

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**GENÓTIPOS DE MILHETO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA  
SOB DIFERENTES NÍVEIS DE GESSO AGRÍCOLA**

**Gêisa Araújo de Oliveira**

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA  
2018**

# **GENÓTIPOS DE MILHETO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE GESSO AGRÍCOLA**

**Gêisa Araújo de Oliveira**  
Zootecnista  
Universidade Federal do Recôncavo, 2015

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro  
**Coorientador(a):** Profa. Dra. Daniele Rebouças Santana Loures  
**Coorientador:** Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo

**CRUZ DAS ALMAS-BAHIA  
2018**

O48g      Oliveira, Gêisa Araújo de.  
Genótipos de milho irrigados com água salina sob diferentes níveis de gesso agrícola / Gêisa Araújo de Oliveira. – Cruz das Almas, BA, 2018.  
46 f.; il.

Orientador: Ossival Lolato Ribeiro.  
Coorientadora: Daniele Rebouças de Santana Loures.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Plantas forrageiras – Milho. 2.Solos – Gesso agrícola – Manejo. 3.Regões áridas – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.2

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**GENÓTIPOS DE MILHETO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB DIFERENTES  
NÍVEIS DE GESSO AGRÍCOLA**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação  
Gêisa Araújo de Oliveira

Aprovada em 30 de Julho de 2018

Profa. Dra. Daniele Rebouças Santana Loures  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Coorientadora

Profa. Dra. Soraya Maria Palma Luz Jaeger  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador interno

Dr. Fleming Sena Campos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Examinador externo

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida, força nos momentos difíceis, proteção e por iluminar o meu caminho.

Aos meus pais, Joel e Maria, pela educação e pelo amor durante toda minha vida, vocês acreditaram em mim quando eu mesma não acreditei!

À minha irmã, Carolina, pelo carinho e incentivo, mesmo distante se fez presente.

Ao meu namorado, Helton, por estar ao meu lado em todos os momentos contribuindo para vencer todos os obstáculos, pela paciência, carinho e cuidado, sem o seu amor e apoio não teria sido fácil.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade.

À Embrapa Semiárido pela infraestrutura e apoio durante a realização do trabalho.

Ao Dr. Fleming pela ajuda e empenho, sem ele a realização do meu experimento não seria possível, meus sinceros agradecimentos.

À coorientadora Profa. Dra. Daniele pelas sugestões, ajuda e esclarecimentos nos momentos de dificuldades e dúvidas.

Ao coorientador Prof. Dr. Gherman e ao orientador Prof. Dr. Ossival pela ajuda na concretização do trabalho.

À Profa. Dra. Fabiane pela ajuda com as análises estatísticas, sua colaboração foi imprescindível.

A toda equipe da Agricultura Bioessalina pelo companheirismo.

Às minhas amigas Laryssa, Débora, Deise e Alice pela torcida e apoio mesmo estando distantes.

À família Ribeiro por ter me acolhido em Petrolina, minha gratidão eterna.

Aos pesquisadores Salete Moraes, Rosângela Barbosa, Welson Simões e Raimundo Parente pela amizade e conselhos.

A todos que, de alguma forma, me ajudaram e contribuíram para que o trabalho fosse realizado. NINGUÉM VENCE SOZINHO!

## **EPÍGRAFE**

**“ Enquanto se espera viver, a vida passa.”  
Sêneca**

## GENÓTIPOS DE MILHETO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE GESSO AGRÍCOLA

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar produtividade, características agronômicas e composição bromatológica de genótipos de milho forrageiro, submetidos a quatro níveis de gesso agrícola, irrigados com água salina em dois ciclos. O estudo foi conduzido em Petrolina – PE, com duração de 75 dias para o primeiro ciclo e 65 dias para o segundo. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 3x4, considerando três genótipos de milho (IPA BULK 1BF, BRS1501 e ADR 300) e quatro níveis de gesso agrícola (0, 2, 4 e 8 t ha<sup>-1</sup>), com três repetições, totalizando 36 parcelas. Os genótipos de milho irrigados com água salina não diferiram entre si para variáveis analisadas: produtividade de matéria verde, produtividade de matéria seca; percentagens de lâmina foliar, colmo e panícula; diâmetro da base do colmo, altura de planta, número de folhas, número de perfilhos, tamanho médio das folhas e teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrato etéreo, cinzas, lignina, hemicelulose, celulose, digestibilidade e carboidratos totais. Houve diferença entre os cortes, com as maiores produtividades de 40.513,89; 46.819,43; 48.430,55 kg ha<sup>-1</sup> na matéria verde para os cultivares BULK 1BF, ADR 300 e BRS 1501 respectivamente e 10.136,57; 11.812,21; 12.070,05 kg ha<sup>-1</sup> na matéria seca para os cultivares BULK 1BF, BRS 1501 e ADR 300, no segundo corte. O teor de matéria seca foi de 25,77% no primeiro corte e 25,02% no segundo corte. As porcentagens de lâmina e colmo foram de 21,05; 58,70 e 16,10; 70,00% no primeiro e segundo corte, respectivamente. O segundo corte apresentou menor proporção de panícula com média de 13,4%, enquanto o primeiro corte foi de 20,40%. Houve diferença (P<0,05) para percentual de proteína bruta de 15,90% para o primeiro corte e de 10,42% para o segundo corte. Os níveis de gesso foram significativos para a variável lignina do cultivar BRS 1501. O aumento das doses de gesso representou ganho no tamanho de panícula dos cultivares no segundo corte. O teor de potássio na rebrota foi mais elevado. O cálcio e o enxofre foram mais demandados no primeiro ciclo. O acúmulo de sódio nas plantas, mesmo irrigadas com água salina, não foi tóxico para os cultivares estudados.

**Palavras chave:** Agricultura bioessalina; Gessagem; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br; Semiárido.

## GENOTYPES MILLET IRRIGATION WITH SALINE WATER UNDER DIFFERENT LEVELS OF AGRICULTURAL GYPSUM

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate productivity, agronomic characteristics and bromatological composition of forage millet genotypes, submitted to four levels of agricultural gypsum irrigated with saline water in two cycles. The study was conducted in Petrolina - PE, with a duration of 75 days for the first cycle and 65 days for the second cycle. The experiment was carried out in a randomized block design with 3x4 factorial, considering three millet genotypes (IPA BULK 1BF, BRS 1501 and ADR 300) and four levels of agricultural gypsum (0, 2, 4 and 8 t ha<sup>-1</sup>), with three replications, totaling 36 plots. The millet genotypes irrigated with saline water did not differ among the analyzed variables: green matter yield, dry matter yield; percentages of leaf blade, stem and panicle; diameter of the stem base, plant height, number of leaves, number of tillers, average leaf size and dry matter content, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ethereal extract, ash, lignin, hemicellulose, cellulose, digestibility and total carbohydrates. There was a difference between the cuts, with the highest yields of 40,513.89; 46,819.43; 48,430.55 kg ha<sup>-1</sup> in the green matter for the varieties BULK 1 BF, ADR 300 and BRS 1501 respectively and 10,136.57; 11,812.21; 12,070.05 kg ha<sup>-1</sup> in the dry matter for the BULK 1 BF, BRS 1501 and ADR 300 varieties, in the second cut. The dry matter content was 25.77% in the first cut and 25.02% in the second cut. The percentages of blade and stem were 21.05; 58.70 and 16.10; 70.00% in the first and second cut, respectively. The second cut presented a smaller proportion of panicle with a mean of 13.4% while the first cut was of 20.40%. There was a difference (P<0.05) for crude protein percentage of 15.90% for the first cut and 10.42% for the second cut. The gypsum levels were significant for the lignin variable of the BRS 1501 variety. The increase of the doses of gypsum represented a gain in the panicle size of the varieties in the second cut. The potassium content in regrowth was higher. Calcium and sulfur were more in demand in the first cycle. The accumulation of sodium in the plants, even irrigated with saline water, was not toxic to the studied varieties.

**Key words:** Biosaline agriculture; Plastering; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br; Semiarid.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1	Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L.)).....	2
2.2	Influência da salinidade no solo .....	4
2.3	Influência da salinidade nas plantas.....	6
2.4	Uso de água salina na produção de forragem.....	8
2.5	Utilização de gesso agrícola.....	9
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1	Localização e características edafoclimáticas .....	12
3.2	Caracterização da área experimental e da água de irrigação .....	12
3.3	Tratamentos e delineamento experimental .....	14
3.4	Implantação e condução do experimento.....	15
3.5	Análises Bromatológicas .....	17
3.6	Análises Estatísticas.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5	CONCLUSÃO .....	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro, principalmente regiões áridas e semiáridas o alto teor de sais no solo exerce diversos efeitos na planta, dentre estes, os distúrbios osmóticos que inibem a absorção de água pelas raízes e promovem desequilíbrio nutritivo e toxicidade por íons (TAIZ e ZEIGER, 2013). Apesar do teor elevado de sais solúveis dos recursos hídricos disponíveis nas regiões áridas, na falta de outras fontes, a água salina é a única opção a ser utilizada por produtores tanto para irrigação como na dieta dos animais.

É constante a busca de alternativas viáveis para corrigir a salinidade do solo e minimizar seus impactos no meio. Entre as técnicas disponíveis de manejo, a utilização do gesso agrícola (gessagem) tem sido uma alternativa viável para neutralizar a toxicidade de alumínio na camada subsuperficial do solo (SOUSA e LOBATO, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2007; BROCH e RANNO, 2009).

A solubilidade do gesso agrícola e a presença de água no solo interferem na sua movimentação ao longo do perfil, essa movimentação do gesso contribui para reduzir a toxidez de alumínio no subsolo, aumentar a disponibilidade de enxofre e percolação de bases, que possibilitam melhoria do ambiente radicular nas camadas mais profundas do solo (CAIRES *et al.*, 2003; CASTRO *et al.*, 2013).

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) é considerado uma excelente alternativa para a produção de grãos e forragem em regiões áridas ou semiáridas em virtude de sua adaptação à seca e aos solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica e baixa fertilidade (CAMPOS *et al.*, 2011). Essas propriedades evidenciam o seu potencial promissor como uma planta forrageira que pode ser usada estrategicamente na alimentação animal nas condições de semiárido, com produtividade e desenvolvimento satisfatórios, irrigada com água salina e com técnicas de gessagem. Estudos são necessários para entender o uso da irrigação com água salina bem como os benefícios do gesso agrícola na produção forrageira como estratégia para os pecuaristas. Objetivou-se avaliar a produção de genótipos de milheto irrigados com água salina sob aplicação de teores de gesso agrícola em dois cortes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.))

O milheto pertence à família Poaceae (Gramineae), subfamília Panicoideae, tribo Paniceae, subtribo Panicenae, gênero *Pennisetum* (Brunken, 1977). Usualmente denominado de Pearl millet, Bulrush millet, Spiked millet, Cattail millet, Bajra, Pasto italiano ou Capim charuto. Há vários sinônimos para esta espécie como *Pennisetum americanum* (L.) Leeke ou *P. typhoides* (L.) Stapf e Hubbard, porém, a terminologia adotada como mais adequada e autêntica é *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.. Oriundo do continente africano, posteriormente disperso para a Ásia, onde encontram-se os mais importantes centros de diversidade genética da espécie (KUMAR e NIOMEY, 1989).

O *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. é uma gramínea anual de verão, espécie cespitosa, de porte alto, hábito ereto, fácil implantação e manejo, que se destaca por sua adaptação a uma ampla diversidade de ambientes e a distintas condições de clima e solo, caracterizando-se por sua precocidade, seu alto potencial de produção, sua qualidade nutritiva e capacidade de perfilhamento, apresenta elevada tolerância a altas temperaturas e a períodos com déficit hídrico (PAYNE, 2000; FRIBOURG, 1985; PEREIRA FILHO *et al.*, 2003).

O caule do *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. pode atingir de 1 a 3 m. As folhas medem de 20 a 100 cm de comprimento e de 5 a 10 mm de largura. A inflorescência é uma panícula densa ou contraída com 10 a 50 cm de comprimento e 0,5 a 4,0 cm de diâmetro. Crescimento rápido e boa produção de massa e de grãos (BOGDAN, 1977; ALCÂNTARA e BUFARAH, 1988).

Esta forrageira desperta grande interesse como alternativa para a produção de forragem no semiárido por ser uma gramínea de origem tropical, de fácil instalação e manejo, ciclo curto, elevado valor nutritivo e adaptada a diferentes condições de clima e solo, além de apresentar persistência a altas temperaturas e períodos de déficit hídrico, com grande capacidade de rebrota (KOLLET *et al.*, 2006). Além disso, é adaptada a vários tipos de solos,

especialmente os arenosos, tolerante à baixa fertilidade, sendo caracterizada como planta de ciclo curto, quando comparada com o milho ou sorgo (GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2009).

O milheto apresenta características nutritivas e de cultivo que se aproximam do milho, podendo diferir quanto ao custo de produção, reduzido no milheto, cultura que permite a realização de pelo menos dois cortes por ano, a partir de um único plantio (PINTO *et al.*, 1999).

Perazzo *et al.* (2013) avaliaram a eficiência do uso da água da chuva por diferentes cultivares de sorgo, planta semelhante ao milheto, e obtiveram valores médios de produtividade de matéria seca que oscilaram de 10.882,68 kg ha<sup>-1</sup> a 12.073,55 kg ha<sup>-1</sup>, com um acumulado de chuvas de 115 mm, o que demonstra o potencial xerofílico e produtivo dos genótipos.

Nos resultados obtidos por Campos *et al.* (2011) os genótipos de milheto estudados (cultivar ADR 300 e híbrido ADR 7010) não diferiram quanto as características avaliadas (produção em massa verde, teor de matéria seca, produção em matéria seca, características morfológicas, eficiência do uso de chuva e características agronômicas) sendo indicados para utilização nas condições de semiárido, com produções elevadas de fitomassa, mesmo sem adubação.

Algumas variedades de milheto têm apresentado maiores produções de matéria seca que o milho, quando em condições edáficas de baixa fertilidade e de estresse hídrico. Outra característica peculiar é a sua capacidade de rebrota após a colheita, que possibilita produzir até cerca de 60% da produção de matéria seca do primeiro corte (RODRIGUES FILHO *et al.*, 2006).

Os cultivares produzidos por entidades oficiais e privados são testados em vários locais do Brasil, por meio dos Ensaio Nacionais de Milheto, coordenados pela Embrapa Milho e Sorgo, a fim de comprovar quais apresentam desempenho consistentemente superior em termos de produtividade e do comportamento desses cultivares em relação às principais doenças e pragas (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

A avaliação de variedades de milheto é especialmente importante no Nordeste brasileiro, onde predomina o clima semiárido, com fatores adversos, aos quais o milheto está adaptado (MARIGUELE e SILVA, 2002).

Por isso, ao se verificar o potencial xerófilo do milheto e a capacidade de produzir quantidade significativa de forragem em condições edafoclimáticas adversas é fundamental explorar esse recurso forrageiro, como forma de produzir volumoso suplementar para os animais no período de escassez de forragem.

## 2.2 Influência da salinidade no solo

No solo, os efeitos da salinidade são alterações nas suas propriedades químicas e físicas. Em relação às propriedades químicas, o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, causa a redução de sua fertilidade e, em longo prazo, pode levar a desertificação (D'ALMEIDA *et al.*, 2005).

A elevada condutividade elétrica constatada em solos salinos se deve às altas concentrações de sais, podendo reduzir a absorção de nutrientes e interferir no desenvolvimento das plantas (MENDES *et al.*, 2008).

O solo é considerado salino quando a quantidade de sais existentes interfere no desenvolvimento das plantas, devido à modificação na qualidade física e química desses solos. Para a maior parte das culturas isso acontece quando a condutividade elétrica do extrato de saturação ( $CE_{es}$ ) é igual ou superior a  $2 \text{ dS m}^{-1}$  (HOLANDA *et al.*, 2010).

De acordo com a classificação do "U.S. Salinity Laboratory", os solos são caracterizados como salinos quando apresentam pH inferior a 8,5; condutividade elétrica do extrato de saturação ( $CE_{es}$ ) superior a  $4 \text{ dS m}^{-1}$  e percentagem de sódio trocável (PST) inferior a 15%. Salinos-sódicos quando possuem pH próximo de 8,5;  $CE_{es}$  superior  $4 \text{ dS m}^{-1}$  e PST superior a 15% e sódicos possuem pH, em geral, na faixa de 8,5 a 10,  $CE_{es}$  inferior a  $4 \text{ dS m}^{-1}$  e PST superior a 15% (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A formação dos solos salinos tem uma alta relação tanto com a formação geológica predominante na paisagem como com a drenagem, por isso o surgimento dos problemas de salinidade se confundem com a gênese dos solos, que é um produto da intemperização das rochas, abrangendo

procedimentos físicos, químicos e biológicos, aliados a fatores como clima, tempo, relevo e seres vivos (RIBEIRO *et al.*, 2003).

A salinização provocada por atividade antrópica é mais evidente em ambientes com alta evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica ao longo do ano, sendo nítida de forma mais acentuada nessas áreas em resultado do manejo inadequado da irrigação, onde o controle da drenagem não é feito ou feito de forma ineficiente (OLIVEIRA, 1997).

A interferência da salinidade na estrutura do solo diminui a sua capacidade de armazenar água e, por conseguinte, sua absorção. Afeta também a absorção dos nutrientes em que o mecanismo de contato íon-raiz ocorre em solução aquosa (fluxo em massa) e, assim, interferindo na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg (PRADO, 2008).

As características físicas dos solos: estrutura, estabilidade dos agregados, dispersão das partículas, permeabilidade e infiltração, possuem relação com os tipos de cátions trocáveis existentes no solo (SHAINBERG e OSTER, 1978). O acúmulo de sais solúveis torna o solo floculado, friável e bem permeável, já o acréscimo de sódio trocável poderá causar o adensamento, compactação em condições secas, dispersão e pegajosidade em condições molhadas (GHEYI *et al.*, 1991; DIAS e BLANCO, 2010).

O acúmulo de cátions de menor valência, principalmente o sódio, causa acréscimo na espessura da dupla camada iônica difusa, elevando de forma considerável a expansão das partículas de argila (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987), que acarreta dispersão das mesmas, formando camadas impermeáveis, inibindo a circulação de ar e de água no solo.

Alterações na estrutura dos solos acontecem quando a percentagem de sódio trocável (PST) é maior que 15% (RICHARDS, 1954), e ainda de acordo com Albuquerque *et al.* (2002) solos com alta PST são mais susceptíveis ao selamento superficial e erosão hídrica. O valor da PST está relacionado à qualidade da irrigação, tipo de mineral de argila predominante, e do grau de salinidade do solo (RIBEIRO, 2010).

### 2.3 Influência da salinidade nas plantas

O efeito da salinidade nas plantas acontece por dois fatores: a redução do potencial osmótico do solo, quanto maior a salinidade do solo, a planta gasta mais energia para absorver água e nutrientes; e toxidez por íons, sobretudo sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que em alta concentração ocasionam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA *et al.*, 2002).

Em períodos de estresse de curta duração geralmente é observada a influência do efeito osmótico dos sais, que fazem o potencial hídrico do ambiente radicular reduzir e restringir a absorção de água; em ocasiões de estresses de longa duração, o acúmulo de íons é provável, podendo gerar toxidez, causando distúrbios nutricionais e metabólicos (MUNNS, 2002).

A salinidade causa desequilíbrio nutricional, com alterações nos processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes nas plantas, a inibição da absorção de nutrientes, como o K e Ca, pelo excesso de Na é um dos exemplos (MUNNS e TERMAAT, 1986; VIANA *et al.*, 2004; FARIAS *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2009).

O acúmulo de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  nas folhas pode causar a necrose nos tecidos foliares e acelerar a sua senescência, reduzindo, portanto, a área fotossintética e, conseqüentemente, a produção de fotossintatos (MUNNS, 2002). Já a alta concentração de sais na área rizosférica reduz a permeabilidade das raízes à água, apresentando como resultado direto o estresse hídrico (TÁVORA *et al.*, 2005).

A salinidade pode causar ainda um estresse secundário nas plantas, o oxidativo, causado pelo acréscimo na produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) no metabolismo celular. De acordo com Pandhair e Sekhon (2006) as principais EROs produzidas abrangem os radicais superóxido ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ), peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), radical hidroxila ( $\text{OH}^{\cdot}$ ) e oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ). A capacidade citotóxica destas espécies é determinada de acordo com a quantidade produzida pelas células. O estresse oxidativo se destaca quando a produção excede a capacidade antioxidante da célula.

Segundo Soares e Machado (2007) as espécies reativas de oxigênio tem origem na redução parcial do oxigênio molecular ( $\text{O}_2$ ). Com dois átomos de

hidrogênio, o O<sub>2</sub> é reduzido por quatro elétrons transportados ao longo da cadeia respiratória, originando duas moléculas de água. Entretanto, uma pequena parte dos elétrons escapa da cadeia respiratória, resultando em uma redução parcial do oxigênio molecular, originando espécies reativas de oxigênio.

As plantas respondem de forma diferente à salinidade, apresentando-se desde muito sensíveis em níveis de salinidade relativamente baixos ou exibindo produção satisfatória em condições altamente salinas (SANTANA *et al.*, 2007). De acordo com Larcher (2000) as plantas tolerantes a salinidade são conhecidas como halófitas; já as sensíveis à salinidade ou não tolerantes à salinidade, são chamadas de glicófitas.

Os mecanismos de defesa das plantas halófitas, aos prejuízos ocasionados pelo excesso de sal no solo, são o acúmulo ou exclusão seletiva de íons; o controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas; a compartimentalização de íons a nível celular pelos vacúolos, e estrutural pelas folhas; síntese de osmólitos; modificações nas vias fotossintéticas; transformações nas estruturas das membranas; indução de hormônios e de enzimas antioxidantes. Essas estratégias proporcionam um manejo mais eficiente dos solutos (MUNNS, 2002; NAWAZ *et al.*, 2010; MUDGAL *et al.*, 2010).

O mecanismo de regulação osmótica celular também se faz presente nas plantas glicófitas, porém são incapazes ou pouco eficientes na compartimentalização dos íons inorgânicos, proporcionando assim alta concentração de sais no tecido fotossintetizante quando em condições de estresse salino (MUNNS, 2002).

As plantas muitas vezes apresentam alterações morfológicas e anatômicas, em resposta à salinidade, como por exemplo, redução do crescimento e de sua área foliar, relacionados especialmente à redução da pressão de turgor, a qual interfere nos processos de alongamento e divisão celular (TAIZ e ZEIGER, 2013).



## 2.4 Uso de água salina na produção de forragem

Observa-se com frequência no Semiárido brasileiro o elevado teor de sais presentes na maioria de suas fontes de águas subterrâneas e superficiais, poços, açudes e lagoas de pequeno e médio porte (HOLANDA e AMORIM, 1997; SECKLER *et al.*, 1998). Devido às altas concentrações de sais, essas águas muitas vezes são consideradas impróprias para o consumo humano e dessedentação de animais, sendo necessária a adoção de medidas alternativas para seu aproveitamento, como na irrigação de plantas mais tolerantes à salinidade (COELHO *et al.*, 2014 ).

O aproveitamento da água salina pode contribuir para a melhor produtividade das espécies cultivadas e recuperação da pastagem nativa da caatinga, já que esta deixa de ser a única fonte de alimento para os animais. (HERMES *et al.*, 2014).

A utilização de água salina é indicada, desde que alguns fatores sejam respeitados, tais como: um manejo adequado do solo, rotação de culturas e a mistura de águas de diferentes concentrações de sais (SILVA *et al.*, 2014). Esses cuidados tornam-se necessários, para reduzir os impactos nas propriedades físicas e químicas do solo e evitar o estresse salino promovido pelo efeito tóxico aos vegetais. Dentre as alternativas ao uso da água salina, as culturas halófitas ou forrageiras que possuam uma tolerância à salinidade são as mais indicadas.

Nazário *et al.* (2013) mediram o desenvolvimento e produção do milho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas, e constataram redução da massa seca das raízes, da parte aérea, da área foliar, do número e peso de grãos, acarretando efeitos deletérios à planta e à produção do milho em função dos níveis crescentes de salinidade.

Em estudo desenvolvido por Silva *et al.* (2014), avaliou-se o uso de água salina como alternativa na irrigação de milho e sorgo, e foi constatado que o uso da água salina possibilitou a produção satisfatória de forragem sem reduzir o teor proteico e que a água com condutividade elétrica de 2,75 dS m<sup>-1</sup> possibilitou economia de 43,3% na água de boa qualidade, com perda de aproximadamente 22% na produção de biomassa.

Lima *et al.* (2014) avaliaram o efeito da salinidade no crescimento vegetativo e produção de biomassa de sorgo forrageiro utilizando (0; 50; 100; 150 e 200 (M de silício) e uma concentração salina de (0; 1,5 e 2,0 M), verificaram uma redução no crescimento e na biomassa das plantas de sorgo em função dos níveis crescentes de salinidade, mantendo o número de folhas.

Sousa *et al.* (2012) estudaram o crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas, as plantas irrigadas com água de baixa salinidade apresentaram uma maior altura quando comparadas às irrigadas com água de alta salinidade.

Costa *et al.* (2015) analisaram a resposta do milho a diferentes lâminas e salinidade da água de irrigação, e foi constatado que a irrigação com água de 2,5 dS m<sup>-1</sup> não teve efeito deletério sobre as variáveis comprimento de espiga despalhada e diâmetro de espiga despalhada.

O uso de água com baixa concentração salina, aliada a culturas tolerantes a níveis de salinidade são estratégias para minimizar os impactos da salinidade no crescimento e desenvolvimento das plantas.

## 2.5 Utilização de gesso agrícola

O gesso agrícola faz parte da classe dos sulfatos, sendo obtido a partir da produção de fertilizantes fosfatados e em forma semelhante em jazidas de rochas gipsíferas, encontrando-se na forma dihidratada (CaSO<sub>4</sub> .2H<sub>2</sub>O).

A utilização do gesso agrícola pode promover melhor distribuição do sistema radicular no perfil do solo resultado, especialmente, da melhoria do subsolo (CAIRES *et al.*, 2001; 2003), gerando aumento da absorção de água e nutrientes (CARVALHO e RAIJ, 1997).

A aplicação de gesso também pode causar a neutralização do alumínio trocável nas camadas do solo. O gesso causa a sua dissociação no solo liberando os íons Ca<sup>+2</sup> e SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>. Segundo Pavan *et al.* (1984), 40% de cálcio solúvel está presente como sulfato de cálcio (CaSO<sub>4</sub>) e, deste modo, com potencial móvel no solo. É comum a aplicação de gesso e calcário à superfície

do solo sem incorporação, visando à redução da acidez no perfil do solo (CAIRES *et al.*, 2008, SILVA e LEMOS, 2008)

De acordo com Raji (2008), o gesso agrícola é ligeiramente removido da camada superficial do solo por lixiviação, no entanto, existe a absorção de sulfato no subsolo quando há redução da lixiviação de sal. Desta maneira com o aumento de cálcio e sulfato trocáveis no solo, ocorre a redução da toxicidade de alumínio para as raízes da planta. O que explica a sua importância por afetar subsolos como um condicionador de solos ácidos onde pode estimular o crescimento das raízes aproveitando as águas mais profundas durante os veranicos, sendo recomendado para solos com baixo teor de enxofre e cálcio.

Para Holanda *et al.* (2007), o uso de gesso no solo ocasiona aumento dos teores de cálcio e magnésio e diminui dos teores de sódio. Os teores desses sais aumentam de acordo com o aumento do teor de gesso utilizado no solo, subtraindo assim os teores de sódio devido a concorrência pelos sítios de troca.

A textura do solo tem influencia direta quanto a aplicação de gesso devido à sua granulometria, ou seja, solos arenosos possuem baixa capacidade de troca de cátions e são permeáveis, possuem teor de matéria orgânica inferior aos demais e como consequência perdas por lixiviação maiores (NÓIA *et al.*, 2014). Porém solos com maior teor de argila possuem alta capacidade de reter água e baixa permeabilidade, demonstrando alta força de coesão em meio às partículas e menores perdas por lixiviação.

Custódio *et al.* (2005) avaliaram a utilização de seis dosagens de gesso agrícola (0; 250; 500; 1.000; 2.000 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup>) no desenvolvimento e produção do capim Tanzânia e observaram que doses crescentes de gesso promoveram acúmulo de Ca e P na superfície do solo; um pequeno aumento do teor residual de Mn, Fe e Zn e uma pequena redução do teor residual de K no solo, promovendo apenas a absorção do Mn.

Em estudo desenvolvido por Amaral *et al.* (2017) observou-se o efeito de doses de gesso agrícola (0; 1; 2; 3 e 4 t ha<sup>-1</sup>) na cultura do milho e alterações químicas no solo. Somente a variável diâmetro do caule e produtividade apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, onde os diâmetros superiores foram observados nas doses acima 2 t ha<sup>-1</sup> e a maior produtividade obtida na dose de 4 t ha<sup>-1</sup> de gesso. A aplicação do gesso proporcionou

aumento na concentração de cálcio, magnésio e enxofre na camada de 20 a 40 cm de profundidade, assim como redução nos teores de alumínio.

Pauletti *et al.* (2014) observaram o efeito de doses crescentes de gesso (0; 1,5; 3,0; 6,0; e 12,0 t ha<sup>-1</sup> ) avaliando ao longo de 72 meses aveia-preta, milho, trigo e soja. O gesso proporcionou incremento no pH e nas concentrações de Ca e S em profundidade, lixiviou Mg e não lixiviou o K e favoreceu a produtividade do milho, do trigo e a da soja, em condições de deficiência hídrica.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e características edafoclimáticas**

O experimento foi conduzido na área de Estudos em Agricultura Bioassalina, 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 BSh. 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 experimental (setembro/2017 a janeiro/2018) a umidade relativa do ar média foi de 54,42%, a temperatura média de 27,45°C, com evapotranspiração na média de 5,32 mm e a precipitação média de 0,57 mm (EMBRAPA, 2017).

#### **3.2 Caracterização da área experimental e da água de irrigação**

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.

A água proveniente de poço subterrâneo, 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), conforme Tabela 2.

1

Tabela 1 Análises químicas, parâmetros físicos e granulometria do solo.

Profundidade (cm)	C.E	pH	C.Total	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+	Al	SB	CTC	V	Cu	Fe	Mn	Zn		
	mS cm <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>			cmolc.dm <sup>-3</sup>						%		mg. dm <sup>-3</sup>				
0 – 20	1,33	4,60	4,60	6,14	0,23	0,27	1,60	0,60	0,05	1,5	2,7	4,2	64,00	1,07	21,4	18,2	4,54			
20 – 40	2,20	5,70	4,10	1,22	0,16	0,68	1,40	0,60	0,00	2,7	2,8	5,6	50,90	1,65	23,0	14,6	3,13			

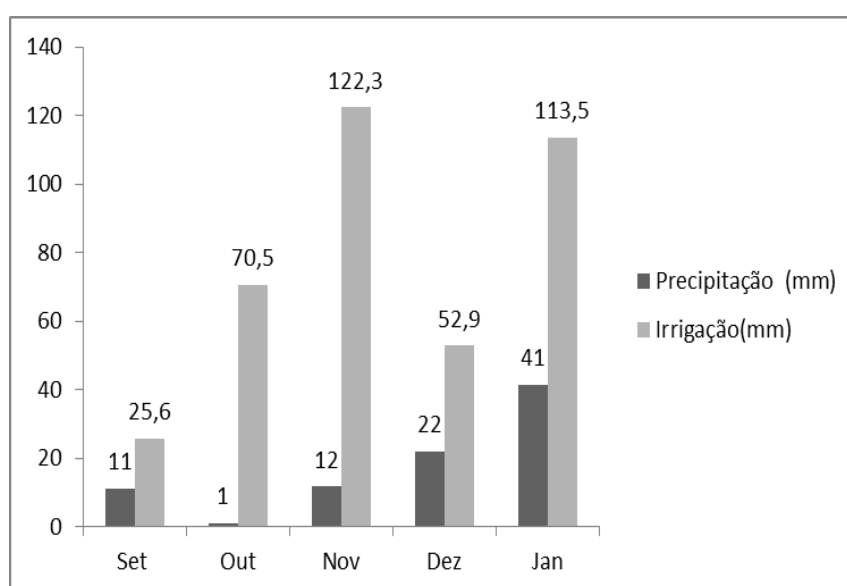
Profundidade (cm)	Densidade (Kg. dm <sup>-3</sup> )		Porosidade Total (%)	Granulometria (g Kg <sup>-1</sup> )		
	Solo	Partículas		Areia	Silte	Argila
0 – 20	1,49	2,59	42,40	808,1	116,9	75,0
20 – 40	1,37	2,51	45,41	721,7	195,3	83,0

Tabela 2 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 CaCO <sub>3</sub>	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	22,4	7,38	1,73	109,76	0,62

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

Figura 1 Distribuição hídrica no período experimental



### 3.3 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por três cultivares de milho (IPA BULK 1BF, BRS 1501 e ADR 300) e quatro níveis de gesso agrícola (0, 2, 4 e 8 t ha<sup>-1</sup>), aplicados superficialmente. O delineamento experimental aplicado foi blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3 com três repetições, totalizando 36 parcelas. As parcelas apresentaram 6 m de comprimento por 3,6 m de largura. O espaçamento utilizado na cultura foi de 0,60 m entre linhas.

### 3.4 Implantação e condução do experimento

A semeadura do milho foi realizada em 12 de setembro de 2017, em sulcos, com média de 40 sementes/m linear, a uma profundidade de aproximadamente 1,0 cm. Aos 15 dias após a emergência (DAE) foi realizado o desbaste, visando obter 15 plantas/m linear. O primeiro corte foi realizado 75 dias após a semeadura (DAS). Já as plantas da rebrota foram colhidas 65 dias após o primeiro corte.

Foram aplicados, 15 dias antes da semeadura 50 t ha<sup>-1</sup> de matéria orgânica com base na análise do solo e o gesso manualmente, conforme os tratamentos.

Foi realizada adubação nitrogenada com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, sendo a primeira na semeadura, com 20 kg de N ha<sup>-1</sup>, aplicada a lanço e a segunda aos 20 DAS, com 30 kg de N ha<sup>-1</sup> via fertirrigação. Procedeu-se também a adubação com 60 kg ha<sup>-1</sup> de P, na forma de superfosfato simples e com 20 kg ha<sup>-1</sup> de K, na forma de cloreto de potássio.

Os tratos culturais foram constituídos de capina manual aos 30 dias após plantio (DAP) e aplicação preventiva de inseticida sistêmico e de contato, do grupo químico metilcarbamato de oxima, contra Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) aos 60 DAP.

A irrigação utilizada foi 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.

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 ETo foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017) e foi utilizada a ETc determinada pelo balanço de água do solo.

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. Para fins de avaliação foram considerados, portanto, a produção dos dois metros lineares por parcela.

Após os cortes, o material passou pela ensiladeira para homogeneização e foi armazenado em sacos de papel, devidamente identificados, posteriormente pesados e acondicionados em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, a temperatura de 55°C, atingindo peso constante, para se estabelecer a produção com base na matéria seca.

A produtividade em matéria verde (PMV) por hectare foi obtida pelo produto entre a produção por metro linear cultivado e o total de metros lineares cultivados por hectare. A produtividade em matéria seca (PMS) foi estimada pelo produto entre a produção em massa verde e o teor de matéria seca, sendo posteriormente convertida em produção de matéria seca por hectare.

Para a caracterização agrônômica foram selecionadas aleatoriamente quatro plantas por parcela e separadas nos constituintes: colmo, lâmina foliar, panícula e material morto, armazenados em sacos identificados, pesados e acondicionados em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, a temperatura de 55°C, atingindo peso constante para se estabelecer a proporção com base na matéria seca.

A eficiência de uso da irrigação (EUI) dos dois ciclos foi estimada pela divisão da PMS pela quantidade de água acumulada durante o ciclo. O acúmulo de água (ACA) foi estimado entre a diferença da produtividade de matéria verde por hectare (PMV/ha) pela produtividade de matéria seca por hectare (PMS/ha) e, em seguida, dividido pela quantidade de água acumulada no período experimental (ZHANG *et al.*, 2005; ERTEK *et al.*, 2006)

As características morfométricas foram avaliadas em quatro plantas por parcela, localizadas na linha central. As variáveis foram: altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro da base colmo (DC), tamanho médio de folhas

(TMF), número de perfilhos (NP) e tamanho de panícula (TPan), sendo medidas com instrumentos como trena e paquímetro.

### 3.5 Análises Bromatológicas

As amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm 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). O conteúdo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (usando alfa-amilase termo-estável sem sulfito de sódio) (FDN<sub>cp</sub>, Mertens 2002; Licitra *et al.*, 1996) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados como descrito por Van Soest *et al.* (1991). Para a estimativa dos carboidratos totais (CHOT) utilizou-se equação proposta por Sniffen *et al.* (1992):  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ .

Para determinação da lignina, as amostras foram lavadas com ácido sulfúrico a 72%, visando à solubilização da celulose, para obtenção da lignina digerida em ácido (LDA), conforme metodologia proposta por Van Soest *et al.*, (1991); e as frações de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) foram estimadas pelas equações:  $HEM = FDN - FDA$  e  $CEL = FDA - LDA$ , respectivamente.

A análise de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada segundo Tilley e Terry (1963), com modificação proposta por Holden (1999), na qual foi incubado um grama de amostra com 80 mL de meio nutritivo e 20 mL de inóculo ruminal de ovinos alimentados com feno de Tifton 85 e ração concentrada com tempo de 48 horas de degradação. Após este tempo, foram adicionados 6 mL de ácido clorídrico (HCl 20%) e 2 mL de pepsina (5%), incubando por mais 24 horas. Ao término da incubação foi feito o procedimento de lavagem com água destilada a 39°C.

A determinação de minerais foi realizada a partir de amostras da planta inteira. O material vegetal seco foi triturado e submetido à digestão nítrico-perclórica, para determinar o teor de K, Na, Ca, Mg, S e micronutrientes (exceção de B). Os teores de K e Na foram determinados por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn por espectrofotometria de absorção atômica; S por turbidimetria do sulfato (MIYAZAWA *et al.*, 2009).

### 3.6 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, respectivamente; e, uma vez atendidas às pressuposições, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A análise de variância dos dados foi realizada utilizando o Proc MIXED do SAS<sup>®</sup>, versão 9.3, para Windows. A escolha da matriz de covariância foi realizada utilizando o critério de informação bayesiano (Littell *et al.*, 1996) para determinar o modelo que melhor representasse os dados. As interações foram desdobradas quando significativas. Quando apropriado, as médias foram calculadas usando “LSMEANS” e as comparações foram feitas usando “PDIF”. Diferenças significativas foram declaradas quando  $P < 0,05$ . Por outro lado, quando detectado efeito significativo para dose de gesso, as relações foram quantificadas por meio de regressão polinomial e avaliadas quanto à qualidade do ajuste ( $R^2$ ) e significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade dos genótipos e níveis de gesso em função dos ciclos de corte são apresentados na Tabela 3. Não foram observadas interações significativas ( $P>0,05$ ) para os genótipos tampouco para os níveis de gesso para quaisquer das variáveis analisadas e em nenhum dos cortes realizados.

Tabela 3 Produtividade de matéria verde, produtividade e teor de matéria seca e eficiência do uso da água dos genótipos de milho nos respectivos cortes.

Cultivares	PMV (kg ha <sup>-1</sup> )		PMS (kg ha <sup>-1</sup> )		MS (%)		EUH <sub>2</sub> O (kg MS ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	
	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte
<b>ADR 300</b>	21.820,50 <sup>b</sup>	46.819,43 <sup>a</sup>	5.775,88 <sup>b</sup>	12.070,05 <sup>a</sup>	26,47	25,58	66,19 <sup>b</sup>	151,48 <sup>a</sup>
<b>BRS 1501</b>	27.594,00 <sup>b</sup>	48.430,55 <sup>a</sup>	6.931,61 <sup>b</sup>	11.812,21 <sup>a</sup>	25,12	24,39	85,24 <sup>b</sup>	159,63 <sup>a</sup>
<b>BULK 1 BF</b>	26.640,00 <sup>b</sup>	40.513,89 <sup>a</sup>	6.854,47 <sup>b</sup>	10.136,57 <sup>a</sup>	25,73	25,02	81,62 <sup>b</sup>	132,42 <sup>a</sup>
<b>Gesso (Tha<sup>-1</sup>)</b>								
<b>0</b>	24.486,00	42.703,68	5.920,71	10.043,90	24,18	23,52	76,59	142,37
<b>2</b>	25.920,00	48.666,66	6.892,13	12.629,00	26,59	25,95	78,50	157,10
<b>4</b>	25.176,00	47.685,18	6.545,76	11.969,00	26,00	25,10	76,86	155,69
<b>8</b>	25.824,00	41.962,95	6.802,04	10.784,47	26,34	25,70	76,86	135,91
<b>CV %</b>	28,45	15,82	8,78	9,23	8,89	9,47	18,42	13,57

PMV- produtividade de matéria de verde; PMS- produtividade de matéria seca; MS- teor de matéria seca; EUH<sub>2</sub>O- eficiência do uso da água. Letras minúsculas diferentes diferem entre cortes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O desempenho semelhante dos cultivares é evidenciado pela ausência de efeito dentro de cada ciclo de corte tanto para a produtividade de matéria verde (PMV) quanto para a produtividade de matéria seca (PMS). Porém houve diferença ( $P<0,05$ ) para a PMV e PMS para os cortes analisados, com incremento de PMV no segundo corte de 114,57; 75,51 e 52,08% para as cultivares ADR 300, BRS 1501 e BULK 1 BF, respectivamente. Para a PMS houve um acréscimo no segundo corte de 109; 70,42 e 47,88% para os cultivares ADR 300, BRS 1501 e BULK 1 BF, nessa ordem. Fato que pode estar associado à menor quantidade de água salina utilizada no segundo corte (166,4 mm) quando comparada ao primeiro (218,5 mm), devido ao volume de

chuvas ocorridas. A precipitação no período do segundo corte foi de 63 mm, enquanto no primeiro foi de 24 mm.

Segundo Silveira *et al.* (2016), o desenvolvimento das plantas em presença de salinidade na faixa baixa à moderada é reduzido significativamente devido à modulação negativa no crescimento. Nessas condições, em geral, as plantas conseguem completar seus ciclos de desenvolvimento, mas com menor produtividade.

Os resultados obtidos para produtividade de matéria verde foram superiores aos encontrados por Buso *et al.* (2017) que obtiveram PMV para a cultivar ADR 500 de 19.778,47 e 15.637,50 kg ha<sup>-1</sup> nos cortes 1 e 2, respectivamente. A cultivar BRS 1501 apresentou no primeiro corte a PMV de 20.273,26 kg ha<sup>-1</sup> e 13.459,03 kg ha<sup>-1</sup> para o segundo. Já para o cultivar ADR 7010 a PMV no corte 1 foi de 21.813,19 kg ha<sup>-1</sup> e 11.422,92 kg ha<sup>-1</sup> no corte 2.

No trabalho de Pinho *et al.* (2013) com índice pluviométrico de 230 mm para o primeiro ciclo e de 355 mm para o segundo ciclo, a PMV para a cultivar ADR 500 foi de 9.500 kg ha<sup>-1</sup> no 1º corte e 10.770 kg ha<sup>-1</sup> no 2º corte e para a cultivar BRS 1501 uma das utilizadas no presente estudo, a PMV foi de 11.940 kg ha<sup>-1</sup> no 1º corte e 11.210 kg ha<sup>-1</sup> no 2º corte, valores médios bastante inferiores aos obtidos nesta pesquisa.

Não ocorreu diferença ( $P > 0,05$ ) para os teores de matéria seca (MS) entre os cortes, com média para o primeiro de 25,77% e para o segundo de 25,00%. Valores próximos aos relatados por Pinho *et al.* (2013) de 20% de MS para o primeiro corte, com índice pluviométrico de 230 mm e de 30% para o segundo corte com índice pluviométrico de 355 mm. Enquanto, Silva *et al.* (2012) avaliando três cortes em duas alturas (0,20 e 0,25 m) encontraram teores médios de matéria seca para o primeiro, segundo e terceiro cortes na altura de 0,20 m de 11,49; 11 e 16,1 % e na altura de 0,25 m de 11,49; 11,18 e 16,46 % respectivamente, médias consideravelmente inferiores às obtidas neste experimento.

Na Tabela 3 observa-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) de genótipo e dos níveis de gesso para eficiência do uso da água. Porém houve diferença ( $P < 0,05$ ) para os cortes, com média de 77,4 kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para o primeiro e 147,8 kg MS ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para o segundo, devido possivelmente à maior

precipitação pluviométrica (63 mm) e menor quantidade de água salina (166,4 mm) no período do segundo corte, em relação ao primeiro com menor precipitação pluviométrica (24 mm) e maior quantidade de água salina (218,5 mm), que podem ter causado estresse nas plantas interferindo no seu desenvolvimento.

Ismail (2012) avaliou métodos de irrigação diferentes, em milho, com e sem estresse hídrico e comprovou que a eficiência do uso da água foi reduzida com o estresse hídrico e pelo número de cortes.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os genótipos estudados, os níveis de gesso e os ciclos de cortes para o percentual de lâmina foliar do milho (Tabela 4), como também não foram observadas interações significativas ( $P>0,05$ ) para os fatores.

Tabela 4 Percentual de lâmina foliar, colmo e panícula em função dos genótipos e níveis de gesso.

	Lâmina Foliar (%)		Colmo (%)		Panícula (%)	
	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte
<b>Cultivares</b>						
<b>ADR 300</b>	22,30	16,88	59,64 <sup>b</sup>	70,97 <sup>a</sup>	19,02 <sup>aB</sup>	12,34 <sup>bB</sup>
<b>BRS 1501</b>	20,26	15,33	60,30 <sup>b</sup>	71,75 <sup>a</sup>	19,03 <sup>aB</sup>	12,20 <sup>bB</sup>
<b>BULK 1 BF</b>	20,60	16,04	56,10 <sup>b</sup>	67,19 <sup>a</sup>	23,25 <sup>aA</sup>	15,74 <sup>bA</sup>
<b>Gesso(Tha<sup>-1</sup>)</b>						
<b>0</b>	20,80	15,80	59,23	70,17	19,23	13,37
<b>2</b>	21,80	16,35	59,47	70,53	20,64	12,48
<b>4</b>	19,84	16,51	55,84	70,28	23,85	13,10
<b>8</b>	21,85	15,62	57,27	68,70	20,95	14,91
<b>CV %</b>	25,41	27,12	23,20	27,75	27,22	29,96

Letras minúsculas diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas diferentes diferem entre si entre os cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Scheffer-Basso *et al.* (2004) evidenciaram em seus estudos que o aumento do acúmulo da fitomassa é observado predominantemente na proporção de colmo, seguido pelas percentagens de lâmina foliar e panícula, em condições climáticas adequadas, principalmente pluviosidade e temperatura. As características observadas no presente estudo apresentaram percentuais de colmo, lâmina e panícula de 58,5; 21,04 e 20,4% respectivamente para o primeiro corte e de 70; 16,5 e 13,4% respectivamente para o segundo corte.

Os valores de percentual de colmo diferiram ( $P < 0,05$ ) entre os cortes com média de 58,7 % para o primeiro e 69,9 % para o segundo. De acordo com Balbinot Junior *et al.* (2012), a relação folha/colmo diminui à medida que as plantas de milheto crescem, indicando maior percentual de colmo em relação às lâminas foliares. As plantas do segundo corte tiveram melhor produtividade e desenvolvimento, o que explica maior percentagem de colmo.

O percentual de panícula diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os cortes com média de 20,43 % para o primeiro e 13,42 % para o segundo e entre os cultivares com médias superiores para BULK 1BF (Tabela 4). A maior percentagem de panícula no primeiro corte pode ser explicada pela baixa pluviosidade (24 mm) e maior quantidade de água salina (218,5 mm) na irrigação do período, que podem ter causado estresse nas plantas interferindo no seu desenvolvimento e fazendo com que as mesmas acelerassem seu ciclo fenológico. Também observado por Campos *et al.* (2011) que encontraram valores médios de percentual de colmo, lâmina e panícula de 55; 16 e 20% respectivamente, sendo o percentual de panícula acima do percentual de lâmina, com precipitação pluviométrica de 96 mm durante o período experimental.

Na tabela 5, estão apresentados os resultados das variáveis morfológicas. Verificou-se que altura de planta, o número de folhas e o número de perfilhos não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) para os genótipos, os níveis de gesso e os cortes avaliados.

Os valores médios de altura de planta encontrados no presente trabalho de 1,46 m no primeiro corte e 1,59 m no segundo corte foram inferiores aos obtidos por Saifullah *et al.* (2011), de 2,28; 2,16 e 1,96 m, respectivamente, em experimentos com irrigação dupla de 240 mm, irrigação única de 173 mm e de sequeiro com precipitação pluviométrica de 106 mm, no Paquistão, utilizando água não salina para irrigação. Porém foram superiores à média encontrada por Vital *et al.* (2015) em sequeiro com precipitação pluviométrica de 93,8 mm e altura de 1,0 m e se aproximaram da média dos autores de 1,89 m de altura para o sistema irrigado com 174 mm de água não salina.

Os valores de número de folhas com resultados médios de 8,23 para o primeiro corte e 8,04 para o segundo corte, estão de acordo com os dados encontrados por Campos *et al.* (2011) com número médio de folhas de 8,01

avaliando genótipos de milho em condições de sequeiro com precipitação pluviométrica de 96 mm.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para o diâmetro de colmo, tamanho médio das folhas e o tamanho de panícula, entre os cortes, com médias superiores para o segundo corte. Para tamanho de panícula houve também diferença entre os cultivares e interação significativa para corte e nível de gesso (Tabela 5).

Tabela 5 Características morfométricas em função dos genótipos e níveis de gesso.

Cultivar	AP (m)		DC (cm)		NF		NPe		TMF (cm)		TPan (cm)	
	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte
<b>ADR 300</b>	1,47	1,55	1,03 <sup>b</sup>	1,30 <sup>a</sup>	8,45	8,12	1,91	2,66	41,70 <sup>b</sup>	49,07 <sup>a</sup>	22,39 <sup>bB</sup>	23,95 <sup>aB</sup>
<b>BRS 1501</b>	1,46	1,62	1,04 <sup>b</sup>	1,31 <sup>a</sup>	8,70	7,75	2,25	2,37	42,42 <sup>b</sup>	52,09 <sup>a</sup>	21,69 <sup>bB</sup>	24,37 <sup>aB</sup>
<b>BULK 1 BF</b>	1,47	1,60	1,03 <sup>b</sup>	1,25 <sup>a</sup>	7,54	8,25	2,16	2,87	44,92 <sup>b</sup>	51,89 <sup>a</sup>	25,08 <sup>bA</sup>	27,20 <sup>aA</sup>
<b>Gesso (Tha<sup>-1</sup>)</b>												
<b>0</b>	1,51	1,57	1,06	1,32	8,83	8,05	2,61	2,66	43,40	50,79	23,19	24,69
<b>2</b>	1,48	1,58	1,03	1,23	8,11	7,83	1,50	2,44	44,00	51,19	24,09	24,73
<b>4</b>	1,44	1,62	1,05	1,27	7,88	8,22	2,50	2,33	43,22	51,59	24,08	24,83
<b>8</b>	1,43	1,58	1,00	1,32	8,11	8,05	1,83	3,11	41,43	50,39	22,18	27,72
<b>CV %</b>	6,68	7,82	9,33	14,91	18,57	10,51	46,87	28,06	7,72	9,59	9,24	15,44

AP- altura de planta; DC- diâmetro de colmo; NF- número de folhas; NPe- número de perfilhos; TMF- tamanho médio das folhas; TPan- tamanho de panícula, Letras minúsculas diferentes diferem entre os cortes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, Letras maiúsculas diferentes diferem entre os cultivares pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Fancelli e Dourado Netto (2000), o colmo não possui apenas função de sustentação de folhas e inflorescências, mas, atua como uma estrutura designada ao armazenamento de sólidos solúveis que são utilizados posteriormente na formação dos grãos. Brito *et al.* (2014) afirmaram que plantas com diâmetros de colmo maiores, tendem a se tornar mais vigorosas e produtivas. O que foi evidenciado no presente trabalho, uma vez que as plantas do segundo corte apresentaram diâmetro de colmo e produtividade superiores.

O tamanho médio das folhas diferiu entre os cortes ( $P < 0,05$ ) acompanhando o desenvolvimento das plantas durante os ciclos, com média



de 43,01 cm para o primeiro e 51,01 cm para o segundo. Para o tamanho de panícula observou-se média de 23,10 cm para o primeiro corte e 25,17 cm para o segundo corte e médias superiores em ambos os cortes para variedade BULK 1 BF de 25,08 cm para o primeiro corte e 27,20 cm para o segundo corte.

Campos *et al.* (2011) avaliando o tamanho médio das folhas do milho no semiárido paraibano encontraram média de 25,81 cm para plantas cultivadas em sequeiro com precipitação pluviométrica de 96 mm, média inferior às encontradas neste trabalho.

Priesnitz *et al.* (2011) avaliando o tamanho de panículas de cultivares de milho encontraram médias de 20,48 cm para cultivar comum e 20,80 cm para cultivar IPA-BULK 1, médias inferiores às encontradas no presente estudo.

A interação entre corte e doses de gesso foi significativa ( $P < 0,05$ ) para tamanho de panícula no segundo corte, as panículas foram maiores à medida que se elevavam os níveis de gesso. O efeito linear crescente foi observado pela equação de regressão  $\hat{Y} = 23,09 + 0,50 x$ ,  $R^2 = 0,56$ . De acordo com Santos *et al.* (2011) o gesso tem efeito de condicionador do solo para o crescimento radicular e pode exercer função no acréscimo de matéria orgânica, com contribuição de resíduos orgânicos em profundidade. Fato que associado ao maior índice pluviométrico do período (63 mm) e menor quantidade de água salina utilizada na irrigação (166,4 mm) e consequente maior desenvolvimento das plantas no segundo corte, pode explicar o crescimento das panículas.

Na composição bromatológica do milho, observou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos cortes para proteína bruta e extrato etéreo com médias superiores para o primeiro corte. O teor de fibra em detergente neutro e cinzas não diferiram ( $P > 0,05$ ) para os genótipos, os níveis de gesso e os cortes avaliados (Tabela 6).

Os percentuais de proteína bruta (PB) foram diferentes entre os cortes (Tabela 6), com média de 15,9 % para o primeiro e 10,42% para o segundo. O que pode ser explicado pelo menor percentual de colmo e maior percentual de lâmina foliar no primeiro em relação ao segundo corte. Percentuais estes acima do nível crítico definido por Van Soest (1994), de 7,0%, para as gramíneas

forrageiras tropicais, valores inferiores a este afetam a atividade microbiana no rúmen, prejudicando a digestão dos animais.

Tabela 6 Composição bromatológica do milho em função dos genótipos e níveis de gesso.

	PB (%)		FDN (%)		EE (%)		CINZAS (%)	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
<b>Cultivares</b>	Corte	Corte	Corte	Corte	Corte	Corte	Corte	Corte
<b>ADR 300</b>	15,97 <sup>a</sup>	10,16 <sup>b</sup>	57,63	60,64	1,73 <sup>a</sup>	1,40 <sup>b</sup>	8,30	8,80
<b>BRS 1501</b>	15,75 <sup>a</sup>	10,56 <sup>b</sup>	58,22	61,17	1,71 <sup>a</sup>	1,44 <sup>b</sup>	8,49	8,70
<b>BULK 1 BF</b>	15,99 <sup>a</sup>	10,54 <sup>b</sup>	57,31	62,57	1,65 <sup>a</sup>	1,41 <sup>b</sup>	8,77	9,26
<b>Gesso (Tha<sup>-1</sup>)</b>								
<b>0</b>	15,13	10,46	57,16	60,61	1,62	1,43	8,65	9,10
<b>2</b>	16,28	10,33	57,55	60,90	1,79	1,45	8,67	9,13
<b>4</b>	16,64	10,17	58,21	62,37	1,71	1,44	8,21	8,63
<b>8</b>	15,54	10,72	57,97	61,97	1,67	1,42	8,54	8,82
<b>CV %</b>	6,33	8,68	4,22	4,09	14,40	23,74	14,90	10,55

PB- proteína bruta; FDN- fibra em detergente neutro; FDA- fibra em detergente ácido; EE-extrato etéreo, Letras minúsculas diferentes diferem entre os cortes pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade.

Assis *et al.* (2011) avaliaram o teor de PB de genótipos de milho em diferentes estágios fenológicos e encontraram os respectivos valores de 16,54; 15,08 e 12,40% para 36, 45 e 52 dias após a semeadura. Ainda avaliando PB, Costa *et al.* (2011), verificaram teores de 16,4% em milho sob pastejo.

Para o teor de FDN não houve influência ( $P > 0,05$ ) dos genótipos do milho, dos níveis do gesso e dos cortes realizados (Tabela 6). As médias foram de 57,72 e 61,46 % para o primeiro e segundo corte, respectivamente. De acordo com Van Soest (1994), percentuais maiores que 60% de FDN possuem correlação negativa com o consumo de matéria seca. Simão *et al.* (2015) avaliando dois genótipos de milho encontraram teores de FDN variando de 66,53 a 70,35%, valores bem acima dos encontrados no presente trabalho.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ), para variável extrato etéreo (EE) entre os cortes realizados, com valor médio para o primeiro corte de 1,74% e para o segundo corte de 1,43%. Resultados que podem estar associados ao maior

percentual de panícula do primeiro corte, já que as gramíneas armazenam maior quantidade de EE nos grãos.

Os teores médios de cinzas não tiveram influência ( $P>0,05$ ) dos genótipos do milho, dos níveis do gesso e dos cortes realizados (Tabela 6). Com média para o 1º de 8,52% e no 2º corte de 8,92%.

Na Tabela 7 são apresentados os valores relativos à percentagem de lignina, digestibilidade, carboidratos totais, hemicelulose e celulose com base na matéria seca do milho.

Tabela 7 Percentual de lignina, digestibilidade, carboidratos totais, hemicelulose e celulose do milho em função dos genótipos e níveis de gesso,

	LIG (%)		DIG (%)		CHOT (%)		HEM (%)		CEL (%)	
	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte	1º Corte	2º Corte
<b>Cultivares</b>										
<b>ADR 300</b>	3,04 <sup>b</sup>	3,83 <sup>a</sup>	85,63 <sup>a</sup>	80,84 <sup>b</sup>	74,00 <sup>b</sup>	79,64 <sup>a</sup>	30,88	27,48	23,71 <sup>b</sup>	29,30 <sup>a</sup>
<b>BRS 1501</b>	2,90 <sup>b</sup>	4,02 <sup>a</sup>	84,67 <sup>a</sup>	80,06 <sup>b</sup>	74,05 <sup>b</sup>	79,30 <sup>a</sup>	30,19	28,05	25,13 <sup>b</sup>	29,10 <sup>a</sup>
<b>BULK 1 BF</b>	2,92 <sup>b</sup>	3,78 <sup>a</sup>	85,47 <sup>a</sup>	80,57 <sup>b</sup>	73,59 <sup>b</sup>	78,59 <sup>a</sup>	30,67	29,03	23,72 <sup>b</sup>	29,76 <sup>a</sup>
<b>Gesso (Tha<sup>-1</sup>)</b>										
<b>0</b>	2,62	3,74	85,23	81,12	74,60	79,00	30,28	27,56	24,26	29,30
<b>2</b>	3,04	3,91	85,43	81,41	73,26	79,09	30,14	27,59	24,37	29,40
<b>4</b>	3,01	3,95	85,32	79,00	73,44	79,76	31,38	28,61	23,82	29,81
<b>8</b>	3,15	3,91	85,05	80,44	74,25	78,84	30,53	29,00	24,29	29,07
<b>CV %</b>	15,79	9,50	2,00	2,51	9,00	4,50	4,89	9,4	9,70	3,50

LIG- lignina; DIG- digestibilidade; CHOT- carboidratos totais; HEM- hemicelulose; CEL- celulose, Letras minúsculas diferentes diferem entre os cortes, pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade.

Houve diferença ( $P<0,05$ ), para variável lignina entre os cortes realizados (Tabela 7), com média de 3,00% para o primeiro e de 3,87% para o segundo. Segundo Van Soest (1994), a lignina é um polímero indigerível e interfere na digestibilidade das plantas forrageiras, elevando seu teor com a idade fenológica das plantas. Os valores médios encontrados no presente estudo estão dentro da faixa indicada por Ribeiro Júnior *et al.* (2009) entre 1,5 e 7,5%.

A interação entre corte, variedade e doses de gesso foi significativa ( $P<0,05$ ) para variável lignina, no desdobramento das interações foi observado

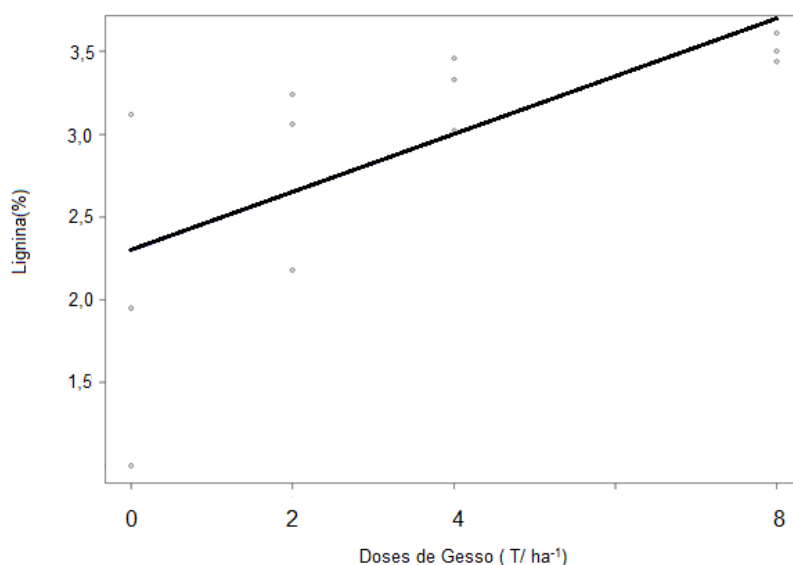
que apenas a interação das médias da variedade BRS 1501 no 1º corte foi significativa para os níveis de gesso.

O efeito linear crescente foi observado pela equação de regressão  $\hat{Y} = 2,29 + 0,17 x$ ,  $R^2 = 0,83$  (Figura 2). O que pode ser atribuído à variabilidade genética da cultivar, associada a maior quantidade de água salina utilizada na irrigação do período do primeiro corte de 218,5 mm, possivelmente causando estresse nas plantas e reduzindo sua capacidade de absorção de nutrientes e desenvolvimento, fazendo com que as mesmas acelerassem seu ciclo fenológico.

O gesso, após a sua dissociação, além de liberar os íons  $SO_4^{2-}$  oferta  $Ca^{2+}$  ao sistema, Este elemento tem importante papel na síntese da parede celular, além de ser mensageiro secundário atuando em resposta a sinais bióticos e abióticos (TAIZ e ZEIGER, 2009), também compõe os pectatos de cálcio da lamela média (EPSTEIN e BLOOM, 2006) e participa ativamente na biossíntese de lignina, propiciando assim, maior resistência ao stress (FIRMINO *et al.*, 2006).

Presumivelmente quando exposta a níveis mais elevados de sais e considerando a crescente disponibilização de  $Ca^{2+}$ , devido à elevação dos níveis de gesso, a cultivar BRS 1501 depositou mais lignina nas suas paredes celulares em resposta à condição adversa. O fornecimento de Ca, em teores ideais, pode estimular mecanismos de defesa da planta, sintetizando mais lignina e pectatos de cálcio (FIRMINO *et al.*, 2006).

Figura 2 Comportamento das médias da variedade BRS 1501, no primeiro corte.



Houve diferença ( $P < 0,05$ ), para variável digestibilidade (DIG) entre os cortes realizados (Tabela 7), com média para o primeiro de 85,25%, e para o segundo de 80,49%. Teores mais altos de digestibilidade estão diretamente relacionados com teores baixos de lignina, o que justifica as médias mais altas da variável DIG para o primeiro corte. Segundo (Moore e Hatfield, 1994) a principal ferramenta de atuação da lignina na redução da digestibilidade dos polissacarídeos estruturais é a sua interferência na ação das enzimas que degradam a parede celular.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ), para o teor de carboidratos totais entre os cortes realizados (Tabela 7), com média de 73,88 % para o primeiro e 79,17 % para o segundo. Fato explicado pela porcentagem menor de proteína bruta do segundo em relação ao primeiro corte.

Os valores de hemicelulose não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos genótipos do milho, níveis do gesso e cortes realizados (Tabela 7). Apresentando média para o primeiro corte de 30,58 e 28,18 % para o segundo.

Para variável celulose (CEL) houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os cortes realizados, com média de 24,18 % para o primeiro e 29,38 % para o segundo. Teores mais altos de CEL estão relacionados diretamente com porcentagem de LIG, o que justifica as médias mais elevadas da variável CEL no segundo corte que também apresentou médias superiores para LIG.

Os valores relativos ao acúmulo de potássio, cálcio, magnésio e enxofre na parte aérea do milho apresentam-se na Tabela 8, os cultivares e os níveis de gesso não influenciaram as variáveis analisadas.

Tabela 8 Macronutrientes acumulados, em g Kg<sup>-1</sup>, do milho, em função dos cultivares e níveis de gesso, nos diferentes ciclos de corte.

Cultivares	K		Ca		Mg		S	
	1° corte	2° corte	1° corte	2° corte	1° corte	2° corte	1° corte	2° corte
<b>ADR 300</b>	8,31 <sup>b</sup>	17,61 <sup>a</sup>	8,37 <sup>a</sup>	2,37 <sup>b</sup>	1,45	2,40	2,72 <sup>a</sup>	0,84 <sup>b</sup>
<b>BRS 1501</b>	8,52 <sup>b</sup>	17,75 <sup>a</sup>	8,93 <sup>a</sup>	2,23 <sup>b</sup>	1,50	2,36	2,60 <sup>a</sup>	1,58 <sup>b</sup>
<b>BULK 1 BF</b>	9,83 <sup>b</sup>	17,85 <sup>a</sup>	8,95 <sup>a</sup>	2,46 <sup>b</sup>	2,09	2,55	2,69 <sup>a</sup>	1,53 <sup>b</sup>
<b>Gesso</b>								
<b>(Tha<sup>-1</sup>)</b>								
<b>0</b>	8,61	17,65	8,68	2,52	1,43	2,48	2,57	1,43
<b>2</b>	9,02	18,91	9,52	2,43	1,48	2,45	2,74	1,16
<b>4</b>	8,23	16,86	9,05	2,10	1,54	2,30	2,45	1,19
<b>8</b>	9,70	17,52	7,74	2,37	2,27	2,52	2,92	1,47
<b>CV %</b>	22,50	20,46	17,58	16,39	24,85	14,26	20,50	32,14

K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; S= enxofre. Letras minúsculas diferentes diferem entre os cortes, pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade.

Houve diferença (P<0,05) para o acúmulo de potássio nos diferentes ciclos de corte, com média de 8,88 g Kg<sup>-1</sup> para o primeiro e 17,73 g Kg<sup>-1</sup> para o segundo. O que pode ser explicado pela maior quantidade de água salina utilizada no primeiro (218,5 mm) quando comparado ao segundo (166,4 mm) corte.

De acordo com Kawasaki *et al.* (1983), o acréscimo na concentração de sódio no ambiente radicular é capaz de inibir a absorção de potássio pela competição entre esses cátions. O que foi observado por Sousa *et al.* (2010) avaliando o efeito da salinidade nos nutrientes em plantas de milho. O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação reduziu o acúmulo de K nas folhas do milho.

Houve efeito (P<0,05) para o acúmulo de cálcio nos diferentes ciclos de corte, com média para o primeiro de 8,75 g Kg<sup>-1</sup> e para o segundo de 2,35 g Kg<sup>-1</sup>. E para o acúmulo de enxofre com média de 2,67 g Kg<sup>-1</sup> para o primeiro corte e 1,31 g Kg<sup>-1</sup> para o segundo. O que pode ser atribuído ao uso dos diferentes níveis de gesso, liberando Ca<sup>2+</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> no solo, Caires *et al.* (1999)

avaliando o uso do gesso constataram o aumento de enxofre e cálcio nas folhas do milho.

Os valores de magnésio não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos diferentes ciclos de corte, apresentando média de  $1,68 \text{ g Kg}^{-1}$  para o primeiro e  $2,37 \text{ g Kg}^{-1}$  para o segundo. O que corrobora com Dantas *et al.* (2006) avaliando o efeito da salinidade em clones de milho, constataram que os valores de magnésio permaneceram inalterados com o aumento da salinidade.

As médias do acúmulo de cobre, ferro, manganês, zinco e sódio na parte aérea do milho apresentam-se na Tabela 9. Os cultivares e os níveis de gesso não influenciaram as variáveis analisadas.

Tabela 9 Micronutrientes acumulados, em  $\text{mg Kg}^{-1}$ , do milho, em função dos cultivares e níveis de gesso, nos diferentes ciclos de corte.

	Cu		Fe		Mn		Zn		Na	
	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte	1° Corte	2° Corte
<b>Cultivares</b>										
<b>ADR 300</b>	15,40 <sup>b</sup>	89,55 <sup>a</sup>	223,13	151,81	158,68 <sup>a</sup>	106,12 <sup>b</sup>	110,40	90,92	280,00	263,16
<b>BRS 1501</b>	15,31 <sup>b</sup>	85,40 <sup>a</sup>	208,25	138,60	161,39 <sup>a</sup>	117,43 <sup>b</sup>	110,00	93,53	308,08	270,66
<b>BULK 1 BF</b>	18,46 <sup>b</sup>	84,89 <sup>a</sup>	295,91	127,12	175,35 <sup>a</sup>	102,68 <sup>b</sup>	115,10	94,00	286,50	255,08
<b>Gesso (<math>\text{Tha}^{-1}</math>)</b>										
<b>0</b>	16,07	88,80	361,05	138,81	152,01	111,03	109,94	93,45	252,44	255,44
<b>2</b>	16,62	80,86	186,46	139,51	178,25	109,11	117,47	92,60	274,66	272,66
<b>4</b>	16,44	90,26	174,22	144,07	168,98	93,84	109,16	89,17	308,33	262,55
<b>8</b>	16,44	86,54	248,00	134,33	161,31	121,00	110,74	96,05	330,66	261,22
<b>CV %</b>	10,57	11,16	35,76	25,53	23,75	21,41	10,56	16,13	21,65	12,18

Cu= cobre; Fe= ferro; Mn= manganês; Zn= zinco; Na= sódio, Letras minúsculas diferentes diferem entre os cortes, pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade,

Houve influência ( $P<0,05$ ) dos diferentes ciclos de corte para os valores de cobre, com média de  $16,38 \text{ mg Kg}^{-1}$  para o primeiro e  $86,61 \text{ mg Kg}^{-1}$  para o segundo. É provável que a menor absorção de cobre no primeiro ciclo tenha sido resultado da interação negativa deste nutriente com os outros elementos da adubação de plantio. Um maior suprimento de N e P pode reduzir a absorção de cobre pelas plantas.

Para Wilkinson *et al.* (2000) a absorção de N pode acarretar na alteração da acidez na região da rizosfera, acidificando-a quando absorvido na forma de

$\text{NH}_4^+$  e alcalinizando-a quando absorvido como  $\text{NO}_3^-$ . Esta dinâmica pode afetar a absorção de outros nutrientes, em especial, a disponibilização os íons metálicos que são altamente dependentes do pH do solo.

As médias de manganês foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) pelos diferentes ciclos de corte, apresentando média de  $165,14 \text{ mg Kg}^{-1}$  para o primeiro e  $108,74 \text{ mg Kg}^{-1}$ . A adubação orgânica através do emprego de esterco pode ter sido determinante no fornecimento de Mn, De acordo com Zanão Junior *et al.* (2007), a matéria orgânica é uma das principais fontes deste elemento no solo.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos ciclos de corte para ferro, zinco e sódio com médias para o primeiro de  $242,42$ ;  $111,83$  e  $291,19 \text{ mg Kg}^{-1}$  e para o segundo de  $139,17$ ;  $92,81$  e  $262,96 \text{ mg Kg}^{-1}$  respectivamente.



## 5 CONCLUSÃO

Os genótipos de milho avaliados apresentaram características agronômicas desejáveis. Evidenciaram tolerância à irrigação com água salina independentemente da gessagem, sendo indicados para cultivo no semiárido.

O aumento das doses de gesso representou ganho no tamanho de panícula das cultivares no segundo corte.

O cultivar BRS 1501 apresentou teores crescentes de lignina acompanhando o incremento dos níveis de gesso no primeiro corte.

O teor de potássio na rebrota foi mais elevado, o cálcio e o enxofre foram mais demandados no primeiro ciclo.

O acúmulo de sódio nas plantas, mesmo irrigadas com água salina, não foi tóxico para os cultivares estudados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; FONTANA, E. C.; COSTA, F. S.; RECH, T. D. 2002. Propriedades físicas e químicas de solos incubados com resíduo alcalino da indústria de celulose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 26:1065-1073.
- ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. 1988. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo, Brasil.
- AMARAL, L. A.; ASCARI, J. P.; DUARTE, W. M.; MENDES, I. R. N.; SANTOS, E. S.; JULIO, O. L. L. 2017. Efeito de doses de gesso agrícola na cultura do milho e alterações químicas no solo. **Revista Agrarian** 10: 31-41.
- AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1990. **Official methods of analysis**. 15. Edição. Washington: AOAC.
- ASSIS, R. L.; COSTA, K. A. P.; PIRES, F. R.; BRAZ, A. J. B. P.; MONTEIRO, F. P.; MOREIRA, J.F. M.; CRUVINEL, W. S. 2011. Composição bromatológica de genótipos de milho em função do manejo de corte. **Global Science and Technology** 4: 21-27.
- BALBINOT JUNIOR, A.A.; HANISCH, A.L.; VOGT, G.A. 2012. Produtividade de forragem em três genótipos de milho em diferentes doses de cama de aviário. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 11: 63-69.
- BATISTA, M. J.; NOVAES, F.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. 2002. **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**. Brasília, Brasil.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. 2005. **Manual de irrigação**.
- BOGDAN, A. V. 1977. **Tropical Pasture and Folder Plants: Grasses and Legumes**. London, Logman.
- BRITO, C.F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V.; SANTOS, L. G. 2014. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 9: 244-250.
- BROCH, D. L.; RANNO, S. K. 2009. **Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura do Milho Safrinha**. In: ROSCOE, R. Tecnologia e Produção: Milho safrinha e Culturas de Inverno. MIDIOGRAF.
- BUSO, W. H. D.; SILVA, L.B.; CAIXETA, M. M. A.; LEÃO JUNIOR, L. A. 2017. Morfologia e produtividade de milho cultivado com doses de nitrogênio em regime de cortes. **Revista Mirante** 10.
- CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. 2003. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência Solo** 27: 275-286.
- CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F. 1999. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 23: 315-327.
- CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; CHURKA, S.; BARTH, G.; CORRÊA, J. C. L. 2008. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy** 28: 57-64.
- CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. 2003. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 27: 275-286.
- CAIRES, E.F.; FELDHaus, I.C.; BLUM, J. 2001. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia** 60:213-223.

- CAMPOS, F. S.; SANTOS, E. M.; BENEDETTI, E. 2011. Rendimento forrageiro de genótipos de milho em função da adubação nitrogenada no semiárido paraibano. **FAZU em Revista** 8: 177-181.
- CARVALHO JÚNIOR, S. B.; FURTADO, D. A.; SILVA, V. R.; DANTAS, R. T.; LIMA, I. S. P.; LIMA, V. L. A. 2010. Produção e avaliação bromatológica de espécies forrageiras irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 14: 1045-1051.
- CARVALHO, M.C.S.; RAIJ, B.V. 1997. Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. **Plant and Soil** 192:37-48.
- CASTRO, A. M. C.; RUPPENTHAL, V.; RANDO, E. M.; MARCHIONE, M. S.; GOMES, C. J. A. 2013. Calcário e gesso no desenvolvimento do milho cultivado em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. **Cultivando o Saber**. 6: 8-16.
- COELHO, D, S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. 2014. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18: 25-30.
- COSTA, J. P. N.; CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; MEDEIROS, J.F.; GUEDES, R. A. A. 2015. Evapotranspiração e rendimento do milho a diferentes lâminas e salinidade da água de irrigação. **Irriga Edição Especial, Irriga & Inovagri** 1: 74-80.
- COSTA, V. G.; ROCHA, M. G.; PÖTTER, L.; ROSO, D.; ROSA, T. N.; REIS, J. 2011. Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milho e papua. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 251- 259.
- CUSTÓDIO, D. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, K. A. P.; SANTOS, R. S. M.; FARIA, C. D. 2005. Avaliação do gesso no desenvolvimento e produção do capim-tanzânia. **Ciência Animal Brasileira** 6 : 27-34.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L. 2005. Importância relativa dos íons na salinidade de um cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola** 25: 615- 621.
- DANTAS, J. A.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; SANTOS, M. V. F. 2006. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum*. **Revista Ciência Agronômica** 37: 97-101.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. 2010. **Efeitos dos sais no solo e na planta**. p.129-141. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. eds. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA SEMIÁRIDO**. 2017. Dados climáticos. PETROLINA.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Brasil.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. 2006. **Nutrição Mineral de Plantas**. Planta, Londrina, Paraná, Brasil.
- ERTEK, A.; SENSOY, S.; GEDIK, I. 2006. Irrigation scheduling based on pan evaporation values for cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under field conditions. **Agricultural Water Management** 81: 159-172.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. 2000. Produção de Milho. **Guaíba: Agropecuária**. 360 p.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, R. S.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. 2009. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 33: 1499-1505.
- FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. 1987. **Química dos suelos com énfasis em suelos de América Latina**. San José: IICA.

- FIRMINO, A.; ABREU, H. S.; PORTUGAL, A. C. P.; NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, E. L. de; PEREIRA, R. P. W.; MONTEIRO, M. B. O.; MAËDA, J. M. 2006. Alterações ligno-anatômicas em *Solanum gilo* Raddi por aplicação de cálcio e boro como estratégia de defesa. **Ciência Agrotécnica** 30: 394-401.
- FRIBOURG, H. A. 1985. **Summer annual grasses**. p. 278-286. In: HEAT, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D. S. Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State University. Ames, Iowa.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. 1991. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.
- GUIMARÃES JUNIOR, R; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES, J. A. S. 2009. **Utilização do milho para produção de silagem**. Embrapa Cerrados.
- HERMES, L. C; ARAÚJO, G. G. L. de; FAY, E. F; BOEIRA, R. C. 2014. Potencial de uso das águas salobras em sistemas produtivos visando o aumento da capacidade de suporte das comunidades difusas do semiárido com mínimo impacto ambiental. **Embrapa Meio Ambiente**. Jaguariúma, São Paulo. 1-9.
- HOLANDA, A.C; SANTOS, R.V; SOUTO, J.S; ALVES, A.R.2007. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciência da Terra** 7: 39-50.
- HOLANDA, J. S. de; AMORIM, J. R. A. de. 1997. **Qualidade da água para irrigação**. p. 1-27. In: GHEYI, H. R., QUEIROZ, J. E; MEDEIROS, J. F. de. Eds. Manejo e controle de salinidade em agricultura irrigada. SBEA/UFPA, Campina Grande, Paraíba, Brasil.
- HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A.; FERREIRA-NETO, M.; HOLANDA, A.C. **Qualidade de água para irrigação**. 2010. p. 472. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. eds. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- HOLDEN, L. A. 1999. Comparison of methods of *in vitro* dry matter for feeds. **Journal of Dairy Science** 82: 1791-1794.
- INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>
- ISMAIL, S. M. 2012. Optimizing productivity and irrigation water use efficiency of pearl millet as a forage crop in arid regions under different irrigation methods and stress. **African Journal of Agricultural Research** 7: 2509-2518.
- KAWASAKI, T.; AKIBA, T.; MORITSUGU, M. 1983. Effects of high concentrations of sodium chloride and polyethylene glycol on the growth and ion absorption in plants: I. Water culture experiments in a greenhouse. **Plant and Soil** 75: 75-85.
- KOLLET, J.L.; DIOGO, J.M.S.; LEITE, G.G. 2006. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.). **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 1308-1315.
- KUMAR, K.A.; NIOMEY, P. 1989. Pearl millet: current status and future potencial. **Outlook on Agriculture** 2: 46-53.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, São Paulo, Brasil.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VANSOEST, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology** 57:347-358.
- LIMA, E. G. S.; ÁVILA, M. T.; SOUZA, L. C.; BARBOSA, R. R. N.; OLIVEIRA NETO, C. F. 2014. Crescimento e produção de biomassa em plantas de sorgo submetidas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera** 10: 663.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D.1996. SAS System for Mixed Models. SAS Institute Inc., Cary, 1-633.
- MARIGUELE, K. H.; SILVA, P. S. L. 2002. Avaliação do rendimento de grãos e forragem de cultivares de sorgo granífero. **Revista Caatinga** 15:13-18.

- MENDES, J. S.; CHAVES, L.H.G.; CHAVES, I. B. 2008. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 3: 13-19.
- MERTENS, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International** 85:1217-1240.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. 2009. **Análise química de tecido vegetal**. p.193-233. In: SILVA, F. C. eds. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Brasil.
- MOORE, K. J.; HATFIELD, R. D. 1994. **Carbohydrates and forage quality**. In: FAHEY Jr, G.C. ed. Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, Estados Unidos.
- MUDGAL, V.; MADAAN, N.; MUDGAL, A. 2010. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants: A review. **International Journal of Botany** 6: 136-143.
- MUNNS, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment** 28: 239-250.
- MUNNS, R.; TERMAAT, A. 1986. Whole plant responses to salinity. **Australian Journal of Plant Physiology** 13: 143-160.
- NAWAZ, N. HUSSAIN, K.; MAJEED, A.; KHAN, F.; AFGHAN, S.; ALI, K. 2010. Fatality of salt stress to plants: Morphological, physiological and biochemical aspects. **African Journal of Biotechnology** 9: 5475-5480.
- NAZÁRIO, A. A.; BESTETE, L. O.; GARCIA, G. O.; REIS, E. F.; CECÍLIO, R. A. 2013. Desenvolvimento e produção do milho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas. **Engenharia Ambiental** 10: 117-130.
- NÓIA, N. R. C.; DAVALO, M. J.; RIBON, A. A.; WOSNIAK, H. N. 2014. Efeito de doses de gesso nas propriedades químicas do solo. **Acta Iguazu** 3: 10-21.
- OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. 2010. O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino. **Enciclopédia Biosfera** 6: 1-16.
- OLIVEIRA, M. 1997. **Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais**. p.1-35. In: GUEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. eds. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande, Paraíba, Brasil.
- OLIVEIRA, P. S. R.; FITTIPALDI, W. L. S. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, P. R.; GUALBERTO, R.; GUIMARÃES, A. M. 2007. Efeitos de tipos de preparo do solo e uso de gesso agrícola sobre as características químicas e produtividade de milho e braquiária em cultivo consorciado. **Scientia Agraria Paranaensis** 6:53- 65.
- OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. 2002. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37:1079-1087.
- PANDHAIR, V., SEKHON, B.S. 2006. Reactive oxygen species and antioxidants in plants: An overview. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology** 15: 71-78.
- PAVAN, M.A; BINGHAM, F.T; PRATT, P.F. 1984. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminum following lime and gypsum applications to a Brazilian Oxisol. **Soil Science Society of America Journal** 48:33-38.
- PAYNE, W. A. 2000. Optimizing crop water use in sparse stands of pearl millet. **Crop Science** 92: 808-814.
- PERAZZO, A. F; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. 2013. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural** 43: 1771-1776.
- PEREIRA FILHO, I.A.P.; FERREIRA, A.S.; COELHO, A.M.; CASELA, R.C.; KARAM, D.; RODRIGUES, J.A.S.; CRUZ, J.C.; WAQUIL, J.M. 2003. **Manejo da cultura do milheto**. Sete Lagoas: Embrapa p. 17.

- 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. 2013. Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 14: 426-436.
- PINTO, J. C.; CHAVES, C. A. DOS S.; PEREZ, J. R. O.; OLIVEIRA, A. I. G. DE; ROCHA, G. P. 1999. Nutritive value of sudan grass, millet, teosinte and corn silages. Intake and apparent digestibility. **Ciência e Agrotecnologia** 23: 981-987.
- PRADO, R. M.; **Nutrição de plantas**. 2008. São Paulo, Brasil.
- PRIESNITZ, R.; COSTA, A. C. T.; JANDREY, P. E.; FRÉZ, J. R. S.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; OLIVEIRA, P. S.R. 2011. Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milho pérola. **Semina: Ciências Agrárias** 32: 485-494.
- RAIJ, B. V. 2008. Gesso na agricultura. Campinas: Instituto Agrônomo/ Fundação IAC. p. 233.
- RIBEIRO JÚNIOR, G. D. O. R.; GONÇALVES, L. C.; JÚNIOR, R. G.; PÔSSAS, F. P.; MAURÍCIO, R. M. 2009. **O milho como opção para gado de leite**. p. 65-87. In: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. Alimentos para Gado de Leite, Belo Horizonte: FEPMVZ, cap. 5, p. 65-87.
- RIBEIRO, M. R. 2010. **Origem e classificação dos solos afetados por sais**. p.11-19. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. eds. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, Brasil.
- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. **Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável**. p.165-208. In: CURTI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
- RICHARDS, L. A. ed.1954. Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. Instituto Nacional de Investigación Agrícola, México.
- RICHARDS, L. A. 1954. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**.p. 160. Washington D.C., U.S. Salinity Laboratory. Ha
- RODRIGUES FILHO, O; FRANÇA, A. F. S; OLIVEIRA, R. P; OLIVEIRA, E. R; ROSA, B; SOARES, T. V; MELLO, S. Q. S. 2006. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos à três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira** 7: 37-48.
- SAIFULLAH.; JAN, A.; MUNSIF, F.; ARIF, M.; KHAN, H.; ALI, K.; WAQAS, M.; ALI, A. 2011. Performance of millet varieties under different irrigation levels. **Sarhad Journal of Agriculture** 27: 1-7.
- SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; SOUZA, K.J.; SOUSA, A.M.G.;VASCONCELOS, C.L.; ANDRADE, L.A.B. 2007. 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** 31: 1470-1476.
- SANTOS, N.Z.; DIECKOW, J.; BAYER, C.; MOLIN, R.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; PIVA, J.T. 2011. Forages, cover crops and related shoot and root additions in no-till rotations to C sequestration in a subtropical Ferralsol. **Soil & Tillage Research** 111: 208-218.
- SAS Institute Inc. 2011. Base SAS® 9.3 Procedures Guide: Statistical Procedures. Cary, NC: **SAS Institute Inc**.
- SCHEFFER-BASSO, S.M.; AGRANIONIK, H.; FONTANELI, R.S. 2004. Acúmulo de biomassa e composição bromatológica de milhetos das cultivares comum e africano. **Revista Brasileira de Agrociência** 10: 483-486.
- SECKLER, D; MOLDEN, D; BARKER, R. 1998. **Water scarcity in the twenty-first century**. IWMI Water Brief . Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- SHAINBERG, I.; OSTER, J. D. 1978. **Quality of irrigation water**. Bet dagon: International Irrigation Center.

- SILVA, A. G.; FARIAS JÚNIOR, O. L.; FRANÇA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; RIOS, L. C.; MORAES FILHO, C. G.; FERREIRA, J. L. 2012. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira** 13: 67-75.
- SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. 2009. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão-mansão sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica** 40: 240-246.
- SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. 2014. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18: 66-72.
- SILVA, R.F.; EITELWEIN, M.T.; CHERUBIN, M.R.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S.; PINHEIRO, R.R. 2014. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal** 24: 609-619.
- SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B. 2008. Efeito da calagem superficial em plantio direto na concentração de cátions hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 32: 1199-1207.
- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. 2016. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**. p. 504. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado.
- SIMÃO, E. P.; GONTIJO NETO, M. M.; SANTOS, E. A.; WENDLING, I. J. 2015. Produção de biomassa e composição bromatológica de duas cultivares de milho semeadas em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 14: 196-206.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science** 70: 3562-3577,
- SOARES, A. M. S.; MACHADO, O. L. T. 2007. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica** 1: 9.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. 2004. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, Brasil.
- SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B.M. 2012. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica** 43: 237-245.
- SOUSA, G.G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M.E. J.; SILVA, G. L. 2010. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 14: 1143-1151.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2009. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. 2001. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura** 23: 441-446.
- VAN SOEST P. J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 edição., Ithaca, Nova York : Cornell University Press.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** 74: 3583-3597.
- VIANA, S. B. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T. 2004. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental** 8: 23-30.
- VITAL, A. F. M.; SANTOS, D.; SANTOS, R. V. 2015. Características agronômicas do milho adubado com diferentes fontes orgânicas. **Revista Agropecuária Técnica** 36: 303-309.

WILKINSON, S.R.; GRUNES, D.L.; SUMNER, M.E. 2000. **Nutrient interaction in soil and plant nutrition**. In: SUMNER, M.E., ed. Handbook of soil science. Boca Raton, Flórida, Estados Unidos.

ZANAO JUNIOR, L. A.; LANA, R. M. Q.; GUIMARAES, E. C. 2007. Space variability of the pH values, contents of organic matter and micronutrients in samplings depth in a Acrustox under no-till system. **Ciência Rural** 37: 1000-1007.

ZHANG, X.; CHEN, S; LIU, M.; PEI, D; SUN, H. 2005. Improved water use efficiency associated with cultivars and agronomic management in the north China plain. **Agronomy Journal** 97: 783-790.