolvimento de novas variedades de milho, em parceria com o melhorista Luiz Albino Bonamigo. As primeiras variedades disponibilizadas no mercado foram o ADR 300 e ADR 500. Essas variedades apresentam porte mais adequado e uniforme, maior resistência às doenças, principalmente à ferrugem, ciclos diferentes, grande produção de grãos e de massa verde e têm sido recomendadas para produção de massa e grãos, sendo que a ADR 300 apresenta ciclo precoce e a ADR 500 tem ciclo tardio (PEREIRA FILHO et al., 2003).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) possui características adaptativas para cultivo em áreas de estresse hídrico. Pertence ao grupo de plantas C4, e com isso consegue suportar elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, a partir do mecanismo de fechamento dos estômatos para minimização de perda de água (LANDAU & SANS, 2010).

Entre as diversas espécies de gramíneas, que têm características para produção de silagem, o sorgo possui perfil adequado para este fim, devido à facilidade de cultivo, produção elevada de forragem e especialmente, as características que promovem a

silagem de fermentação adequada e uma qualidade satisfatória, como o elevado teor de carboidratos solúveis além de possuir alta produção de matéria seca, resistência a situações de déficit hídrico e curtos períodos de verão, através da eficiência do uso da água, baixa necessidade de fertilidade do solo e possível uso de rebrota (SILVA et al., 2012).

O sorgo possui alto conteúdo de carboidratos não estruturais, o que resulta em alta digestibilidade e energia se comparado a outras forrageiras (VIEIRA et al., 2005). Apresenta composição química semelhante à do milho, que favorece o processo da ensilagem, além de elevada produtividade de biomassa com menor custo de produção, permitindo mais de um corte com uma única semeadura. Isto resulta em economia no preparo do solo, na semeadura, no uso de sementes, maior densidade de plantas e com produção de até 60% do primeiro ciclo (Von PINHO et al., 2007).

### **3.3 Efeitos da salinidade no solo e nas plantas**

A presença de sais na água e no solo ocorre naturalmente, sendo que sua concentração varia principalmente conforme sua origem, presença de matéria orgânica, adubação, manejo e as próprias condições climáticas das regiões, diretamente relacionadas com o volume e a frequência de precipitação (COELHO et al., 2014).

É comum encontrar níveis elevados de sais nas regiões áridas e semiáridas, que levam a prejuízos elevados ao solo e as plantas. O fator principal se deve às características climáticas presentes nessas regiões (MEDEIROS et al., 2010). Uma das causas principais se dá devido a irregularidade das chuvas e a elevada taxa de evaporação, pois a salinização do solo progride quando a quantidade de sais, nele acumulada, é maior que a quantidade removida pela água de drenagem (ARMAS et al., 2010)

O estresse salino é um dos que mais comprometem o crescimento e a produtividade das culturas em todo o mundo (ISLÃ & ARAGUÉS, 2010). O principal fator está relacionado com a inibição do crescimento das plantas, provocado pela redução do potencial osmótico do solo e pelo efeito causado pelo acúmulo de determinados íons, o que pode ocasionar problemas de toxicidade e deficiências nutricionais (MUNNS, 2005).

O Semiárido nordestino apresenta pequena disponibilidade de água de boa qualidade, livre de níveis elevados de salinidade, onde as características da região como geologia, a água encontrada muitas das vezes é rica em sais, o que a torna imprópria para o consumo (SOARES et al., 2010).

Um fato observado é que as culturas respondem de formas diferentes em relação a salinidade (SANTANA et al., 2007). Os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade dos íons e no desequilíbrio nutricional das plantas (FERREIRA et al., 2007). Medeiros et al. (2007) citaram três efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais: seca fisiológica, originária da redução do potencial osmótico; efeito tóxico de íons, principalmente, cloro e sódio; e desequilíbrio nutricional, provocado pela elevada concentração iônica, especialmente de íons de sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes (GURGEL et al., 2010).

A adaptação das espécies aos níveis de salinidade permite uma serie de variações em relação ao desenvolvimento e produção das plantas. Dessa forma, pode-se observar que a solução de grande parte dos problemas relacionados à salinidade na produção agrícola depende da compreensão dos aspectos fisiológicos, bioquímicos e nutricionais das plantas cultivadas sob essas condições, contribuindo para o esclarecimento dos mecanismos de tolerância e sensibilidade à salinidade e conseqüentemente para o desenvolvimento de variedades que produzam economicamente sob condições de estresse, além de fornecer forragem de qualidade para a produção animal (PRISCO & GOMES-FILHO, 2010).

### **3.4 Utilização de adubo orgânico como atenuante da salinidade do solo**

Quanto mais degradado for o solo, menores serão as respostas às adubações minerais, fazendo-se necessária a adição também de materiais orgânicos com a finalidade de corrigir as propriedades físicas alteradas pelos cultivos. Por meio da adubação orgânica, pode-se diminuir este efeito negativo com a vantagem, além da melhoria de algumas características físicas do solo, de promover o enriquecimento de macronutrientes para as culturas e aumentar a atividade microbiana do solo (RODRIGUES et al., 2011).

O adubo orgânico aumenta os estoques de carbono orgânico e nitrogênio total no solo, em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação, além de favorecer o enraizamento, diminuir os efeitos tóxicos do alumínio e aumentar a atividade microbiana do solo (CORTEZ, 2010).

A matéria orgânica tem importante característica que além de estimular e preservar a vida do solo, fornece nutrientes e pode aumentar a disponibilidade do fósforo ao solo, seja pela sua liberação durante decomposição/mineralização, ou através da redução dos sítios de fixação no solo (PIRUVATO & ROSELEM, 2008).

O esterco bovino aumenta a capacidade de troca catiônica, capacidade de retenção de água, porosidade e agregação do substrato. Sua eficiência depende do grau de decomposição, origem do material, teores de elementos essenciais às plantas e da dosagem empregada (SILVA et al., 2005). A adição do esterco bovino e de outros resíduos orgânicos do solo melhora vários aspectos de um solo afetado e ou degradado por sais, dependendo apenas de mais testes que visam a melhor qualidade do solo e, por consequência, maior produção vegetal.

### **3.5 Valor nutritivo de plantas forrageiras sob condições salinas**

O termo valor nutritivo refere-se a um conjunto formado pela composição química da forragem, sua digestibilidade e a natureza dos produtos de digestão (REIS & RODRIGUES., 1993), parâmetro que pode ser estimado a partir das concentrações de proteína bruta, que é essencial para um bom funcionamento do rúmen e dos constituintes da parede celular (FDN, FDA e lignina) que atualmente, são referências fundamentais para os sistemas modernos de predição de ganhos, como o NRC (National Research Council).

A qualidade da forragem produzida pela planta é determinada pelo seu estágio de crescimento e por suas condições durante a colheita. Para Santos (2005), a qualidade da forragem é o resultado das espécies presentes e da quantidade de forragem disponível, bem como da composição e do teor de fibra de cada espécie.

O aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina pode provocar redução da fotossíntese, condutância estomática, transpiração e da eficiência do uso de água na produtividade (ISLÃ & ARAGUÉS, 2010). Com isso, a utilização de práticas de manejo adequado da água salina torna-se uma alternativa viável quando se trabalha com espécies tolerantes (CARVALHO et al., 2012).

Em estudo com uma variedade de milho, Garcia et al. (2007) observaram redução nos índices morfológicos, assim como na matéria seca da parte aérea e das raízes; taxas de crescimento absoluto e relativo, de assimilação líquida, área foliar total das plantas, peso de grãos e peso médio das espigas sem palha.

### **3.6 Parâmetros utilizados para a avaliação das plantas**

A qualidade da forragem é, talvez, o fator mais importante que influencia a produtividade de um ruminante, quer seja, em pastejo ou em confinamento (REIS et al, 2006). Entretanto, a qualidade de forragem é um tópico complexo e que gera diferentes

perspectivas na interpretação de seu resultado (VAN SOEST, 1994). Nesse sentido, é de grande importância o conhecimento dos teores de proteína bruta, fibra e matéria seca, além de outros componentes, como digestibilidade da matéria seca e a produção de gases *in vitro*.

A produção de gases *in vitro* é uma das técnicas em que se avalia a qualidade dos substratos utilizados na nutrição de ruminantes. Foi desenvolvida para prever a fermentação dos alimentos para esses animais. Segundo Campos et al. (2000), essa técnica oferece rápida estimativa da taxa de digestão e é útil para estimar a digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes. A partir da curva de produção de gás obtida pela digestão do alimento, é possível estimar as taxas de degradações das frações solúveis (açúcares solúveis e amido prontamente disponível) e insolúveis (celulose, hemicelulose).

A obtenção dos parâmetros de produção de gases é realizada por leituras em tempos preestabelecidos, por meio de aparelho transdutor de pressão, com os valores obtidos convertidos em volume de gases produzidos. Esta técnica possibilita a estimação da digestibilidade do alimento por correlação entre a produção microbiana de gás e a matéria orgânica fermentada e quando se utiliza um sistema computadorizado para monitoramento automático da digestão, esse método torna-se prático e preciso (CAMPOS et al., 2001).

Considerando as vantagens apresentadas pela técnica de digestibilidade *in vitro* e as questões de bem-estar animal, tem-se impulsionado a estimativa da produção de gases durante o processo fermentativo *in vitro* para avaliação de alimentos para ruminantes, visando a obtenção de resultados acurados, gerando menor impacto ambiental e reduzindo a necessidade de animais nos experimentos.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O conhecimento do valor nutritivo do milho e do sorgo cultivados em sistemas bio-salinos é essencial para o crescimento da produção animal em áreas onde, na maioria das vezes, a única fonte de água disponível contém elevados níveis de sais, pois composição química, digestibilidade e outros parâmetros fermentativos, são necessários para que as dietas sejam formuladas de acordo com as exigências nutricionais dos animais (que varia em função da categoria) e de acordo com a disponibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos utilizados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.01-14, 2010.

AQUINO, A.J.S.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, M.A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R.N.T. 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, p.961-971, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500013>

ARMAS, C.; PADILLA, F.M.; PUGNAIRE, F.I.; JACKSON, R.B. Hydraulic lift and tolerance to salinity of semiarid species: Consequences for species interactions. **Oecologia**, v.162, p.11-21, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-009-1447-1>

AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3.ed. 332p.1991.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do Semiárido brasileiro. Brasília, DF, 429p. 2017.

CARVALHO, J.F.; TSIMPHO, C.J.; SILVA, E.F.F.; MEDEIROS, P.R.F.; SANTOS, M.H.V.; SANTOS, A.N. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.368-374, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000400006>

CAMPOS, F.P.; SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; BOSE, M.L.V. Digestibilidade *in vitro*/gás de volumosos exclusivos ou combinados avaliados pelo resíduo remanescente da digestão da matéria seca e produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1579-1589, 2001.

CAMPOS, F.P.; LANNA, D.P.D.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. Avaliação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro*: Testes preliminares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.525-530, 2000. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000200028>

COELHO, D.S.; SIMÕES, W.L.; MENDES, A.M.S.; DANTAS, B.F.; RODRIGUES, J.A.S.; SOUZA, M.A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.25-30, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000100004>

CORTEZ, J.W.M.; CECÍLIO FILHO, A.B.; COUTINHO, E.L.; ALVES, A. Cattle manure and N-urea in radish crop (*Raphanus sativus*). **Ciencia e Investigación Agraria**, v.37, 45-53, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202010000100004>

COSTA, M.R.G.F.; CARNEIRO, M.S.S.; PEREIRA, E.S.; MAGALHÃES, J.A.; COSTA, N.L.; MORAIS NETO, L.B.; MOCHEL FILHO, W.J.E.; BEZERRA, A.P.A. Utilização do feno de forrageiras lenhosas nativas do Nordeste brasileiro na alimentação de ovinos e caprinos. **PUBVET**, v.5, n.7, p.1034 -1041, 2011.

FELKER, P. Produção e utilização de forragem. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. SEBRAE/PB. p.147-157. 2001.

FERREIRA, P.A.; GARCIA, G.O.; NEVES, J.C.L.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, D.B. Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.7-16, 2007.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Gramíneas forrageiras anuais de verão. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. (Orgs). **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul Brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 544 p. 2012.

FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E.S. Alternativas alimentares para animais no cerrado - milho: apenas uma solução proteica? Dossiê Pecuária, **Revista UFG**, v.13, n.13, p.42-47, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5216/revufg.v13i13.48452>

FREITAS, G.A.; SOUSA, C.R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, F.S.; MELO, A.V.; SILVA, R.R. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v.3, n.1, p.61-67, 2012.

GARCIA, G.O.; FERREIRA, P.A.; MIRANDA, G.V.; OLIVEIRA, F.G.; SANTOS, D.B. Índice fisiológico, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Irriga**, v.12, p.307-325. 2007. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2007v12n3p307-325>

GOIS, G.C.; CAMPOS, F.S.; CARNEIRO, G.G.; SILVA, T.S.; MATIAS, A.G.S. Estratégias de alimentação para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. **Nutri Time**, v.14, n.4, 2017.

GURGEL, M.T.; UYEDA, C.A.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D.; SILVA, F.V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.1, p.3-10, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000100001>

GUIMARÃES, M.J.M.; SIMÕES, W.L.; SALVIANO, A.M.; WILLADINO, L.G.; LOPES, I.; GALVÃO, K.S. Teores de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro irrigadas com efluente salino de piscicultura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.3, p. 687 - 694, 2016. DOI: <http://doi.org/10.7127/RBAI.V10N300410>

ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. **Field Crops Research**, v.116, p.175-183, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.12.008>

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A. **Cultivo de sorgo: Clima. Sistema de Produção**, 2, 6 ed, 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: < [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/clima.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm)> Acessado em: 03 mar 2019.

LIMA, G.F.C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MACIEL, F.C.; BARROS, N.N.; AMORIM, M.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte: orientações para viabilização do negócio rural**. Natal:RN, EMATER, Cap. 8, p.194-210, 2015.

LIMA, G.S.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, L.A.A.; SILVA, A.O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.34, n.5, p. 854-866, 2014. DOI: <http://10.1590/S0100-69162014000500005>

MEDEIROS, J.F.; NASCIMENTO, I.B.; GHERY, H.R. Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, p.280-302, 2010.

- MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.C.C.; SARMENTO, D.H.A.; BARROS, A.D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.248-255, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300002>
- MORAIS NETO, L.B.; CARNEIRO, M.S.S.; LACERDA, C.F.; COSTA, M.R.G.F.; FONTENELE, R.M.; FEITOSA, J.V. Effect of irrigation water salinity and cutting age on the components of biomass of *Echinochloa pyramidalis*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.550-556, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000300011>
- MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no Semiárido brasileiro. **Revista Verde**, v.2, n.1, p.01-24, 2007.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v.167, n.3, p.45-663, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.101111/j.14698137.2005.01487.x>
- NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.758-765, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000014>
- PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.911-920, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000300001>
- PERAZZO, A.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F.S.; MACEDO, C.H.O.; AZEVEDO, J.A.G.; TABOSA, J.N. Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.5, p.232-237, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982014000500002>
- PEREIRA FILHO, I.A.; COELHO, A.M.; CASELA, C.R.; KARAM, D.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da cultura do milheto**. Circular Técnica, 29, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, 2003, 17p.

PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. p.163-180. In: GHERY, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 530p., 2010.

REIS, R.A., TEIXEIRA, I.A.M.A., SIQUEIRA, G.R. Impacto da qualidade da forragem na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.580-608, 2006.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 26p. 1993.

RODRIGUES, P.N.F, BEZERRA NETO, E.; COSTA, R.N.T.; PEDROSA, E.M.R.; OLIVEIRA, V.S. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.788-793, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000800004>

SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; SOUZA, K.J.; SOUSA, A.M.G.; VASCONCELOS, C.L.; ANDRADE, L.A.B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) e em solos com diferentes níveis texturais. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.5, p.1470-1476, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000500030>

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; BAIER, A.C.; TOMM, G.O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 142p.

SILVA, T.C.; MACEDO, C.H.O.; LIMA, M.A.; BEZERRA, H.F.C.; AZEVEDO, J.A.G.; RODRIGUES, J.A.S.; OLIVEIRA, J.S. Divergence of the fermentative and bromatological characteristics of 25 sorghum hybrid silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1127-1133, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000500007>

SILVA, M.N.B.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.222-228, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000200012>

SOARES, T.M.; DUARTE, S.N.; SILVA, E.F.F.; JORGE, C.A. Combinação de águas

doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.705-714, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000700004>

SOUZA, A.A; ESPINDOLA, G.B. Efeito da suplementação com feno de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) durante a estação seca sobre o desenvolvimento ponderal de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1424-1429, 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35981999000600034>

TAVARES FILHO, A.N.; BARROS, M.F.C.; ROLIM, M.M.; SILVA, E.F.F. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.3, p. 247-252, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000300002>

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

VIEIRA, M.R.; LACERDA, C.F.; CANDIDO, M.J.D.; CARVALHO, P.L.; COSTA, R.N.T.; TABOSA, J.N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.42-46, 2005.

VON PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C.; BORGES, I.D.; RESENDE, A.V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**. v.66, n.2, p.235-245, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000200007>

## **CAPÍTULO I**

### **Características nutricionais do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica**

## CAPÍTULO I

### Características nutricionais do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a cinética da fermentação ruminal, digestibilidade e produção de gases *in vitro* do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica. O experimento foi conduzido na Área de Prospecção e Estudos em Agricultura Bioessalina do Campo Experimental da Caatinga, pertencente a Embrapa Semiárido, Petrolina – PE. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 4 x 2), representado por quatro lâminas de irrigação com água salobra (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% e L4 - 100% da evapotranspiração), quatro níveis de matéria orgânica (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) e dois ciclos da cultura (1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> ciclos) com três repetições. Determinou-se matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina digerida em ácido (LDA), fracionamentos de carboidratos, parâmetros de fermentação, digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DIVMS), a estimativa dos parâmetros cinéticos dos carboidratos fibrosos (CF) e carboidratos não fibrosos (CNF) a partir da técnica de produção de gases *in vitro*. Com relação a MS, MO e MM não ocorreu interação lâmina x matéria orgânica (P>0,05). Não foi observado efeito (P<0,05) das lâminas de irrigação e doses de matéria orgânica sobre a proteína bruta (PB) e o extrato etéreo (EE). No entanto, houve efeito (P<0,05) entre os ciclos, com maiores valores de PB (P=0,0003) observados no 2<sup>o</sup> ciclo (157,1g/kg). Em relação à FDN houve interação (P<0,05) lâmina x matéria orgânica, e os menores valores foram encontrados nas lâminas 25 e 50% da ETo, nas doses de 30 e 45 t.ha<sup>-1</sup>. Quanto aos valores de FDA houve efeito linear positivo para as lâminas (P=0,0001) e matéria orgânica (P=0,0103). Houve efeito (P<0,05) das lâminas de água (P=0,0003) e do ciclo (P=0,0077) aplicada para a variável lignina. Para a variável DIVMS, observou-se interação significativa (P=0,0001) entre lâminas e matéria orgânica. Para os parâmetros de produção de gases e degradação dos carboidratos fibrosos (P=0,0057), ocorreu interação (P<0,05) entre os fatores lâminas de irrigação e doses de adubo orgânico. Recomenda-se a utilização das menores lâminas 25 e 50% da evapotranspiração, uma vez que as mesmas obtiveram os melhores valores de composição químico-bromatológica. A utilização de lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica na cultura do milho potencializam os teores dos componentes nutricionais, digestibilidade e produção de gases. No entanto, o uso dessa prática deve ter como referência o uso mínimo e sazonal dessa água com base no regime hidrológico de cada região associado à utilização da matéria orgânica como forma de remediar os efeitos do uso dessas águas.

**Palavras-chave:** agricultura bioessalina, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br, Semiárido.

## CHAPTER I

### Nutritional characteristics of pearl millet, cultivated with different brackish water slides and doses of organic matter

**ABSTRACT:** The objective of this study was to characterize the chemical-bromatological composition, carbohydrate fractionation, digestibility and gas production using *in vitro* techniques of pearl millet cultivated with different brackish water slides and doses of organic matter. The experiment was conducted at Embrapa Semiárido, in Petrolina-PE. The experimental design was a randomized block design in a factorial scheme (4 x 4 x 2), represented by four irrigation slides with brackish water (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% and L4 - 100 % of evapotranspiration), four levels of organic matter (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) and two crop sections (1 and 2 cycle) with three replicates. Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid digested lignin (LDA) were determined, as well as digestibility and yield of gases *in vitro*, and fractionation of carbohydrates. With regard to DM, OM and MM, no interaction with the leaf x organic matter occurred (P>0.05). There was no effect (P<0.05) of the irrigation slides and the levels of organic matter on crude protein (CP) and ethereal extract (EE). However, there was an effect (P<0.05) between the cycles, with the highest CP values (P=0.0003) expressed in the 2nd cycle (157.1g/kg). In relation to the NDF, there was interaction (P<0.05) of the brackish water slides x organic matter. It was observed that the lowest values were found in slides 25 and 50% of the ETc, in the doses of 30 and 45 t.ha<sup>-1</sup>. As for the ADF values, the positive effect on linear slides with brackish water (P=0.0001) and organic matter (P=0.0103). There was an effect (P<0.05) of the brackish water slides (P =0.0003) and the cycle (P=0.0077) applied for the lignin variable. For the IVDMD variable, significant interaction (P=0.0001) between brackish water slides and organic matter was observed. For gas production parameters and degradation of the fiber (P=0.0057) was interaction (P<0.05) between the brackish water slides and organic matter. It is recommended to use the lowest 25 and 50% evapotranspiration slides, since they obtained the best values of chemical composition. The use of brackish water slides and levels of organic matter in millet crop potentiate the contents of nutritional components, digestibility and gas production. However, the use of this practice should refer to the minimum and seasonal use of this water based on the hydrological regime of each region associated with the use of organic matter as a way to remedy the effects of the use of these waters.

**Keywords:** bioassaline agriculture, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br, Semiárido

## **INTRODUÇÃO:**

As regiões semiáridas são caracterizadas por apresentar má distribuição das chuvas e altas taxas de evaporação. Quando associadas à ocorrência de solos salinos ou sódicos, os sais não são lixiviados e se acumulam no solo e na água, podendo afetar a germinação e o crescimento das plantas (LIMA et al., 2015). Apesar da presença de teores elevados de sais solúveis nos recursos hídricos disponíveis nessas regiões, na falta de outras fontes, a água salina é a única opção a ser utilizada por produtores tanto para irrigação como para a dessedentação dos rebanhos.

As plantas que são cultivadas sob condições de salinidade de solo ou da água de irrigação podem ter o crescimento, desenvolvimento e a produção comprometidas, pois o efeito osmótico pode reduzir a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons que causam distúrbios funcionais, afetando assim, o metabolismo das plantas (NOBRE et al., 2013). Em função da sua rusticidade e adaptação a plantios de fim de verão e princípio de outono, o milho é uma alternativa interessante para produção de alimento em regiões com problemas de veranico ou seca. Possui características de estabelecimento fácil e rápido, boa capacidade de rebrota, além ser bem consumida por ruminantes.

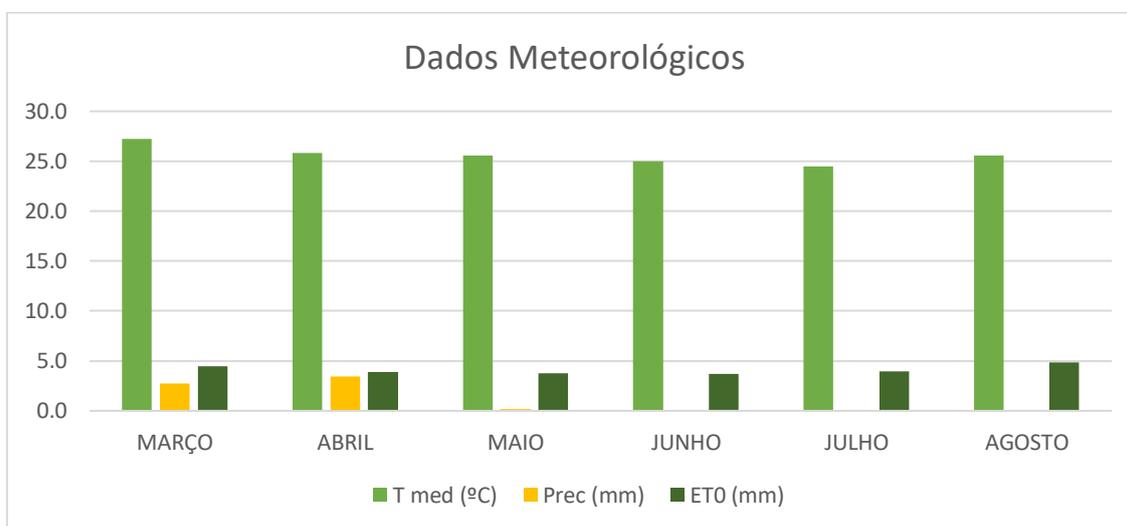
Nicolau Sobrinho et al. (2009) concluíram que um bom manejo na adubação possibilita ganhos significativos e, minimiza a introdução desnecessária de determinados nutrientes, que possam em certas condições diminuir a produtividade, em virtude de parte permanecer no solo, predominantemente na forma orgânica. Quanto mais degradado, o solo apresenta menores respostas às adubações minerais, fazendo-se necessária a adição também de materiais orgânicos com a finalidade de corrigir as propriedades físicas alteradas pelos cultivos. Por meio da adubação orgânica, pode-se diminuir este efeito negativo com a vantagem, além da melhoria de algumas características físicas do solo, de promover o enriquecimento de macronutrientes para as culturas e aumentar a atividade microbiana do solo (RODRIGUES et al., 2011).

Estudos sobre a utilização da irrigação com água salina associada à adubação orgânica nos parâmetros de qualidade nutricional do milho são necessários para um melhor emprego de manejos adequados pelo produtor. Objetivou-se avaliar a cinética da fermentação ruminal, digestibilidade e produção de gases *in vitro* do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica.

## MATERIAL E MÉTODOS:

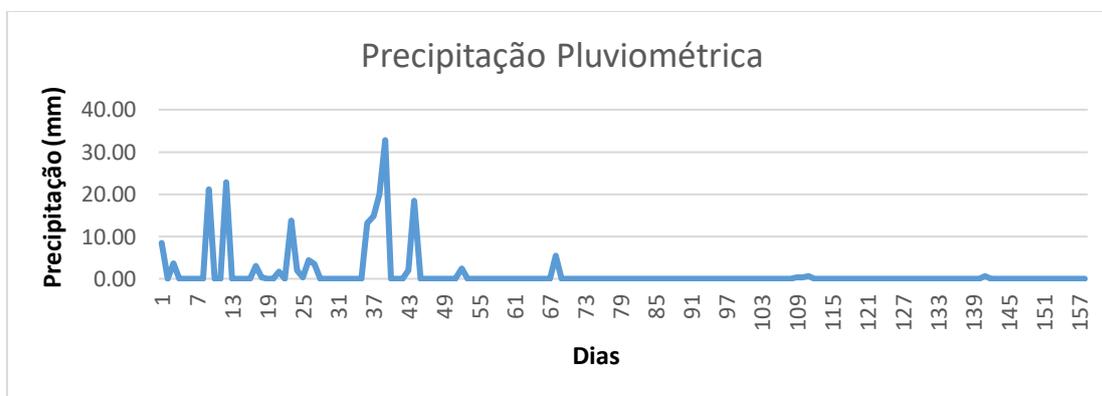
O experimento foi conduzido na Área de Prospecção e Estudos em Agricultura Biossalina do Campo Experimental Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina - PE, na região do Submédio São Francisco (latitude 9° 8' 8,9" S, longitude 40° 18' 33,6" O, altitude 373m). O clima da região é classificado, segundo Köppen, como semiárido do tipo BSw'h'. As chuvas concentram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual em torno de 400 mm, irregularmente distribuída.

Durante o período do estudo (março/2018 a agosto/2018) a temperatura média foi 25,6°C, com evapotranspiração na média de 4,1 mm a precipitação total de 140,8 mm (EMBRAPA, 2018), os dados meteorológicos podem ser observados nas figuras 1 e \*2.



**Figura 1.** Dados meteorológicos mensais da Estação Experimental da Caatinga – Embrapa Semiárido de março a agosto de 2018

Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Semiárido – Campo Experimental Caatinga.



**Figura 2.** Precipitação pluvial diária

Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Semiárido – Campo Experimental Caatinga.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013) situado em relevo plano, de textura média. Suas características químicas e físicas podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo da estação experimental da caatinga

Item	Unidade	Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
Condutividade elétrica (CE)	mS.cm <sup>-1</sup>	1,33	2,20
Potencial hidrogeniônico (pH)	-	4,60	5,70
Carbono total (C total)	g.kg <sup>-1</sup>	4,60	4,10
Fósforo (P)	mg.dm <sup>-3</sup>	6,14	1,22
Potássio (K <sup>+</sup> )	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,23	0,16
Sódio (Na <sup>+</sup> )	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,27	0,68
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	cmol.dm <sup>-3</sup>	1,60	1,40
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,60	0,60
Alumínio (Al <sup>3+</sup> )	cmol.dm <sup>-3</sup>	0,05	0,00
Acidez potencial (H+Al)	cmol.dm <sup>-3</sup>	1,50	2,70
Soma de bases (SB)	cmol.dm <sup>-3</sup>	2,70	2,80
Capacidade de troca catiônica (CTC)	cmol.dm <sup>-3</sup>	4,20	5,60
Saturação de bases (V)	%	64,00	50,90
Cobre (Cu)	mg.dm <sup>-3</sup>	1,07	1,65
Ferro (Fe)	mg.dm <sup>-3</sup>	21,40	23,00
Manganês (Mn)	mg.dm <sup>-3</sup>	18,20	14,60
Zinco (Zn)	mg.dm <sup>-3</sup>	4,54	3,13

A irrigação foi realizada diariamente, de acordo com a necessidade da cultura, por gotejamento superficial por meio de tubo gotejador com emissores de vazão de 1,6 L.h<sup>-1</sup>, diâmetro nominal (DN) de 16 mm, espaçados 0,20 m entre si.

A água utilizada na irrigação foi proveniente de poço subterrâneo, e semanalmente foi coletada uma amostra para análise físico-química (Tabela 2), visando possíveis variações, fato que não ocorreu durante o período experimental. Em relação a sua classificação, foi identificada como C3S1, ou seja, com salinidade alta, teor de sódio baixo e dureza média de 109,76 mg L<sup>-1</sup> considerada como moderada (75-150 mg.L<sup>-1</sup>) baseado em carbonato de cálcio, de acordo com a classificação de Richards (1954).

Tabela 2. Análise química da água do poço artesiano do campo experimental da caatinga

Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	pH	C.E.	Dureza	R.A.S
mmol.L <sup>-1</sup>						ds m <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	
15,14	6,89	3,72	0,29	22,04	7,38	1,73	109,76	0,62

Ca=cálcio; Mg=magnésio; Na=sódio; K=potássio; Cl=cloreto; CE=condutividade elétrica; RAS=relação de adsorção de sódio.

Os valores da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foram determinados usando a equação original de Penman-Monteith. Os coeficientes da cultura (K<sub>c</sub>) foram determinados para cada estágio de desenvolvimento, usando a seguinte relação (BERNARDO *et al.*, 2005):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

Onde: ET<sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura (mm/dia); ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm/dia). Os dados agrometeorológicos necessários para a determinação de ET<sub>o</sub> foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) e foi utilizada a ET<sub>c</sub> determinada pelo balanço de água do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 4 x 2, composto de quatro lâminas de irrigação com água salobra (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% e L4 - 100% da evapotranspiração), quatro níveis de matéria orgânica (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) e dois ciclos (1° e 2° ciclos) da cultura com três blocos. Cada subparcela experimental foi composta por 6 linhas, de 6 metros de comprimento por 3,6 metros de largura e 0,60 cm entre linhas, totalizando 48 subparcelas para cultura do milho (ADR 300). A semeadura da cultura utilizada foi realizada em março de 2018, em sulcos, com média de 40 sementes/m linear, a uma profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Aos 15 dias de emergência (DAE) foi realizado o desbaste, visando obter 15 plantas/m linear. Os tratos culturais e as aplicações de defensivos agrícolas obedeceram às necessidades da cultura.

As lâminas de irrigação equivalentes a 25%, 50%, 75% e 100% da (ET), resultaram ao longo do ciclo 1 (aos 63 dias após plantio) os totais de 49,67; 81,85; 114,02; 146,20 mm, respectivamente e ao longo do ciclo 2 (aos 46 dias após primeiro corte) os totais 40,29; 80,59; 120,89 e 161,18 mm.

Os cortes das plantas foram realizados manualmente, com cutelo a 10 cm de altura do solo, obtendo como referência as duas linhas centrais de cada parcela. Após os cortes, o material passou por ensiladeira (PP35, Pinheiro Máquinas Agrícolas, Itapira, SP) regulada para cortar as partículas com tamanho médio de 2 cm para homogeneização e armazenamento em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente, o material foi pesado e acondicionado em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, a temperatura de 55°C, atingindo peso constante, para se estabelecer os valores de matéria seca.

As amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de

malha de 1 mm e 2 mm, identificadas e armazenadas em sacos plásticos. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido – Petrolina, PE, sendo determinadas, as porcentagens de matéria seca (MS, método 967.03), matéria mineral (MM, método 942.05), proteína bruta (PB, método 981.10) e extrato etéreo (EE, método 920.29) (AOAC, 1990).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), adaptada por Senger et al. (2007). Amostras contidas nos cadinhos após as lavagens com detergente neutro, foi incinerado segundo AOAC (942.05) para determinação das cinzas e outra parte do resíduo também foi utilizada na determinação do teor de nitrogênio (FDNcp), conforme Mertens (2002) e Licitra et al. (1996). Para determinação da lignina, foi realizada a solubilização da celulose com ácido sulfúrico a 72% (LDA), conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Também foram obtidas as frações de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) pelas equações:  $CEL = FDA - LIG$  e  $HEM = FDN - FDA$ .

Os carboidratos totais foram estimados pela equação:  $CHO = 100 - (PB + EE + MM)$  descrita por Sniffen et al. (1992). Os carboidratos não-fibrosos (CNF) que correspondem às frações “A + B1”, foram estimados pela seguinte equação  $CNF = 100 - (PB + FDNcp + EE + MM)$  em que FDNcp corresponde ao FDN corrigido o seu conteúdo para cinzas e proteína. A fração B2 (fibra digerível) foi obtida pela diferença entre a FDNcp e a fração C (fibra indigerível). A fração C foi obtida pela FDN indigerível após 288 horas de incubação *in situ*, conforme descrito por Valente et al. (2011).

Para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), utilizou-se a metodologia dos dois estágios descrita por Tilley e Terry (1963) com alterações, por meio de incubações de 1 g de amostra seca ao ar em frascos de vidro de 160 mL, com 80 mL de solução tampão (combinação das soluções A + B com pH 6,8) e 20 mL de líquido ruminal coletado de dois caprinos fistulados no rúmen, filtrado em quatro camadas de gaze, injetando constantemente gás carbônico para manter o meio anaeróbico. Depois de 48 h de incubação em estufa a 39°C, 2 mL de ácido clorídrico (6 Molar) e 1 mL de pepsina (0,4g de pepsina/mL de solução) foram adicionados em cada frasco e, após o período de 24 h de incubação, foram realizados os procedimentos de filtração a vácuo em cadinhos filtrantes, secagem e pesagem dos resíduos, visando os cálculos de DIVMS.

Para produção de gases *in vitro*, foi adicionado 1,0 g de amostra em frascos de vidros (160mL), nos quais foram adicionados 90 mL de meio de cultura conforme

Theodorou et al. (1994). Na sequência foram adicionados 10 mL de inóculo ruminal (oriundo de três caprinos fistulados no rúmen), em cada frasco, que foi mantido sob aspersão de CO<sub>2</sub> e, em seguida, estes foram vedados com rolhas de borracha e lacres de alumínio. Após colocação dos lacres, os gases gerados no interior de cada frasco foram eliminados e colocados em uma estufa com temperatura constante de 39°C durante o período de incubação.

A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi mensurada utilizando-se um transdutor de pressão (Datalogger Universal Logger AG100) conectado a uma agulha (0,6 mm). As leituras foram aferidas em maior frequência durante o período inicial e reduzidas posteriormente (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 48 e 72 h de incubação). Para estimativa da equação de regressão entre os dados de pressão e volume, utilizou-se o procedimento PROC REG do SAS (2002). Os dados de pressão (P em psi = pressão por polegada) foram convertidos em volume de gases (V), adotando-se a equação,  $V = 5,1612P - 0,3017$ ,  $R^2 = 0,9873$ , gerada no Laboratório de Produção de Gases (LPG) da Unidade Acadêmica de Garanhuns - UFRPE, a partir de 937 observações. De cada leitura de pressão, foi subtraído o total produzido pelos frascos sem substrato (branco), referentes a cada amostra.

Os dados da produção cumulativa de gases foram ajustados pelo modelo bicompartimental sugeridos por Schofield et al. (1994), utilizando o PROC NLMIXED do SAS:

$$V_t = \frac{Vf_1}{1+e^{[2-4kd^1(t-\lambda)]}} + \frac{Vf_2}{1+e^{[2-4kd^2(t-\lambda)]}} + \varepsilon$$

onde,  $V_t$  representa o volume máximo total de gases produzidos;  $Vf_1$  (mL/g de MS incubada) representa o volume máximo de gás para a fração de rápida digestão (CNF);  $Vf_2$  (mL/g) representa o volume máximo de gás para a fração de lenta digestão (CF);  $kd^1$  (h) equivale à taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF);  $kd^2$  (h) equivale à taxa de degradação da fração de lenta digestão;  $\lambda$  (Lag time) representa a duração dos eventos iniciais (fase de latência) de digestão, comum as duas fases; e o  $t$  (h) representa o tempo de fermentação.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância utilizando os procedimentos gerais de modelos lineares e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando  $\alpha = 0,05$  e utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS®) (2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com relação aos teores da matéria seca total (MS) e cinzas, não ocorreu interação e nem foi significativo os efeitos isolados ( $P>0,05$ ). Os valores variaram de 224,6 a 235,4 g/kg e 93,3 a 98,5 g/kg MS, respectivamente. Valores próximos aos relatados por Pinho et al. (2013), que ao avaliar genótipos de milho para produção de silagem no Semiárido encontrou valores médios de 250 g/kg MS para os dois ciclos analisados. Embora a salinidade promova diversos efeitos osmóticos e iônicos nos vegetais, há diversas espécies ou variedades que respondem de formas diferentes quando expostas a essas situações. Com os valores encontrados, pode-se observar a capacidade da cultura em se adaptar as condições presentes na região.

Para a variável matéria mineral (Tabela 3), não houve diferença ( $P=0,5043$ ) entre as lâminas aplicadas. Os teores de matéria mineral implicam na quantidade de minerais presentes na forrageira. Contudo, altos teores podem ser resultantes também por quantidades de sílica, por exemplo, não sendo favorável na alimentação de ruminantes. Aguiar et al. (2006) estudaram o teor de matéria mineral do genótipo Bulk-1 e observaram resultados superiores ao encontrado no presente trabalho com teor de 105,5 g/kg MS.

Tabela 3. Efeito das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre matéria seca total, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

Variável	Lâmina (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
Matéria seca <sup>1</sup>	234,2	235,4	225,0	224,6	0,1633
Matéria orgânica <sup>2</sup>	906,6	905,8	902,5	901,2	0,2884
Matéria mineral <sup>2</sup>	93,3	94,1	96,5	98,5	0,4131
Proteína bruta <sup>2</sup>	137,1	137,9	130,6	123,5	0,1305
Extrato etéreo <sup>2</sup>	24,8	23,1	22,8	20,7	0,3059
	Matéria orgânica (t.ha <sup>-1</sup> )				
	0	15	30	45	
Matéria seca <sup>1</sup>	231,4	229,9	228,9	229,0	0,9869
Matéria orgânica <sup>2</sup>	901,1	904,9	904,9	905,2	0,5854
Matéria mineral <sup>2</sup>	98,8	94,0	94,9	94,7	0,5043
Proteína bruta <sup>2</sup>	130,5	129,9	132,0	136,7	0,4477
Extrato etéreo <sup>2</sup>	22,1	21,4	23,5	24,5	0,4850
	Ciclo <sup>3</sup>				
	1	2			
Matéria seca <sup>1</sup>	230,0	229,6			0,9117
Matéria orgânica <sup>2</sup>	898,7	909,4			0,0895
Matéria mineral <sup>2</sup>	100,7	90,5			0,1081
Proteína bruta <sup>2</sup>	107,4 B	157,1 A			0,0004
Extrato etéreo <sup>2</sup>	25,1 A	20,6 B			0,0454

<sup>1</sup>Valores expressos em g/kg de matéria natural; <sup>2</sup>Valores expressos em g/kg de matéria seca. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor

de probabilidade.

Não foi observada interação ( $P < 0,05$ ) das lâminas de irrigação e doses de matéria orgânica sobre a proteína bruta (PB) e o extrato etéreo (EE). No entanto, houve efeito isolado da proteína bruta ( $P = 0,0004$ ) entre os ciclos (Tabela 3), com média superior (107,4g/kg) para o primeiro em relação ao segundo (157,1 g/kg MS). Possivelmente este fato se deve pela maior quantidade e tamanho de folhas no primeiro ciclo da cultura.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ), para variável extrato etéreo (EE) entre os ciclos analisados. Os valores (Tabela 3) médios para o primeiro e segundo ciclo foi 25,1 e 20,6 g/kg MS respectivamente. A resposta para esse resultado pode estar relacionada ao percentual de panícula encontrado neste experimento, onde o primeiro ciclo apresentou maior valor, já que são nos grãos onde as gramíneas armazenam maior quantidade de gordura. Van Soest (1994) considera para ruminantes níveis máximos de 70 g/kg MS de EE na dieta total para que não haja comprometimento da digestibilidade e consumo de matéria seca. Dessa forma os valores obtidos neste trabalho estão dentro do limite aceitável.

Em relação à fibra em detergente neutro (FDN) houve interação ( $P = 0,048$ ) lâmina x matéria orgânica e efeito ( $P < 0,0001$ ) isolado entre os ciclos. (Tabela 4). Observou-se que os menores valores foram encontrados nas lâminas 25 e 50% da ETo, nas doses de 30 e 45 t.ha<sup>-1</sup>. Em estudos com genótipos de milho, Kollet et al. (2006) encontraram teores médios de FDN para planta inteira de 578,8 g/kg MS. O valor médio obtido por estes autores foi semelhante ao deste estudo (596,6 g/kg MS).

Os valores de FDN deste trabalho são similares aos encontrados por Jochims et al. (2010) que, ao avaliarem a pastagem de milho, obtiveram teor médio de FDN de 592,9 g/kg MS; e inferiores ao encontrado por Pilau e Lobato (2008) que em experimento com genótipos de milho encontraram valores médios de FDN de 660 g/kg MS.

Tabela 4. Interação lâminas x matéria orgânica e efeito dos ciclos sobre os valores de fibra em detergente neutro do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
FDN <sup>1</sup>					
0	634,8 A	618,4 A	608,5 A	621,5 A	0,048
15	622,3 A	608,4 A	605,7 A	587,0 A	
30	568,7 B	555,7 B	587,1 A	586,0 A	
45	567,8 B	580,5 AB	608,1 A	585,6 A	
Ciclo <sup>2</sup>					

FDN	1	2	<.0001
	612,4 A	580,9 B	

<sup>1</sup>FDN: fibra em detergente neutro, dados expressos em g/kg de MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

A variável FDN é uma importante fonte de nutrientes para ruminantes, pois estimula a ruminação e, conseqüentemente, a saúde do rúmen (MOREIRA et al. 2015). Observou-se efeito do ciclo sobre a FDN, onde o ciclo 2 apresentou menor valor (580,9 g/kg MS) em comparação ao ciclo 1 (612,4 g/kg MS). Estes teores de FDN podem estar relacionados ao tempo de ciclo, tamanho das plantas e relação colmo/folha. Van Soest (1994), definiu que valores maiores que 600 g/kg de FDN MS possuem correlação negativa com o consumo de matéria seca.

Não foi observada interação ( $P > 0,05$ ) entre as lâminas, matéria orgânica e ciclo em relação a fibra em detergente ácido (FDA). Entretanto, observou-se efeito quadrático ( $P = 0,0128$ ) em que, as maiores lâminas, proporcionaram maiores valores de FDA com valores médios observados de 330,3 e 328,0 g/kg MS para as lâminas de 75 e 100% respectivamente. Os conteúdos de FDA foram superiores ao teor máximo de FDA relatado por Mertens (1994) para o qual a FDA é constituída, basicamente, por celulose e lignina, e correlaciona-se de forma inversa com a digestibilidade da forrageira à medida que seu teor aumenta na planta. Para tanto, quanto menor o teor de FDA (ideal 300 g/kg MS ou menos), maior será o consumo de forragem pelo animal. Além disso, também é um indicador do valor energético do material, ou seja, quanto menor a FDA, maior será o valor energético da forragem (CRUZ, 2005).

Tabela 5. Efeito isolado das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre fibra em detergente ácido, lignina e celulose do milheto, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

Variável <sup>1</sup>	Lâmina (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
Fibra em detergente ácido	304,9	295,3	330,3	328,0	0,0128
Lignina	37,7	38,1	43,3	43,7	0,0002
Celulose	267,2	257,2	287,0	284,3	<.0001
Hemicelulose	293,5	295,5	272,0	266,9	0,0549
Equações de regressão					R <sup>2</sup>
Y=297,68 + 1,305X + 1,825X <sup>2</sup>					0,62
Y=34,9808+0,0899x					0,85
Y=262,77+1,015X-1,825X <sup>2</sup>					0,57
	Matéria orgânica (t.ha <sup>-1</sup> )				
	0	15	30	45	
Fibra em detergente ácido	302,7	317,8	312,2	325,8	0,0653
Lignina	40,4	41,5	39,9	41,0	0,8096

Celulose	262,2	276,2	272,3	284,8	0,0067
Hemicelulose	318,1	287,7	262,4	259,7	<.0001
Equações de regressão					R <sup>2</sup>
Y=256,03+8,265X-0,375X <sup>2</sup>					0,78
Y+332,1-20,5X					0,90
Ciclo					
	1		2		
Fibra em detergente ácido	337,9 A		291,4 B		0,0058
Lignina	43,7 A		37,6 B		0,0077
Celulose	294,1 A		253,7 B		0,0067
Hemicelulose	274,5		289,4		0,0233

<sup>1</sup>Valores expressos em g/Kg de MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

De acordo com Neumann et al. (2017), os teores de FDA não devem ser elevados, já que esta é constituída por lignina de porção indigestível e celulose parcialmente digestível. Ainda segundo o autor, as concentrações de FDA devem variar de 300 a 350 g/kg MS. Neste experimento o teor de FDA encontrado foi considerado dentro dos valores estabelecidos.

Houve efeito linear crescente ( $P=0,0002$ ) das lâminas de água aplicada para a variável lignina com valores médios variando entre 37,7 a 43,7 g/kg MS (Tabela 5). A possível explicação está relacionada com a variabilidade genética da variedade, associada a maior quantidade de água salobra utilizada na irrigação, causando estresse nas plantas e reduzindo sua capacidade de absorção de nutrientes e desenvolvimento, fazendo com que elas acelerassem seu ciclo fenológico. Maior lignificação da parede celular pode resultar em maior proteção contra peroxidação lipídica, pois a natureza hidrofóbica da lignina inibe a perda de água líquida e/ou vapor d'água ao meio circundante, atenuando o estresse osmótico induzido pela salinidade (Li et al., 2013).

Observou-se efeito quadrático ( $P<0,001$ ) em relação aos valores de celulose, onde valores superiores foram observados nas maiores lâminas (75 e 100%) com valores médios de 287 e 284,3 g/kg MS. Este fato pode estar relacionado aos maiores valores de FDA e menores de hemicelulose observados para essas lâminas.

Efeito linear decrescente ( $P=0,0067$ ) foi observado em relação aos valores de hemicelulose aos níveis de matéria orgânica variando de 318,1 a 259,7 g/kg MS, o que pode ser explicado pelos menores valores de FDN encontrados com as maiores doses de matéria orgânica e maiores valores de FDA.

Para o efeito dos ciclos foram observados efeitos ( $P<0,05$ ) para a FDA, lignina e celulose com valores superiores encontrados no primeiro ciclo podendo estar

relacionado com o tempo (dias) em que as plantas foram colhidas e seu desenvolvimento superior nesse período.

Em relação aos teores de carboidratos totais (CHO) e das frações A+B1, B2 e C do milho (Tabela 6), não se observou interação ( $P>0,05$ ) lâmina x matéria orgânica. A concentração de CHO com valores médios de 749,0; 340,0; 339,7 e 297,1 g/kg respectivamente. Valores encontrados por Bergamaschine et al. (2011) foram semelhantes aos encontrados na presente pesquisa, com valor médio de 747,8 g/kg de MS de CHO para milho em preparação de dieta para novilhos em confinamento.

Não houve efeito ( $P<0,05$ ) na utilização das lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica para os valores de CHO (0,0590), fração A+B1 ( $P=0,0976$ ), B2 ( $P=0,1197$ ) e C ( $P=0,9417$ ). No entanto, observou-se efeito entre os ciclos ( $P<0,05$ ) para os valores de CHO ( $P=0,0227$ ), B2 ( $P=<0,0001$ ) e C ( $P=0,0008$ ) em que, resultados superiores foram encontrados no primeiro ciclo para CHO e fração C com valores médios de 766,6 e 307,5 respectivamente, e menores valores na fração B2 (328,8) em relação ao segundo ciclo (396,7).

Fato explicado pelo aumento da lignina paralelo ao aumento da lâmina de irrigação. Elevados valores dessa fração são limitantes ao bom desempenho produtivo do animal, pois podem ocasionar menor digestibilidade dos carboidratos constituintes da parede celular e, conseqüentemente menor consumo de matéria seca (VAN SOEST, 1991).

Tabela 6. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre carboidratos totais e fracionamento dos carboidratos do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
CHO <sup>1</sup>					
0	759,6	746,4	746,4	741,2	0,0590
15	750,7	748,5	763,4	755,2	
30	734,7	743,9	751,5	768,8	
45	733,3	739,7	738,2	763,1	
A+B1 <sup>2</sup>					
0	323,8	337,1	346,0	345,2	0,0976
15	339,8	347,5	361,0	336,1	
30	343,0	365,4	328,7	341,6	
45	344,4	333,2	303,6	343,7	
B2 <sup>3</sup>					
0	405,0	395,7	350,0	335,9	0,1197
15	386,7	365,2	330,6	342,1	

30	383,3	343,2	371,0	347,6	
45	362,7	368,8	377,8	338,2	
C <sup>4</sup>					
0	271,1	267,1	303,9	318,8	
15	273,3	287,1	308,2	321,6	
30	273,5	291,2	300,2	310,7	0,9417
45	292,7	297,9	318,5	317,9	
Ciclo					
	1		2		
CHO	766,5 a		731,6 b		0,0227
A+B1	363,5		316,5		0,0699
B2	328,8 b		396,7 a		<.0001
C	307,5 a		286,7 b		0,0008

<sup>1</sup>CHO: carboidratos totais (g/kg de MS). <sup>2</sup>A+B1= fração solúvel; <sup>3</sup>B2= fibra potencialmente degradável; <sup>4</sup>C= fibra indigestível (g/kg CHO). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Em relação aos valores de CNF (Tabela 7) não houve interação ( $P=0,1852$ ) lâmina x matéria orgânica, porém em relação aos ciclos observou-se efeito ( $P=0,0262$ ), onde o ciclo 2 apresentou menor valor (231,7 g/kg MS) em relação ao ciclo 1 (279,0 g/kg MS), provavelmente devido a composição químico-bromatológica, podendo estar relacionado ao teor de extrato etéreo, onde o segundo ciclo obteve 20,6 g/kg MS e o primeiro ciclo 25,1 g/kg MS. As diferenças observadas para os carboidratos fibrosos na lâmina 25% da ETo, onde as doses de 30 e 45 t.ha<sup>-1</sup> apresentaram melhores valores devido às mesmas apresentarem menores teores de FDN.

Apesar do ciclo 1 apresentar maior concentração de fração C, apresentou menor fração B2, conferindo maior teor de CNF.

Tabela 7. Valores de carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
CNF <sup>1</sup>					
0	247,0	253,3	259,0	255,9	
15	255,8	260,4	276,2	254,2	
30	252,6	272,2	247,3	262,6	0,1852
45	253,9	247,0	224,6	263,0	
CF <sup>2</sup>					
0	512,6 A	493,1 A	487,3 A	485,2 A	
15	494,8 AB	488,0 A	487,2 A	501,0 A	
30	480,7 Bab	471,7 Ab	504,1 Aa	506,2 Aa	0,0057
45	480,8 B	492,6 A	513,6 A	500,1 A	
Ciclo <sup>3</sup>					
	1		2		

CNF	279,0 a	231,7 b	0,0262
CF	487,5	499,9	0,1645

<sup>1</sup>CNF: carboidratos não fibrosos; <sup>2</sup>CF: carboidratos fibrosos. Dados expressos em g/kg de MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Para a variável DIVMS, observou-se interação (Tabela 8) significativa ( $P < 0,0001$ ) entre lâminas e matéria orgânica (Tabela 8). Os melhores resultados são encontrados nas lâminas 25% e 50% da ET, com média de 623,5 e 619,0 g/kg MS respectivamente. Observou-se que a lâmina 100% da ET apresentou os menores valores de digestibilidade *in vitro*, provavelmente relacionados aos maiores teores de lignina encontrados para a lâmina.

Tabela 8. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica e ciclos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P valor
	25	50	75	100	
0	589,2 Bb	636,7 Aa	609,8 Aab	612,8 Aab	<.0001
15	627,7 Aa	591,7 Bb	595,1 Aab	573,7 Bb	
30	634,4 Aa	614,7 ABa	604,7 Aa	562,5 Bb	
45	642,9 Aa	633,0 Aab	604,6 Ab	616,2 Aab	
	Ciclo				P valor
	1	2			
DIVMS <sup>1</sup>	610,9	607,8			0,5104

<sup>1</sup>DIVMS: digestibilidade *in vitro*. Dados expressos em g/kg MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Para o efeito ciclos sobre os valores de DIVMS (Tabela 8), não se observou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre os ciclos, sendo os valores de 610,9 e 607,8 g/kg MS para o ciclo 1 e 2, respectivamente. Estes valores se encontram próximos aos encontrados por Leão et al. (2012) para as variedades ADR 500, LAB 1542 e LAB 1838 de milho submetidos a diferentes ciclos, onde obteve digestibilidade de 653, 640 e 634 g/kg de MS, respectivamente no primeiro ciclo e 632, 625 e 616 g/Kg de MS, respectivamente no segundo ciclo. Ao se observar que não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os ciclos, evidencia o potencial da cultura em poder ser utilizada em mais de um ciclo pelo produtor sem afetar a digestibilidade da matéria seca.

Os valores de produção de gás do milho ADR 300 apresentaram efeito ( $P = 0,0067$ ) da interação lâminas x matéria orgânica (Tabela 9). As maiores variações foram observadas nas lâminas 25 e 50% da ET, onde na lâmina 25% da ET o menor valor encontra-se na dose 30 t.ha<sup>-1</sup>, diferindo apenas da dose 15 t.ha<sup>-1</sup>. Na lâmina 50% da ET

observou-se que a menor dose de MO (0 t.ha<sup>-1</sup>) foi superior ao nível de 45 t.ha<sup>-1</sup> não diferindo da demais.

A produção de gás estimada (Tabela 9) pelos parâmetros comportou-se, estatisticamente, da mesma forma da produção de gás observada.

A variação para a produção de gases encontrada neste experimento está relacionada com os teores de FDN das amostras nos tratamentos, onde nas lâminas 25 e 50% da ETo houve interação (P<0,05) das lâminas x matéria orgânica e com isso também ocasionou diferença para a produção de gases das amostras analisadas.

Em relação aos valores encontrados dentro dos ciclos analisados (Tabela 9), observou-se diferença (P<0,0001) entre eles, sendo que o primeiro ciclo apresentou maior valor para as duas variáveis analisadas com valores médios de 322,7 e 316,5 mL para ao gás observado e o estimado respectivamente. A variação dos valores dos gases entre os dois ciclos aconteceu devido ao teor de carboidratos não fibrosos encontrados para os mesmos, onde o ciclo 1 apresentou maior (P<0,05) valor (279,0 g/kg) em comparação com o ciclo 2, com 231,7 g/kg.

Tabela 9. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre a produção de gás *in vitro* observado e gás estimado do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	Volume observado de gás				
	25	50	75	100	
0	317,7 Aa	312,9 Aab	305,6 Aab	297,2 Ab	0,0067
15	303,1 ABa	304,1 ABa	295,3 Aa	302,1 Aa	
30	293,2 Ba	303,4 ABa	298,9 Aa	293,1 Aa	
45	315,3 Aa	290,4 Bb	297,3 Ab	294,6 Ab	
	Volume estimado de gás				
0	310,9 Aa	306,6 Aab	299,8 Aab	291,3 Ab	0,0083
15	296,7 ABa	297,8 ABa	288,8 Aa	296,5 Aa	
30	287,3 Ba	297,2 ABa	293,2 Aa	287,2 Aa	
45	308,8 Aa	285,2 Bb	290,9 Ab	288,3 Ab	
	Ciclo <sup>3</sup>				P valor
	1	2			
GASOB <sup>1</sup>	322,7 a	280,3 b		<.0001	
GASEST <sup>2</sup>	316,5 a	274,3 b		<.0001	

<sup>1</sup>GASOB: volume observado de gás; <sup>2</sup>GASEST: volume estimado de gás pelo modelo bicompartimental. \*mL/g MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Para o volume de gases oriundos da degradação dos carboidratos fibrosos (Tabela 10), em relação as doses nas lâminas, só houve diferença dentro da lâmina de

25% da ET, onde as doses de 30 e 45 t.ha<sup>-1</sup> apresentaram os menores (P<0,05) valores, 171,0 e 174,0; respectivamente. Ao se utilizar a dose de 0 t.ha<sup>-1</sup> de MO observou-se que a lâmina 25% da ET apresentou maior volume de gás produzido (191,9 mL), diferindo (P<0,05) das lâminas 75 (178,5 mL/gMS) e 100% da ETo (172,8 mL/gMS). Para as demais doses, não observou-se (P>0,05) diferença de produção de gás nas lâminas utilizadas. Os valores encontrados neste experimento são superiores aos relatados por Cruz (2013), que ao avaliar a variedade BRS 1501, encontrou 109,8 mL de gás produzido pela degradação de carboidratos não fibrosos em plantas com 60 dias de idade.

Quanto às taxas de degradação dos carboidratos fibrosos, não houve diferença (P=0,0993) significativa entre as doses e lâminas utilizadas.

Pode-se verificar que houve variação significativa para a produção de gases oriundos da fermentação dos carboidratos não fibrosos (Tabela 10). Observou-se diferença (P<0,05) somente para as doses na lâmina 25% da ET, onde a dose de 45 t.ha<sup>-1</sup> apresentou maior valor (138,2 mL/gMS), diferindo das demais doses.

Para as taxas de degradação de CNF, observou-se diferença, em relação às doses nas lâminas 25 e 75% da ETo. Na lâmina 25% da ETo, a dose de 45 t.ha<sup>-1</sup> apresentou menor (P<0,05) valor (0,081 mL/h), diferindo das outras doses nesta lâmina. Na lâmina 75% da ETo, a dose de 45 t.ha<sup>-1</sup> apresentou maior valor (P<0,05), e assim diferiu das outras doses. As taxas de degradação de CNF foram maiores que as encontradas para os CF, apontando que a velocidade de produção de gases a partir da fermentação de CNF é cerca de 2 a 4 vezes mais rápida do que à exibida pela fermentação de CF. Os valores encontrados a taxa de degradação de CNF são superiores aos Cruz (2013), que ao avaliar a variedade as variedades BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J 1188 encontrou 0,011; 0,012; 0,009 e 0,011 mL/h, respectivamente.

Tabela 10. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre os parâmetros de produção de gases in vitro do milho, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
DECF <sup>1</sup>					
0	191,9 Aa	182,1 Aab	178,5 Ab	172,8 Ab	0,0004
15	184,7 Aa	182,9 Aa	179,5 Aa	179,7 Aa	
30	171,0 Ba	181,5 Aa	177,2 Aa	178,5 Aa	
45	174,0 Ba	175,3 Aa	182,6 Aa	177,0 Aa	
TDCF <sup>2</sup>					
0	0,022	0,022	0,021	0,021	0,0993
15	0,022	0,022	0,022	0,021	
30	0,022	0,022	0,022	0,021	

45	0,022	0,022	0,022	0,022	
DECNF <sup>3</sup>					
0	122,0 Ba	128,0 Aa	125,4 Aa	122,2 Aa	
15	119,2 Ba	118,4 Aa	112,6 Aa	120,5 Aa	0,0023
30	114,9 Ba	118,7 Aa	119,1 Aa	112,2 Aa	
45	138,2 Aa	113,0 Ab	111,4 Ab	114,2 Ab	
TDCNF <sup>4</sup>					
0	0,092 Aa	0,089 Aab	0,084 Bb	0,085 Aab	
15	0,092 Aa	0,094 Aa	0,087 Ba	0,087 Aa	<.0001
30	0,090 Aa	0,093 Aa	0,091 Ba	0,089 Aa	
45	0,081 Bc	0,094 Aab	0,100 Aa	0,091 Ab	
<i>Lag time</i> <sup>5</sup>					
0	4,98 Bb	5,00 Ab	4,97 Ab	5,52 Aa	
15	4,91 Ba	4,60 Aa	4,59 Aa	4,88 Ba	<.0001
30	5,20 Aa	4,84 Aab	4,24 Bb	4,79 Bc	
45	5,49 Aa	4,86 Ab	4,77 Ab	4,76 Bb	

DECF<sup>1</sup>: degradação dos carboidratos fibrosos (mL/gMS); TDECF<sup>2</sup>: taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (mL/h); DECNF<sup>3</sup>: degradação dos carboidratos não fibrosos (mL/gMS); TDECNF<sup>4</sup>: taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (mL/h); *Lag time*<sup>5</sup>: tempo de colonização (h). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Os carboidratos não fibrosos são representados pelas frações degradadas mais rapidamente no trato digestório (açúcares, pectina e amido) dos ruminantes (ANTUNES et al., 2011). A variação ocorrida confere diferenças importantes entre os tratamentos, uma vez que resulta em maior ou menor digestibilidade dos mesmos. A menor lâmina fornecida apresentou os menores valores de degradação, podendo estar relacionado com os valores encontrados para a proteína, que embora não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, pode influenciar a constituição dos CNF.

Em relação aos tempos de colonização (Tabela 10), observou-se interação ( $P=0,0001$ ) lâmina x matéria orgânica. Pode-se observar que os maiores valores foram encontrados na lâmina 25% da ET. Os tempos encontrados variaram de 4,24 a 5,52 horas e foram inferiores aos relatados por Cruz (2013) ao avaliar as variedades BRS 1501, CMS 1, CMS 3 e J 1188 com 60 dias de ciclo e encontrou 8,1; 18,6; 14,5 e 9,8, respectivamente. Esse parâmetro estima o tempo gasto para a colonização e início da fermentação do substrato pelos microrganismos ruminais, sugerindo qual material seria mais rapidamente fermentável no rúmen.

Para efeito entre os ciclos (Tabela 11), observou-se que as variáveis DECF (187,0), TDECF (0,022) e DECNF (132,5) apresentaram maiores valores para o primeiro ciclo, diferindo ( $P<0,0001$ ) do segundo. Na variável TDECNF notou-se maior valor ( $P<0,0001$ ) para o segundo ciclo (0,095) em relação ao primeiro ciclo (0,085). Os maiores

valores para DECF, TDECF e DECNF no ciclo 1, podem estar relacionados ao maior teor de CHOT encontrados no ciclo 1 em relação ao ciclo 2. Para a variável *lag time* não houve diferença (P=3393) entre os ciclos analisados.

Tabela 11. Efeito dos ciclos sobre os parâmetros de produção de gás *in vitro* do milheto, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica

	Ciclo		P valor
	1	2	
DECF <sup>1</sup>	187,0 A	171,6 B	<.0001
TDECF <sup>2</sup>	0,022 A	0,021 B	<.0001
DECNF <sup>3</sup>	132,5 A	106,3 B	<.0001
TDECNF <sup>4</sup>	0,085 B	0,095 A	<.0001
<i>Lag time</i> <sup>5</sup>	4,879	4,93	0,3393

DECF<sup>1</sup>: degradação dos carboidratos fibrosos (mL/gMS); TDECF<sup>2</sup>: taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (mL/h); DECNF<sup>3</sup>: degradação dos carboidratos não fibrosos (mL/gMS); TDECNF<sup>4</sup>: taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (mL/h); *Lag time*<sup>5</sup>:tempo de colonização (h). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

As diferenças entre os dados obtidos neste trabalho podem ser explicadas pelas condições meteorológicas impostas, houve precipitação mensal média de 138,4 mm durante o primeiro ciclo e 1,3 mm durante o segundo ciclo do milheto, e pelo fato que fisiologicamente, plantas oriundas de rebrota (segundo ciclo) tem potencial de produção reduzido, cerca de 60% do obtido no primeiro ciclo.

## **CONCLUSÃO:**

A utilização de lamina de água salobra e níveis de matéria orgânica na cultura do milho potencializam os teores dos componentes nutricionais, digestibilidade e produção de gases. No entanto, o uso dessa prática deve ter como referência o uso mínimo e sazonal dessa água com base no regime hidrológico de cada região associado à utilização da matéria orgânica como forma de remediar os efeitos do uso dessas águas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR E.M.; LIMA, G.F.C.; SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F. R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H.R.; BORGES, A.Q. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos triturados de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2226-2233, 2006.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC International, 771 p.1990.

BERGAMASCHINE, A.F.; FREITAS, R.V.L; VALÉRIO FILHO, W.V.; BASTOS, J.F.P.; MELLO, S.Q.S.; CAMPOS, Z.R. Substituição do milho e farelo de algodão pelo milheto no concentrado da dieta de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.154-159, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000100022>

CRUZ, D.S.G. **Avaliação agronômica e nutricional de quatro genótipos de milheto em quatro estádios**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais. 75p. Belo Horizonte – MG, 2013.

FERNANDES, H.; APARECIDA, K.; SOARES, E.P. Protein fractionation and digestibility of millet genotypes for grazing managed at different cutting heights. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.173-180, 2014.

JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; BOLZAN, A.M.S.; DIAS, F.D.; GALVANI, D.B. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.572-581, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000300017>

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3)

KOLLET, J.L.; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. Rendimento forrageiro e composição

bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000500008>

LARA CABEZAS, W.R.L.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D.G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado, **Ciência Rural**, v.34, p.1005-1013, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000400006>

LEÃO, H.F.; COSTA, K.A.P.; DIAS, F.J.S.; SEVERIANO, E.C.; COLLAO, E.A.; SIMON, G.A. Production and bromatological composition of pearl millet genotypes for pasture managed in different cutting heights. **Bioscience Journal**, v.28, p.90-120, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p106-112>

LI, Z.; PENG, Y.; MA, X. Different responses on drought tolerance and post-drought recovery between the small-leafed and the large-leafed white clover (*Trifolium repens* L.) associated with antioxidative enzyme protection and lignin metabolism. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.35, p.213-22, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1066-z>

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347–358, 1996.

LIMA, M.F.P.; PORTO, M.A.F.; TORRES, S.B.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.; CARVALHO, D.R. Emergência e crescimento inicial de plântulas de albizia submetidas à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.106–112, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p106-112>

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. p.450-493, 1994.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Internat.* 85, p.1217–1240, 2002.

NICOLAU SOBRINHO, W.; SANTOS, R.V.; MENEZES JÚNIOR, J.C.; SOUTO, J.S.

Acúmulo de nutrientes nas plantas de milho em função da adubação orgânica e mineral, **Caatinga**, v.22, n.3, p 107- 110, 2009.

NOBRE, R.G; LIMA, G.S; GHEYI, H.R.; LOURENÇO, G.S.; SOARES, L.A.A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada, **Revista Ciência Agronômica**, v.44, n.1, p.76-85, 2013.

PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; QUEIORZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milho (*Pennisetum americanum*) e de um híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.22-30, 1993.

PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Manejo de novilhas prenhes aos 13/15 meses de idade em sistemas a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1271-1279, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000700019>

PINHO, R.M.A.; SANTOS, E.M.; RODRIGUES, J.A.S.; MACEDO, C.H.O.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; BEZERRA, H.F.C.; PERAZZO, A.F. Avaliação de genótipos de milho para silagem no Semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.426-436, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402013000300003>

RODRIGUES, P.N.F.; BEZERRA NETO, E.; COSTA, R.N.T.; PEDROSA, E.M.R.; OLIVEIRA, V.S. Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.788-793, 2011, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000800004>

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Software, Version 9.1.3 Cary. SAS Institute, 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.1, p.185-197, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British of Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; GOMES, D.I.; FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2565-2573, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001100039>

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

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

## **CAPÍTULO II**

### **Características nutricionais do sorgo, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica**

## CAPÍTULO II

### Características nutricionais do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a cinética da fermentação ruminal, digestibilidade e produção de gases *in vitro* do sorgo, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e doses de matéria orgânica. O experimento foi conduzido na Área de Prospecção e Estudos em Agricultura Bioessalina do Campo Experimental da Caatinga, pertencente a Embrapa Semiárido, Petrolina – PE. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial (4 x 4 x 2), representado por quatro lâminas de irrigação com água salobra (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% e L4 - 100% da evapotranspiração), quatro níveis de matéria orgânica (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) e dois ciclos da cultura (1° e 2° ciclos) com três repetições. Determinou-se matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina digerida em ácido (LDA), fracionamentos de carboidratos, parâmetros de fermentação, digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca (DIVMS), a estimativa dos parâmetros cinéticos dos carboidratos fibrosos (CF) e carboidratos não fibrosos (CNF) a partir da técnica de produção de gases *in vitro*. Não ocorreu interação (P>0,05) e nem foi significativo os efeitos isolados sobre a MS e MO. Ocorreu efeito (P<0,05) das lâminas de irrigação sobre a PB, onde a menor lâmina (25% da ETo) apresentou valor superior as demais, não diferindo apenas da lâmina 75% da ETo. Os teores de extrato etéreo são foram influenciados (P>0,05) pelos tratamentos, da mesma forma pelos ciclos analisados. Em relação à FDN houve interação (P<0,05) lâmina x matéria orgânica. Observou-se efeito do ciclo sobre a FDN, onde o ciclo 2 apresentou menor valor (489,1 g/kg MS) em comparação ao ciclo 1 (537,8 g/kg MS). Quanto aos valores FDA, não houve efeito das lâminas e matéria orgânica (P>0,05). Observou-se efeito (P<0,05) das lâminas de irrigação sobre os teores de lignina. Os carboidratos totais não mostraram interação nem efeitos significativos (P>0,05). A fração A+B1 apresentou interação (P<0,05) lâminas x matéria orgânica, onde os menos valores se encontram na lâmina 25% da ETo e dose 45 t.ha<sup>-1</sup>. Para a porção de fração B2 verificou-se efeito (P<0,05) das lâminas utilizadas. Para a fração C, observou-se efeito (P<0,05) para os ciclos, em que o ciclo 2 apresentou menor valor (207,0 g/kg CHO). Para a variável DIVMS, observou-se efeito (P<0,05) isolado nas lâminas e na matéria orgânica. Para o volume de gases oriundos da degradação dos carboidratos fibrosos, em relação as doses nas lâminas, só houve diferença dentro das lâminas de 50 e 75% da ETo. A variedade de sorgo BRS Ponta Negra apresentou menores teores de lignina e maiores valores de proteína bruta e fibra potencialmente digestível ao se ofertar 25% da ETo, sendo esta lâmina de água salobra indicada para uso em áreas com recursos hídricos limitados. De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, um novo modelo de produção e enquadrando-se na realidade do ambiente Semiárido, o uso estratégico complementar hídrico com água salobra, com referência no uso mínimo e sazonal de água com base no regime hidrológico da região pode ser incorporado para maximização da produção de forragem e eficiência de utilização dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** agricultura bioessalina, Semiárido, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

## CHAPTER II

### Nutritional characteristics of sorghum BRS Ponta Negra, cultivated with brackish water slides and levels of organic matter

**ABSTRACT:** The objective of this study was to characterize the chemical-bromatological composition, carbohydrate fractionation, digestibility and gas production using *in vitro* techniques of sorghum BRS Ponta Negra cultivated with different brackish water slides and levels of organic matter. The experiment was conducted at Embrapa Semiarid, in Petrolina-PE. The experimental design was a randomized block design in a factorial scheme (4 x 4 x 2), represented by four irrigation slides with brackish water (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% and L4 - 100 % of evapotranspiration), four levels of organic matter (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) and two crop sections (1 and 2 cycles) with three replicates. Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid digested lignin (LDA) were determined, as well as digestibility and yield of gases *in vitro*, and fractionation of carbohydrates. There was no interaction (P>0.05) and neither the isolated effects on DM and OM were significant. There was an effect (P<0.05) of the irrigation depths on the CP, where the smallest blade (25% of the ETo) presented a value superior to the others, not differing only from the 75% ETo blade. The ethereal extract contents were influenced (P>0.05) by the treatments, in the same way by the analyzed cycles. In relation to the NDF, there was interaction (P<0.05) of the leaf x organic matter. The effect of the cycle on NDF was observed, with cycle 2 having a lower value (489.1 g/kg DM) than cycle 1 (537.8 g/kg DM). Regarding the ADF values, there was no effect of the slides and organic matter (P>0.05). There was an effect (P<0.05) of the irrigation slides on the lignin contents. Total carbohydrates showed no interaction or significant effects (P>0.05). The fraction A+B1 presented interaction (P<0.05) slides x organic matter, where the lowest values were found in the blade 25% of ETo and dose 45 t.ha<sup>-1</sup>. For the fraction portion B2 there was effect (P<0.05) in the used brackish water slides. For the C fraction only observed effect (P<0.05) for the cycles, where the cut 2 showed lower value (207.0 g/kg CHO). For the variable IVDMD, an effect (P<0.05) was observed in the slides and organic matter. For the volume of gases resulting from the degradation of the fibrous carbohydrates, in relation to the levels of organic matter in the brackish water slides, there was only difference within the slides of 50 and 75% of the ETo. The BRS Ponta Negra sorghum variety had lower lignin contents and higher values of crude protein and potentially digestible fiber when 25% of the ETo were offered, and this brackish water slides was indicated for use in areas with limited water resources. According to the results obtained in the present work, a new production model and fitting the reality of the Semiarid environment, the strategic complementary use of water with brackish water, with reference to the minimum and seasonal use of water based on the hydrological regime of the region can be incorporated for maximizing forage production and efficiency of natural resource utilization.

**Keywords:** bioassaline agriculture, fertilization, Semiarid, *Sorghum bicolor* (L.) Moench,

## INTRODUÇÃO:

A água constitui-se como um dos componentes mais essenciais para as plantas, pois sua disponibilidade e qualidade afeta diretamente os processos metabólicos das plantas. Em regiões áridas e semiáridas, podemos encontrar esses efeitos mais acentuados, devido a irregularidade das chuvas e baixa disponibilidade de água, e muitas das vezes a água disponível é salgada, e pode levar a severos danos para plantas devido ao estresse abiótico. Assim é fundamental encontrar técnicas e formas que buscam minimizar esses efeitos.

A produção de plantas halófitas ou de espécies tolerantes à irrigação com águas salinas pode se tornar uma alternativa bastante viável para aumentar a capacidade de suporte forrageiro das unidades familiares, nas quais a principal fonte de renda vem da criação de pequenos ruminantes. O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea de origem tropical que apresenta mecanismos eficientes de tolerância à seca. Além dessas características, o sorgo tem sido reconhecido por sua tolerância moderada ao estresse salino (VIEIRA et al., 2005) e suporta elevados níveis de radiação solar (LANDAU & SANS, 2010). Essa capacidade de adaptação é muito útil e permite a utilização dessa espécie com rendimentos economicamente aceitáveis, principalmente quando o cultivo em condições salinas é inevitável, o que permite o aproveitamento de solo e água salinos (AQUINO et al, 2007).

Todas as águas utilizadas na irrigação, independente da fonte em que foi obtida, apresentam determinadas concentrações de sais, assim como o uso contínuo de áreas sob irrigação pode acarretar acúmulo desses sais no solo. O efeito da salinização sobre as plantas pode ser observado pela dificuldade de absorção de água e toxicidade de íons específicos reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (LACERDA et al. 2010).

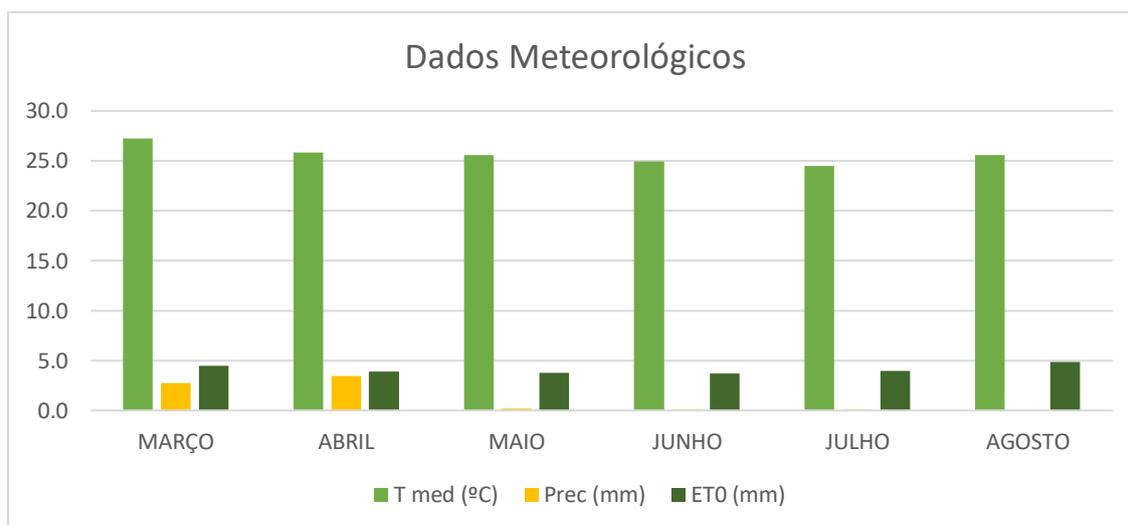
Em situações de salinidade elevada, a atividade dos microrganismos no solo e suas interações com as raízes das plantas são prejudicadas, diminuindo a absorção de nutrientes (VAN HORN et al., 2014). A aplicação do esterco bovino como forma de mitigar os efeitos da salinidade sobre plantas constitui uma estratégia de aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas e estimular o seu desenvolvimento (YIP; ELIMELECH, 2013).

Estudos são necessários para entender o uso da irrigação com água salina associada à adubação orgânica nos parâmetros de qualidade nutricional do sorgo. Objetivou-se avaliar a cinética da fermentação ruminal, digestibilidade e produção de gases *in vitro* do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica.

### MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido na Área de Prospecção e Estudos em Agricultura Biossalina do Campo Experimental Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina - PE, na região do Submédio São Francisco (latitude 9° 8' 8,9" S, longitude 40° 18' 33,6" O, altitude 373m). O clima da região é classificado, segundo Köppen, como semiárido do tipo BSw<sup>h</sup>. As chuvas concentram-se entre os meses de novembro e abril, com precipitação média anual em torno de 400 mm, irregularmente distribuída.

Durante o período do estudo (março/2018 a agosto/2018) a temperatura média foi 25,6°C, com evapotranspiração na média de 4,1 mm e a precipitação total de 140,8 mm (EMBRAPA, 2018), os dados meteorológicos podem ser observados na figura 3 e 4.



Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Semiárido – Campo Experimental Caatinga.

**Figura 3.** Dados meteorológicos mensais da Estação Experimental da Caatinga – Embrapa Semiárido de março a agosto de 2018

**Figura 4.** Precipitação pluviométrica diária



**Fonte:** Estação Meteorológica Embrapa Semiárido – Campo Experimental Caatinga.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013) situado em um relevo plano, apresentando textura média. Suas características químicas e físicas podem ser observadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química do solo da estação experimental da caatinga.

Determinação	Unidade	Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
C.E	mScm <sup>-1</sup>	1,33	2,20
pH	-	4,6	5,7
C.Total	gKg <sup>-1</sup>	4,6	4,1
P	Mgdm <sup>-3</sup>	6,14	1,22
K <sup>+</sup>	Cmol dm <sup>-3</sup>	0,23	0,16
Na <sup>+</sup>	Cmol dm <sup>-3</sup>	0,27	0,68
Ca <sup>2+</sup>	Cmol dm <sup>-3</sup>	1,6	1,4
Mg <sup>2+</sup>	Cmol dm <sup>-3</sup>	0,60	0,60
Al <sup>3+</sup>	Cmol dm <sup>-3</sup>	0,05	0,00
H+Al	Cmol dm <sup>-3</sup>	1,5	2,7
SB	Cmol dm <sup>-3</sup>	2,7	2,8
CTC	Cmol dm <sup>-3</sup>	4,2	5,6
V	%	64,0	50,9
Cu	Mgdm <sup>-3</sup>	1,07	1,65
Fe	Mgdm <sup>-3</sup>	21,4	23,0
Mn	Mgdm <sup>-3</sup>	18,2	14,6
Zn	Mgdm <sup>-3</sup>	4,54	3,13

C.E: condutividade elétrica; H+Al: acidez potencial; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação de bases.

A irrigação foi realizada diariamente, de acordo com a necessidade da cultura, por gotejamento superficial por meio de tubo gotejador com emissores com vazão de 1,6 L h<sup>-1</sup>, diâmetro nominal (DN) de 16 mm, espaçados 0,20 m entre si.

A água utilizada na irrigação foi proveniente de poço subterrâneo, e semanalmente era coletado uma amostra para análise físico-química, visando possíveis variações, fato que não ocorreu durante o período experimental. Em relação a sua classificação, foi identificada como C3S1, ou seja, com salinidade alta, teor de sódio baixo e dureza média de 109,76 mg L<sup>-1</sup> considerada como moderada (75-150 mg L<sup>-1</sup>) baseado em carbonato de cálcio, de acordo com a classificação de Richards (1954).

**Tabela.** Valores médios da análise química da água do poço artesiano do campo experimental da caatinga, utilizada na irrigação.

Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	pH	C.E	Dureza	R.A.S
------------------	------------------	-----------------	----------------	-----------------	----	-----	--------	-------

Mmol L <sup>-1</sup>				ds m <sup>-1</sup>		Mg L <sup>-1</sup>		
15,14	6,89	3,72	0,29	22,04	7,38	1,73	109,76	0,62

Ca= cálcio; Mg= magnésio; Na= sódio; K= potássio; Cl- = cloreto; CE= condutividade elétrica; RAS= relação de adsorção de sódio.

Os valores da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foram determinados usando a equação original de Penman-Monteith. Os coeficientes da cultura (K<sub>c</sub>) foram determinados para cada estágio de desenvolvimento, usando a seguinte relação (BERNARDO *et al.*, 2005):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

Onde: ET<sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura (mm/dia); ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm/dia).

Os dados agrometeorológicos necessários para a determinação de ET<sub>o</sub> foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) e foi utilizada a ET<sub>c</sub> determinada pelo balanço de água do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 4 x 2, composto de quatro lâminas de irrigação com água salobra (L1 - 25%, L2 - 50%, L3 - 75% e L4 - 100% da evapotranspiração), quatro níveis de matéria orgânica (0 t.ha<sup>-1</sup>; 15 t.ha<sup>-1</sup>; 30 t.ha<sup>-1</sup>; 45 t.ha<sup>-1</sup>) com três repetições e dois ciclos da cultura.

Cada subparcela experimental foi composta por 6 linhas, de 6 metros de comprimento por 3,6 metros de largura e 0,60 cm entre linhas, totalizando 48 subparcelas para a cultura do sorgo. A variedade utilizada neste experimento foi a BRS Ponta Negra. A semeadura da cultura foi realizada em março de 2018, em sulcos, com média de 40 sementes/m linear, a uma profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Aos 15 dias de emergência (DAE) foi realizado o desbaste, visando obter 15 plantas/m linear. Os tratamentos culturais e as aplicações de defensivos agrícolas obedeceram às necessidades da cultura.

As lâminas de irrigação foram equivalentes a 25%, 50%, 75% e 100% da ET<sub>o</sub>, o que resultou ao longo do ciclo 1 (82 dias após plantio) os totais de lâminas de 74,16; 130,83; 187,50 e 244,17 mm, respectivamente e ao longo do ciclo 2 (76 dias após primeiro corte) os totais 87,73; 160,89; 234,05 e 307,20 mm. As plantas foram cortadas quando aproximadamente 75% dos grãos das panículas se encontravam no estado farináceo.

Os cortes das plantas foram realizados manualmente, com cutelo a 10 cm de altura do solo, obtendo como referência as duas linhas centrais de cada parcela. Após os cortes, o material passou por ensiladeira (PP35, Pinheiro Máquinas Agrícolas, Itapira, SP) regulada para cortar as partículas com tamanho médio de 2 cm para homogeneização e

armazenamento em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente, o material foi pesado e acondicionados em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, a temperatura de 55°C, atingindo peso constante, para se estabelecer os valores de matéria seca.

As amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm e 2 mm, identificadas e armazenadas em sacos plásticos. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido – Petrolina, PE, sendo determinadas, as porcentagens de matéria seca (MS, método 967.03), matéria mineral (MM, método 942.05), proteína bruta (PB, método 981.10) e extrato etéreo (EE, método 920.29) (AOAC, 1990).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram quantificados segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), adaptada por Senger et al. (2007). Amostras contidas nos cadinhos após as lavagens com detergente neutro, foi incinerado segundo AOAC (MM, método 942.05), para determinação das cinzas e outra parte do resíduo também foi utilizada na determinação do teor de nitrogênio (FDNcp), conforme Mertens (2002) e Licitra et al. (1996). Para determinação da lignina foi feita a solubilização da celulose com ácido sulfúrico a 72% (LDA), conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Também foram obtidas as frações de celulose (CEL) e hemicelulose pelas equações:  $CEL = FDA - LIG$  e  $HEM = FDN - FDA$ .

Os carboidratos totais foram estimados pela equação:  $CHO = 100 - (PB + EE + MM)$  descrita por Sniffen et al. (1992). Os carboidratos não-fibrosos (CNF) que correspondem às frações “A + B1”, foram estimados pela seguinte equação  $CNF = 100 - (PB + FDNcp + EE + MM)$  em que FDNcp corresponde ao FDN corrigido o seu conteúdo para cinzas e proteína. A fração B2 (fibra digerível) foi obtida pela diferença entre a FDNcp e a fração C (fibra indigerível). A fração C foi obtida pela FDN indigerível após 288 horas de incubação *in situ*, conforme descrito por Valente et al. (2011).

Para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), utilizou-se a metodologia dos dois estágios descrita por Tilley e Terry (1963) com alterações propostas, por meio de incubações de 1 g de amostra seca ao ar em frascos de vidro de 160 mL, com 80 mL de solução tampão (combinação das soluções A + B com pH 6,8) e 20 mL de líquido ruminal coletado de dois caprinos fistulados no rúmen, filtrado em quatro camadas de gaze, injetando constantemente gás carbônico para manter o meio anaeróbico. Depois de 48 h de incubação em estufa a 39°C, 2 mL de ácido clorídrico (6 Molar) e 1 mL de pepsina

(0,4g de pepsina/mL de solução) foram adicionados em cada frasco e, após o período de 24 h de incubação, foram realizados os procedimentos de filtragem a vácuo em cadinhos filtrantes, secagem e pesagem dos resíduos, visando os cálculos de DIVMS.

Para produção de gases *in vitro*, foi adicionado 1,0 g de amostra em frascos de vidros (160mL), nos quais foram adicionados 90 mL de meio de cultura conforme Theodorou et al. (1994). Na sequência foram adicionados 10 mL de inóculo ruminal (oriundo de três caprinos fistulados no rúmen), em cada frasco, que foi mantido sob aspersão de CO<sub>2</sub> e em seguida estes foram vedados com rolhas de borracha e lacres de alumínio. Após colocação dos lacres, os gases gerados no interior de cada frasco foram eliminados e colocados em uma estufa com temperatura constante de 39°C durante o período de incubação.

A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi mensurada utilizando-se um transdutor de pressão (Datalogger Universal Logger AG100) conectado a uma agulha (0,6 mm). As leituras foram aferidas em maior frequência durante o período inicial e reduzidas posteriormente (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 48 e 72 h de incubação). Para estimativa da equação de regressão entre os dados de pressão e volume, utilizou-se o procedimento PROC REG do SAS (2002). Os dados de pressão (P em psi = pressão por polegada) foram convertidos em volume de gases (V), adotando-se a equação,  $V = 5,1612P - 0,3017$ ,  $R^2 = 0,9873$ , gerada no Laboratório de Produção de Gases (LPG) da Unidade Acadêmica de Garanhuns - UFRPE, a partir de 937 observações. De cada leitura de pressão, foi subtraído o total produzido pelos frascos sem substrato (branco), referentes a cada amostra.

Os dados da produção cumulativa de gases foram ajustados pelo modelo bicompartimental sugerido por Schofield et al. (1994), utilizando o PROC NLMIXED do SAS:

$$V_t = \frac{Vf_1}{1+e^{[2-4kd^1(t-\lambda)]}} + \frac{Vf_2}{1+e^{[2-4kd^2(t-\lambda)]}} + \varepsilon$$

onde,  $V_t$  representa o volume máximo total de gases produzidos;  $Vf_1$  (mL/g de MS incubada) representa o volume máximo de gás para a fração de rápida digestão (CNF);  $Vf_2$  (mL/g) representa o volume máximo de gás para a fração de lenta digestão (CF);  $kd^1$  (h) equivale à taxa de degradação da fração de rápida digestão (CNF);  $kd^2$  (h) equivale à taxa de degradação da fração de lenta digestão;  $\lambda$  (*Lag time*) representa a duração dos eventos iniciais (fase de latência) de digestão, comum as duas fases; e o  $t$ (h) representa o

tempo de fermentação.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância utilizando os procedimentos gerais de modelos lineares e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando  $\alpha = 0,05$  e utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS®) (2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Embora a salinidade ocasione efeitos osmóticos e tóxicos nas plantas, os resultados obtidos neste estudo demonstram que não ocorreu interação ( $P > 0,05$ ) e nem foi significativo os efeitos isolados sobre a MS ( $P = 0,3537$ ) e MO ( $P = 0,5561$ ). Os valores obtidos (Tabela 12) nas lâminas variaram de 289,5 a 303,3 g/kg MN e 929,27 a 932,11 g/kg MS para matéria seca total e MO, respectivamente. Embora que não tenha ocorrido diferença estatística, observa-se um pequeno crescimento da MS paralelo ao aumento da lâmina. Os valores observados de MS e MO se assemelham aos encontrados por Sousa et al. (2018), ao avaliar a mesma variedade (BRS Ponta Negra) em casa de vegetação irrigado com água salobra, obtendo valor médio de 270 g/kg de MS. Para a variável matéria mineral (Tabela 12) não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as lâminas ( $P = 0,9588$ ) e matéria orgânica ( $P = 0,1865$ ) aplicada.

Tabela 12. Efeito das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre a matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína e extrato etéreo do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

Variável <sup>1</sup>	Lâmina (% da evapotranspiração)				Valor - P
	25	50	75	100	
Matéria seca <sup>1</sup>	289,5	297,0	303,3	303,3	0,3537
Matéria orgânica <sup>2</sup>	929,2	932,1	929,9	931,1	0,8328
Matéria mineral <sup>2</sup>	70,3	68,7	69,7	68,8	0,9588
<sup>1</sup> Proteína bruta <sup>2</sup>	76,2	65,9	67,1	66,0	0,0118
Extrato etéreo <sup>2</sup>	17,2	18,3	19,0	15,8	0,717
Equação de regressão					R <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Y=87,65-14,44X+2,3X <sup>2</sup>					0,87
	Matéria orgânica (t.ha <sup>-1</sup> )				
	0	15	30	45	
Matéria seca <sup>1</sup>	300,3	295,2	293,0	304,6	0,5561
Matéria orgânica <sup>2</sup>	933,5	932,5	928,4	927,9	0,2347
Matéria mineral <sup>2</sup>	66,6	67,2	72,6	71,0	0,1865
Proteína bruta <sup>2</sup>	71,4	66,5	70,4	67,0	0,5845
Extrato etéreo <sup>2</sup>	18,9	18,6	15,4	17,4	0,3588
	Ciclo				
	1		2		
Matéria seca <sup>1</sup>	262,2 B		334,3 A		0,0005

Matéria orgânica <sup>2</sup>	927,8 B	933,3 A	0,0220
Matéria mineral <sup>2</sup>	71,7 A	67,0 B	0,0417
Proteína bruta <sup>2</sup>	67,1	70,5	0,6685
Extrato etéreo <sup>2</sup>	21,7	13,4	0,0547

<sup>1</sup>Dados expressos em g/kg de matéria natural; <sup>2</sup>Dados expressos em g/kg de matéria seca. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Em relação ao efeito ( $P < 0,05$ ) dos ciclos, observou-se maiores valores de MS (334,3 g/kg MN) e MO (933,3 g/kg MS) para o segundo ciclo. Provavelmente ocorreu um maior direcionamento das plantas para produzirem uma quantidade elevada de energia no primeiro ciclo, com o intuito de promover o crescimento e estabelecimento das raízes, e no segundo ciclo as gramíneas utilizaram sua energia para o crescimento da parte aérea (SILVA, 2014).

Para os teores de proteína bruta não foi observado efeito de interação ( $P < 0,05$ ) das lâminas de água salobra e matéria orgânica. No entanto, ocorreu efeito quadrático ( $P = 0,0118$ ) das lâminas de irrigação, onde obteve-se maiores resultados (76,2 g/kg MS) na menor lâmina de irrigação (25% Eto) em relação às lâminas 50 e 100% da Eto que não diferenciaram da lâmina 75% ETo. Este resultado pode ser explicado devido as plantas forrageiras, em geral, sob estresse salino, sofrerem declínios nas trocas gasosas, eficiência fotossintética e produção de carboidratos, proteínas e outras substâncias vitais, como os ácidos nucleicos, com reflexos negativos no crescimento (MUNNS & TESTER, 2008).

Não foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) da PB e EE em relação aos ciclos, apresentando valores médios de 68,8g/kg ( $P = 0,6685$ ) e 17,55g/kg ( $P = 0,0547$ ), respectivamente. Em experimento com diferentes doses de fertilização nitrogenada em variedades de sorgo, Macedo et al. (2012) encontraram teor médio de 56,0 g/kg MS de proteína bruta, que são inferiores ao encontrado neste trabalho.

Em relação à fibra em detergente neutro (FDN) houve interação ( $P = 0,0443$ ) lâmina x matéria orgânica (Tabela 13). Observou-se que os valores referentes à lâmina 25% Eto obteve-se resultados superiores nos níveis 45 ton/ha (552,8 g/kg) em relação ao nível de 30 ton/ha (492,6g/kg) que não diferiu dos demais níveis. De acordo com o presente trabalho, as lâminas superiores a 25% Eto não afetaram ( $P > 0,05$ ) os teores de FDN, independente das cargas de matéria orgânica. Skoniesk et al. (2010), trabalhando com híbridos de sorgo para produção de silagem, encontraram valores médios de FDN (555,4 g/kg MS) semelhantes aos obtidos neste trabalho. A fração de FDN quando em níveis elevados, acima dos valores obtidos, comprometem o consumo e o aproveitamento da forragem. A fração FDN tem relação negativa com o consumo, visto que é um fator

físico que limita a ingestão de matéria seca (LUPATINI et al., 2004).

Observou-se efeito ( $P < 0,0001$ ) do ciclo sobre os valores de FDN, onde o ciclo 2 apresentou menor valor (489,1 g/kg MS) em comparação ao ciclo 1 (537,8 g/kg MS). Van Soest (1994), definiu que percentuais maiores que 600 g/kg MS de FDN possuem correlação negativa com o consumo de matéria seca. Sendo assim, os valores obtidos em ambos os ciclos estão dentro do padrão.

Magalhães et al. (2010) avaliaram a produção de 25 híbridos de sorgo de duplo propósito, sendo 22 híbridos experimentais e três testemunhas comerciais, e obtiveram teores de FDN variando entre 590,3 e 734,0 g/kg MS. Sendo que o teor encontrado no presente trabalho se encontra abaixo dos valores encontrados pelos autores.

Tabela 13. Interação lâminas x matéria orgânica e efeito dos ciclos sobre os valores de fibra em detergente neutro do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P valor
	25	50	75	100	
Fibra em detergente neutro					
0	535,9 AB	517,8 A	511,3 A	523,0 A	0,0443
15	538,2 AB	524,6 A	502,7 A	497,5 A	
30	492,6 B	527,0 A	521,4 A	480,6 A	
45	552,8 A	495,0 A	524,8 A	469,4 A	
Ciclo <sup>2</sup>					
	1		2		
FDN <sup>1</sup>	537,8a		489,1b		<.0001

<sup>1</sup>FDN: fibra em detergente neutro, dados expressos em g/Kg de MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Não foi observada interação ( $P > 0,05$ ) entre as lâminas de água salobra e os níveis de matéria orgânica para a FDA, lignina e celulose. Entretanto, houve efeito isolado da lâmina para os valores de lignina ( $P = 0,0191$ ) e efeito da matéria orgânica para a celulose ( $P = 0,0148$ ). Houve efeito linear positivo para lignina (39,1 a 44,6 g/kg) quando irrigados com as diferentes lâminas, ou seja, à medida que se aumentou a quantidade de água salobra, maiores valores médios foram obtidos para essa variável.

O conteúdo de FDA do alimento está diretamente ligado à digestibilidade do mesmo, já que FDA inclui a celulose e a lignina, frações de menor solubilidade da fibra. De acordo com Oliveira et al. (2010), essa fração pode indicar o valor energético do alimento, pois quanto menor o teor de FDA, maior será seu valor energético.

Os teores encontrados neste trabalho foram menores que os observados por Lima et al. (2017) e Magalhães et al. (2010), que ao analisarem diferentes variedades de sorgo,

encontraram valores médios de 348,3 e 339,5 g/kg MS, respectivamente. As frações FDA e lignina possuem relação negativa com a digestibilidade aparente do material e com a ingestão, e quanto menor o valor de FDA, maior o valor energético do alimento (VASCONCELOS et al. 2005)

Observou-se efeito linear positivo ( $P=0,0191$ ) das lâminas de irrigação sobre os teores de lignina (Tabela 14), com valores médios variando entre 39,1 a 44,6 g/kg. Possivelmente relacionado ao estresse da planta devido ao aumento da quantidade de água salobra ofertada. Ferreira et al. (2015), avaliando híbridos de sorgo com capim-Sudão, observaram teores de lignina inferiores aos do presente trabalho, com média de 353,33 g/kg MS para as variedades BRS 800, BRS 802 e BRS 810.

Não observou-se efeito das lâminas para os teores de celulose. Oliveira et al. (2010) encontraram os teores de CEL de 384,0 e 358 g/kg MS, para sorgo-sudão e sorgo forrageiro (BR 601), sendo superiores aos teores observados neste trabalho. O teor de celulose está relacionado com os teores de FDN e FDA, por ser um componente dessas frações, e pode ser a explicação para a baixa quantidade, já que os valores de FDN e FDA também foram baixos. Singh et al. (2017) encontraram maiores teores de CEL, sendo 346,0; 329,0; 323,0 e 338,0 g/kg MS, nas variedades CSV20, Pant Chari 5, PKV 809 e CSV 17.

Tabela 14. Efeito isolado das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre fibra em detergente ácido, lignina e celulose do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

Variável <sup>1</sup>	Lâmina (% da evapotranspiração)				P valor <sup>2</sup>
	25	50	75	100	
Fibra em detergente ácido	274,4	287,3	286,6	290,6	0,2791
<sup>1</sup> Lignina	39,1	40,6	40,5	44,6	0,0191
Celulose	235,2	246,7	246,1	245,9	0,3728
<sup>2</sup> Hemicelulose	255,4	228,7	228,4	202,0	0,0011
Equação de regressão					R <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Y=37,2023+0,0648X					0,79
<sup>2</sup> Y=268,75-16,05X					0,90
	Matéria orgânica (t.ha <sup>-1</sup> )				
	0	15	30	45	
Fibra em detergente ácido	279,0	281,5	289,0	289,5	0,3977
Lignina	38,4	40,5	41,8	44,2	0,1866
Celulose	240,6	240,9	247,1	245,3	0,6347
Hemicelulose	243,0	234,3	221,0	216,4	0,1455
	Ciclo <sup>1</sup>				
	1		2		
Fibra em detergente ácido	280,2		289,2		0,0536
Lignina	43,9		38,6		0,0906
Celulose	236,3a		250,6b		0,0013

Hemicelulose	257,5a	199,8b	<.0001
--------------	--------	--------	--------

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Para a variável hemicelulose observou-se efeito ( $P=0,0011$ ) das lâminas de irrigação, ocorrendo diminuição dos valores de acordo com o aumento da oferta hídrica. Fato este relacionado com o aumento nos teores de lignina, apresentando comportamento inverso.

Observou-se efeitos dos ciclos (Tabela 14) para as variáveis CEL e HEM, onde o ciclo 1 apresentou maiores valores para ambas as variáveis. Não foi observado efeito ( $P<0,05$ ) das variáveis FDA e lignina em relação aos ciclos do sorgo forrageiro com valores médios encontrados de 284,7; 41,25 e 13,85 g/kg MS respectivamente.

De acordo com a tabela 15, observou-se que não houve interação entre as lâminas e matéria orgânica para os CHO ( $P=0,4339$ ) e a fração C ( $P=0,1272$ ). Entretanto, a interação foi significativa ( $P=0,0273$ ) para a fração A+B1.

Os valores de carboidratos totais obtidos neste estudo estão de acordo com os teores relatados por Van Soest (1994), constituindo 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras. Em relação ao efeito dos ciclos para essa variável, observou-se maior ( $P=0,0012$ ) valor para o ciclo 2 (848,9 g/kg MS), podendo ser explicado pelo teor de PB (70,5 g/kg MS) para o segundo ciclo.

A fração A+B1 (Tabela 15) apresentou interação ( $P=0,0273$ ) lâminas x matéria orgânica, onde os menores valores se encontram na lâmina 25% da ETo e dose 45 t.ha<sup>-1</sup> (442,2 g/kg CHO). A explicação pode estar nos níveis de LIG, onde a lâmina 25% da ETo apresentou menores valores (39,1 g/kg MS) em relação as demais. Observou-se efeito ( $P<0,0001$ ) dos ciclos sobre a fração A+B1, onde o ciclo 2 (471,8 g/kg) apresentou menor valor, provavelmente devido a menor quantidade de FDN (489,1 g/kg MS) encontrada no segundo ciclo.

Houve efeito quadrático ( $P=0,0007$ ) quando se utilizou diferentes laminas de agua salobra em relação a fração B2, em que, maiores valores foram observados nas lâminas 25% Eto (286,9g/kg) e 75% (271,2 g/kg) em relação a lâmina 100% Eto (237,3 g/kg) que não diferiu da lâmina 50% Eto com valor médio de 260,1g/kg.

Para a fração C, só se observou efeito ( $P<0,0001$ ) para os ciclos, onde o ciclo 2 apresentou menor valor (207,0 g/kg CHO) atribuindo-se ao fato de possuir o maior teor de lignina.

Tabela 15. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre carboidratos totais e fracionamento dos carboidratos do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica.

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P valor
	25	50	75	100	
Carboidratos totais					
0	838,8	844,0	843,0	851,4	0,4339
15	828,5	853,3	842,4	850,7	
30	839,5	852,4	834,8	843,0	
45	832,7	845,7	852,1	849,1	
A+B1 <sup>2</sup>					
0	472,0 ABa	490,6 Aa	483,4 Aa	477,1 Aa	0,0273
15	453,6 Ba	485,9 Aa	498,6 Aa	502,9 Aa	
30	519,1 Aa	481,7 Aa	476,8 Aa	515,1 Aa	
45	442,2 Bb	508,6 Aa	474,1 Aab	533,4 Aa	
B2 <sup>2</sup>					
Lâminas (% da evapotranspiração)					Valor - P
	25	50	75	100	
	286,9	260,1	271,2	237,3 B	0,0007
Equação de regressão					R <sup>2</sup>
Y=289,43-4,895X+1,1775X <sup>2</sup>					0,73
C <sup>2</sup>					
0	229,3	245,6	244,0	247,1	0,1272
15	255,3	254,5	232,7	254,6	
30	229,2	237,7	258,2	249,7	
45	251,1	254,4	246,8	270,3	
Ciclo					
	1		2		
CHO <sup>1</sup>	838,8 b		848,9 a		0,0012
A+B1	505,1 a		471,8 a		<.0001
B2	206,7 b		321,1 a		<.0001
C	288,1 a		207,0 a		<.0001

<sup>1</sup>CHO: carboidratos totais (g/kg de MS). <sup>2</sup>A+B1= fração solúvel; <sup>3</sup>B2= fibra potencialmente degradável; <sup>4</sup>C= fibra indigestível (g/kg CHO). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Em relação aos valores de CNF (Tabela 16) houve interação (P=0,0442) lâmina x matéria orgânica, onde na lâmina 25% da ETo e nas doses 15 e 45 t.ha<sup>-1</sup> foram encontrados os menores valores (375,89 e 365,85 g/kg MS, respectivamente). Em relação aos ciclos observou-se efeito (P=0,0022), onde o ciclo 2 apresentou menor valor (400,7 g/kg MS) em relação ao ciclo 1 (423,9 g/kg MS), provavelmente devido a composição químico-bromatológica, podendo estar relacionado ao teor de extrato etéreo, onde o ciclo 2 obteve 13,4 g/kg MS e o ciclo 1 20,6 g/kg MS.

Observou-se diferença para os carboidratos fibrosos na lâmina 25% da ETo, onde a dose de 30 t.ha<sup>-1</sup> apresentou menor valor, possivelmente devido ao menor teor de

FDN encontrado.

Observou efeito ( $P=0,026$ ) dos ciclos sobre os CF (Tabela 16), onde o ciclo 2 apresentou maior valor. Fato esse que pode ser explicado pela maior quantidade de fração B2 encontrada também segundo ciclo (321,1 g/kg MS).

Tabela 16. Carboidratos não fibrosos e carboidratos fibrosos do sorgo BRS Ponta Negra em função da interação dos níveis matéria orgânica e lâminas de água salobra.

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
Carboidratos não fibrosos					
0	396,3 AB	414,3 A	407,3 A	406,3 A	0,0442
15	375,8 B	414,7 A	420,0 A	427,9 A	
30	435,9 A	410,7 A	398,1 A	433,9 A	
45	367,8 Bb	430,2 Aa	404,3 Aab	453,0 Aa	
Carboidratos fibrosos					
0	442,4 AB	429,6 A	435,6 A	445,0 A	0,026
15	452,6 AB	438,6 A	422,3 A	422,7 A	
30	403,6 B	441,6 A	436,7 A	409,1 A	
45	464,9 Aa	415,5 Aab	447,8 Aa	396,0 Ab	
Ciclo <sup>3</sup>					
	1		2		
CNF	423,9 A		400,7 B		0,0022
CF	414,9 B		448,1 A		<.0001

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). CNF- carboidratos não fibrosos, CF- carboidratos fibrosos. Valor P = valor de probabilidade

Para a variável DIVMS (Tabela 17), observou-se efeito ( $P<0,05$ ) isolado nas lâminas e na matéria orgânica. Houve efeito quadrático ( $P=0,0143$ ) nos resultados de DIVMS quando submetidos a diferentes proporções hídricas com valores de 643,3 à 622,4 g/kg, em que, à medida que aumentava as lâminas de água salobra, reduzia-se os valores desta variável. Este fato se deve aos valores de lignina encontrados, onde apresentou comportamento semelhante. Observou efeito linear decrescente para os valores de DIVMS quando submetido a doses de matéria orgânica, com resultados variando de 637,5 à 610,3 g/kg MS.

Não foi observado efeito ( $P=0,1716$ ) dos ciclos sobre os valores de DIVMS (Tabela 19), com valores médios encontrados de 629,45 g/kg. Os valores encontrados no presente trabalho são superiores aos encontrados por Gontijo Neto et al. (2002) ao avaliar diferentes níveis de adubação nas variedades AG-2002 (545,6 g/kg MS), AG-2005E (616,9 g/kg MS), AG-X202 (546,1 g/kg MS), AG-X213 (529,7 g/kg MS) e AG-X215 (537,9 g/kg MS).

Tabela 17. Efeito das lâminas, matéria orgânica e ciclos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

	Lâminas (% da evapotranspiração)				P valor
	25	50	75	100	
DIVMS	643,3	627,9	622,2	624,4	0,0143
Equação de regressão					R <sup>2</sup>
Y=667,05-28,24X+4,4X <sup>2</sup>					0,99
	Matéria orgânica (t.ha <sup>-1</sup> )				P valor
	0	15	30	45	
DIVMS	637,5	637,2	632,8	611,3	0,0004
Equação de regressão					R <sup>2</sup>
Y=650,45-8,300X					0,74
	Ciclo		P valor		
	1	2			
DIVMS <sup>1</sup>	626,0	632,9	0,1716		

<sup>1</sup>DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca (g/Kg de MS). Valor P = valor de probabilidade

Os valores de produção de gás do sorgo BRS Ponta Negra apresentaram efeito ( $P < 0,0069$ ) da interação lâminas x matéria orgânica (Tabela 18). Na lâmina 50% da ETo a matéria orgânica 30 t.ha<sup>-1</sup> apresentou maior volume de gás produzido (340,05 mL/gMS) em relação às doses 0 e 15 t.ha<sup>-1</sup> não diferenciando da dose 45 t.ha<sup>-1</sup>. Ao se ofertar 75% da ETo observou-se que a dose de 45 t.ha<sup>-1</sup> apresentou maior valor (361,39 mL/gMS), diferindo ( $P < 0,05$ ) das demais doses de matéria orgânica. Para as lâminas 25 e 100% da ETo não observou-se diferença ( $P > 0,05$ ) entre as doses de matéria orgânica utilizadas. Na dose de 0 t.ha<sup>-1</sup> a lâmina 25% da ETo (340,35 mL/gMS) diferiu ( $P < 0,05$ ) apenas da 50% da ETo (318,8 mL/gMS), e as lâminas 75 e 100% da ETo não diferiram entre si. Na dose 15 t.ha<sup>-1</sup> não foi observado diferença ( $P > 0,05$ ) entre os valores nas lâminas. Com a dose de 30 t.ha<sup>-1</sup> a lâmina 25% da ETo diferiu apenas da 100% da ETo. Para a dose de 45 t.ha<sup>-1</sup> a lâmina 75% da ETo apresentou maior valor (361,39 mL/gMS), diferindo ( $P < 0,05$ ) somente da 50 e 100% da ETo.

A variação para a produção de gases encontrada neste experimento está relacionada com os teores de FDN das amostras nos tratamentos, onde nas lâminas 25 e 50% da ET houve interação ( $P < 0,05$ ) das lâminas x matéria orgânica e com isso também ocasionou diferença para a produção de gases das amostras analisadas.

A produção de gás estimada (Tabela 18) comportou-se, estatisticamente, da mesma forma da produção de gás observada. Em relação aos valores encontrados nos

ciclos analisados, observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre eles, sendo que o ciclo 2 apresentou maior valor para as duas variáveis analisadas por apresentar menores teores de fração C.

Tabela 18. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre a produção de gás *in vitro* observado e gás estimado do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica.

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P valor
	25	50	75	100	
Gás Observado					
0	340,3 Aa	318,8 Bb	333,1 Bab	322,2 Aab	0,0069
15	330,6 Aa	315,7 Ba	327,1 Ba	325,8 Aa	
30	346,9 Aa	340,0 Aab	330,4 Bab	320,4 Ab	
45	348,6 Aab	329,3 ABbc	361,3 Aa	321,5 Ac	
Gás Estimado					
0	333,6 Aa	312,1 Bb	326,2 Bab	315,1 Aab	0,0065
15	323,3 Aa	309,1 Ba	320,2 Ba	318,5 Aa	
30	341,1 Aa	332,9 Aab	322,7 Bab	314,0 Ab	
45	341,4 Aab	321,8 ABbc	353,2 Aa	314,0 Ac	
Ciclo					
	1		2		
GASOB <sup>1</sup>	319,8 B		344,2 A		<.0001
GASEST <sup>2</sup>	313,0 B		336,9 A		<.0001

<sup>1</sup>GASOB: volume de gás observado; <sup>2</sup>GASEST: volume de gás estimado pelo modelo bicompartimental. \*mL/g MS. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula no linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade.

Para o volume de gases oriundos da degradação dos carboidratos fibrosos (DECF) (Tabela 19), em relação as doses nas lâminas, só houve diferença dentro das lâminas de 50 e 75% da ETo, onde, na lâmina 50% da ETo, a dose 15 t.ha<sup>-1</sup> apresentou o menor ( $P < 0,05$ ) valor (219,5 mL/gMS), e na lâmina 75% da ETo a dose de 45 t.ha<sup>-1</sup> de MO apresentou valor semelhante a 30 t.ha<sup>-1</sup>, e maior que as doses 0 e 15 t.ha<sup>-1</sup>. Para a comparação das lâminas nos níveis de MO, na dose 15 t.ha<sup>-1</sup>, a lâmina 25% da ETo apresentou maior valor e diferiu ( $P < 0,05$ ) apenas da lâmina 50% da ETo. Com a dose 30 t.ha<sup>-1</sup>, a lâmina 50% da ETo apresentou diferença ( $P > 0,05$ ) da lâmina 100% da ETo. Para a dose 45 t.ha<sup>-1</sup>, a lâmina 100% da ETo apresentou menor valor, diferindo ( $P > 0,05$ ) das demais lâminas.

Nas taxas de degradação dos carboidratos fibrosos (TDECF) (Tabela 19) observou interação ( $P < 0,0028$ ) lâmina x matéria orgânica. Na lâmina 75% da ETo observou-se que a dose 45 t.ha<sup>-1</sup>, apresentou maior valor, sendo que só diferiu da dose 30 t.ha<sup>-1</sup>. Na lâmina 100% da ETo o valor observado na dose 15 t.ha<sup>-1</sup> foi superior à dose 30 t.ha<sup>-1</sup> não diferindo das demais doses. Nos valores das lâminas nas doses, observou-se que

na dose 0 t.ha<sup>-1</sup> o maior valor (0,023) encontra-se na lâmina 50% da ETo e diferiu (P<0,05) somente da lâmina 100% da ETo. Na dose de 45 t.ha<sup>-1</sup>, o maior valor foi encontrado na lâmina 50% da ETo e diferiu (P<0,05) somente da lâmina 75% da ETo.

As variações encontradas para a DECF e TDECF estão relacionadas com os valores de lignina encontrados, onde nas lâminas 50 e 75% da ETo se encontram valores semelhantes.

Para a degradação dos carboidratos não fibrosos (DECNF) (Tabela 19) observou-se interação (P<0,0012) lâmina x matéria orgânica. Na lâmina 25% da ETo, a dose de 15 t.ha<sup>-1</sup> apresentou menor valor (89,4), e com isso diferiu (P<0,05) das demais doses. Em relação ao valor observado nas doses em relação as lâminas, nota-se que na dose 0 t.ha<sup>-1</sup>, o maior valor encontrado foi com o fornecimento de 75% da ETo, porém só diferiu (P<0,05) da lâmina 50% da ETo. Na dose de 30 t.ha<sup>-1</sup>, o menor valor foi encontrado com lâmina 25% da ETo, e diferiu (P<0,05) somente da lâmina 75% da ETo, que apresentou maior valor. Para a dose 45 t.ha<sup>-1</sup>, o menor valor também foi encontrado com a lâmina 25% da ETo, porém apresentou diferença somente na lâmina 50% da ETo.

Observou-se interação (P<0,05) lâmina x matéria orgânica para as TDECNF (Tabela 19). O maior valor encontrado na lâmina 25% da ETo foi com a dose de 15 t.ha<sup>-1</sup> (0,105) e apresentou diferença para as doses 30 e 45 t.ha<sup>-1</sup>. Na lâmina 75% da ETo, o maior valor foi com a dose 30 t.ha<sup>-1</sup>, e apresentou diferença (P<0,05) das demais doses, e comparando com as lâminas, apresenta o mesmo comportamento. Para os valores das lâminas na dose 45 t.ha<sup>-1</sup>, nota-se que a lâmina 50% da ETo apresentou maior valor (0,108) e diferiu (P<0,05) somente da lâmina 25% da ETo.

Para os valores de DECNF encontrados, a lâmina 25% da ETo com a dose 30 t.h<sup>-1</sup> apresentou maior degradação, fato relacionado com o menor teor de FDN.

Tabela 19. Efeito da interação lâminas x matéria orgânica sobre os parâmetros de produção de gases *in vitro* do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

MO (t.ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (% da evapotranspiração)				P-valor
	25	50	75	100	
DECF <sup>1</sup>					
0	237,7 Aa	231,4 ABa	228,5 Ba	223,4 Aa	0,001
15	237,2 Aa	219,5 Bb	228,7 Bab	225,1 Aab	
30	237,6 Aab	244,5 Aa	235,5 ABab	222,9 Ab	
45	241,1 Aa	245,5 Aa	251,8 Aa	214,5 Ab	
TDCF <sup>2</sup>					
0	0,022 Aab	0,023 Aa	0,023 Aa	0,022 ABb	0,0028
15	0,023 Aa	0,022 Aa	0,022 ABa	0,023 Aa	

30	0,022 Aa	0,022 Aa	0,021 Ba	0,021 Ba	
45	0,022 Aab	0,022 Ab	0,023 Aa	0,022 Aab	
DECNF <sup>3</sup>					
0	99,6 Aba	84,1 Ab	100,9 Aa	95,5 Aab	
15	89,4 Ba	93,5 Aa	95,4 Aa	96,4 Aa	
30	107,7 Aa	92,5 Ab	91,6 Ab	95,7 Aab	0,0012
45	104,2 Aa	80,6 Ab	104,8 Aa	102,6 Aa	
TDCNF <sup>4</sup>					
0	0,096 ABa	0,107 Aa	0,101 Ba	0,096 Aa	
15	0,105 Aa	0,103 Aa	0,099 Ba	0,108 Aa	
30	0,091 Bb	0,103 Ab	0,119 Aa	0,095 Ab	0,0004
45	0,089 Bb	0,108 Aa	0,103 Bab	0,100 Aab	
<i>Lag time</i> <sup>5</sup>					
0	4,4 Ab	5,5 Aa	4,6 Ab	3,9 Ab	
15	4,6 Aa	4,9 ABa	4,7 Aa	4,1 Aa	0,0011
30	4,8 Aa	4,2 Bab	3,7 Bb	4,4 Aab	
45	4,7 Aa	4,6 Bab	4,3 ABab	3,8 Ab	

DECF<sup>1</sup>: degradação dos carboidratos fibrosos (mL/gMS); TDECF<sup>2</sup>: taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (mL/h); DECNF<sup>3</sup>: degradação dos carboidratos não fibrosos (mL/gMS); TDECNF<sup>4</sup>: taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (mL/h); *Lag time*<sup>5</sup>: tempo de colonização (h). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula no linha não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Valor P = valor de probabilidade

Em relação ao *lag time*, observado na tabela 19, podemos notar que houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Na lâmina 50% da ETo a dose de 50 t.ha<sup>-1</sup> apresentou o maior tempo, diferindo ( $P < 0,05$ ) apenas da dose de 15 t.ha<sup>-1</sup>. Com a lâmina 75% da ETo as doses 0, 15 e 45 t.ha<sup>-1</sup>, não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si, porém a dose 45 t.ha<sup>-1</sup> não diferiu da 30 t.ha<sup>-1</sup>. Para os valores das lâminas nas doses, observa-se que na dose 0 t.ha<sup>-1</sup> a lâmina 50% da ETo apresentou diferença das demais, expressando maior tempo. Não foi observado diferença ( $P > 0,05$ ) dos tempos entre as lâminas na dose 15 t.ha<sup>-1</sup>. Na dose 30 t.ha<sup>-1</sup> nota-se que a lâmina 75% da ETo apresentou o menor tempo, diferindo ( $P < 0,05$ ) das demais. Com a dose 45 t.ha<sup>-1</sup> o menor tempo observado foi com a lâmina 100% Da ETo, porém só diferiu da lâmina 25% da ETo.

Tabela 20. Efeito dos ciclos sobre os parâmetros de produção de gás *in vitro* do sorgo BRS Ponta Negra, cultivado com diferentes lâminas de água salobra e níveis de matéria orgânica

Variáveis	Ciclo		Valor - P
	1	2	
DECF	224,6 B	241,08 A	<.0001
TDECF	0,022	0,022	0,5071
DECNF	92,1 B	99,7 A	<.0001
TDECNF	0,102	0,101	0,4736
LAG TIME	4,6	4,4	0,0816

DECF: degradação dos carboidratos fibrosos; TDECF: taxa de degradação dos carboidratos fibrosos;

DECNF: degradação dos carboidratos não fibrosos; TDECNF: taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; LAG TIME: tempo de colonização. Médias seguidas de letra diferente na linha, diferem ( $P < 0,05$ ) estaticamente pelo teste de Tukey. Valor P = valor de probabilidade

Em relação aos ciclos (Tabela 20) nas variáveis, notou-se efeito ( $P < 0,05$ ) apenas na DECF e DECNF, onde os maiores valores foram encontrados no ciclo 2. O maior ( $P < 0,0001$ ) valor encontrado para a degradação de CF no ciclo 2 se dá por apresentar menor valor para a fração C, ocasionando maior degradação de CF. Para a degradação de CNF ( $P < 0,0001$ ) no ciclo 2 está relacionando com o menor teor de FDN encontrado no ciclo 2.

Para as variáveis TDECF, TDECNF e LAG TIME não se observou diferença ( $P > 0,05$ ) entre os ciclos analisados.

## **CONCLUSÃO:**

A variedade de sorgo BRS Ponta Negra apresentou menores teores de lignina e maiores valores de proteína bruta e fibra potencialmente digestível ao se ofertar 25% da ETo, sendo esta lâmina de água salobra indicada para uso em áreas com recursos hídricos limitados.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, um novo modelo de produção, e enquadrando-se na realidade do ambiente Semiárido, o uso estratégico com complementação hídrica com água salobra, com referência no uso mínimo e sazonal de água com base no regime hidrológico da região, pode ser incorporada para maximização da produção de forragem e eficiência de utilização dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC International, 1990, 771p.

AQUINO, A.J.S.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, M.A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R.N.T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.961-971, 2007. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500013>

FERREIRA, D.S.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; JAYME, D.G.; SALIBA, E.O.S.; PIRES NETO, O.S.; CRUZ, D.S.G.; MAGALHÃES, F.A.; RIBEIRO JUNIOR, G.O.; VELASCO, F.O. Valor nutricional de híbridos de sorgo para corte e pastejo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em diferentes fases fenológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.337-390, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n1p377>

GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; CÂNDIDO, M.J.D.; MIRANDA, L.F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A. **Cultivo de sorgo: Clima**. Sistema de Produção, 2, 6 ed, 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_6\\_ed/clima.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm). Acessado em: 05 jun 2019.

LACERDA, C.F.; COSTA, R.N.T.; BEZERRA, M.A.; GHEYI, H.R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p.302-317. 2010.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347–358, 1996.

LIMA, L.O.B.; PIRES, D.A.A.; MOURA, M.M.A.; RODRIGUES, J.A.S.; TOLENTINO, D.C.; VIANA, M.C.M. Agronomic traits and nutritional value of forage sorghum genotypes. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.39, n.1, p.7-12, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.32356>

LUPATINI, C.G.; MACCARI, M.; ZANETTE, S.; PIACENTINI, E.; NEUMANN, M. Avaliação do desempenho agronômico de híbridos de milho (*Zea mays* L), para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.2, p.193-203, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v3n2p193-203>

MACEDO, C.H.O.; SANTOS, E.M.; SILVA, T.C.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; SILVA, A.P.G.; OLIVEIRA, J.S. Produção e composição bromatológica do sorgo (*Sorghum bicolor*) cultivado sob doses de nitrogênio. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.234, p.209-216, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000200005>

MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J.A.S.; FONSECA, J.F. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.747-751, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300034>

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Internat.** 85, p.1217–1240, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008. DOI: <https://dx.org/doi/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; VIANA, E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O. Produtividade, composição química e características agronômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2604-2610, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001200007>

SAS University Edition. 2015. SAS/STAT®14.1 user's guide: high-performance procedures. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA, J.L.A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, S.S.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA JUNIOR, M.

J.; NASCIMENTO, I.B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.66-72, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsupps66-s72>

SINGH, S.; BHAT, B.V.; SHUKLAC, G.P.; GAHARANA, D.; ANELE, U.Y. Nutritional evaluation of different varieties of sorghum stovers in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.227, n.1, p.42-51, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.011>

SKONIESKI, F.R.; NORNBORG, J.L.; AZEVEDO, E.B.; DAVID, D.B.; KESSLER, J.D.; MENEGAZ, A.L. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v.32, n.1, p.27-32, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i1.7200>

SOUSA, R.A.; LACERDA, C.F.D, NEVES, A.L.R.; COSTA, R.N.T.; HERNANDEZ, F.F.F.; SOUSA, C.H.C. Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.1, p.2315-2326, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v12n100696>

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.1, p.185-197, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90171-6](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6)

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British of Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C.; GOMES, D.I.; FIGUEIRAS, J.F. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2565-2573, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001100039>

Van HORN, D.J.; OKIE, J.G.; BUELOW, H.N.; GOOSEFF, M.N.; BARRETT, J.E.; TAKACS-VESBACHA, C.D. Soil microbial responses to increased moisture and organic resources along a salinity gradient in a polar desert. **Applied and Environmental**

**Microbiology**, v.80, n.10, p.3034–3043, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.03414-13>

Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

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

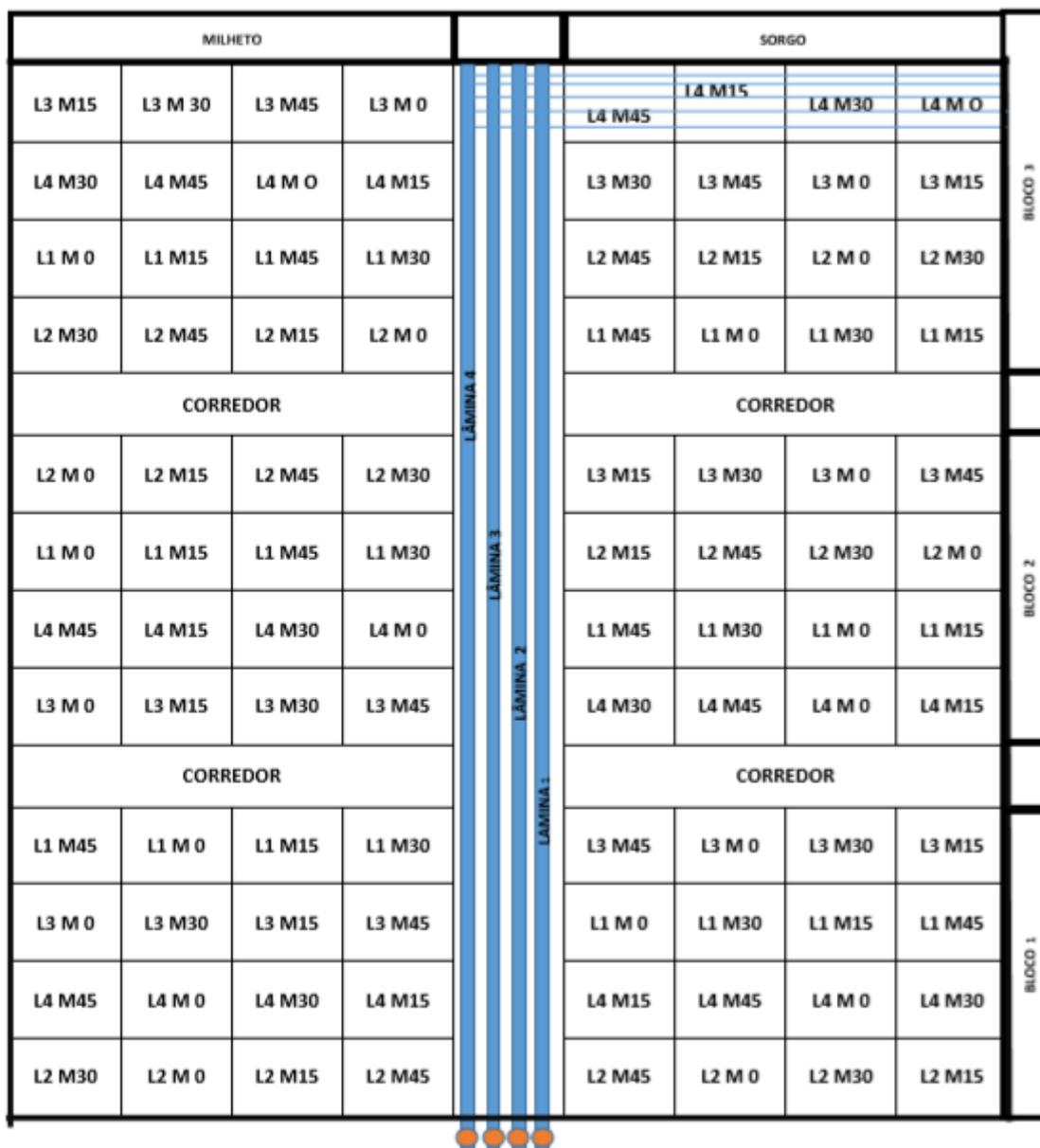
VASCONCELOS, R.C.; PINHO, R.G.V.; REZENDE, A.V.; PEREIRA, M.N.; BRITO, A.H. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade da matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1139-1145, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000600006>

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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.42-46, 2005.

YIP, N.Y.; ELIMELECH, M. Influence of natural organic matter fouling and osmotic backwash on pressure retarded osmosis energy production from natural salinity gradients. **Environmental Science & Technology**, v.47, p.12607-12616, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1021/es403207m>

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1: CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL



<b>LÂMINA 1</b>	25 % ETo	<b>MATÉRIA ORGÂNICA</b>	0 t.ha <sup>-1</sup>	0 Kg/linha
<b>LÂMINA 2</b>	50 % ETo	<b>MATÉRIA ORGÂNICA</b>	15 t.ha <sup>-1</sup>	4,320 Kg/linha
<b>LÂMINA 3</b>	75 % ETo	<b>MATÉRIA ORGÂNICA</b>	30 t.ha <sup>-1</sup>	8,640 Kg/linha
<b>LÂMINA 4</b>	100 % ETo	<b>MATÉRIA ORGÂNICA</b>	45 t.ha <sup>-1</sup>	12,960 Kg/linha