



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**ANIMAL**

**PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA**  
**ERVA-SAL, SUBMETIDA A DIFERENTES DENSIDADES DE**  
**PLANTIO E INTERVALOS DE CORTE**

**JACKSON RUBEM ROSENDO SILVA**

**Petrolina – PE**

**Abril - 2010**

**PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA  
ERVA-SAL, SUBMETIDA A DIFERENTES DENSIDADES DE  
PLANTIO E INTERVALOS DE CORTE**

S586p SILVA, Jackson Rubem Rosendo  
Produção e características estruturais da erva-sal,  
Submetida a diferentes densidades de plantio e intervalos de cortes.  
Jackson Rubem Rosendo Silva. Petrolina-PE, 2010.  
51 f.il.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Animal) – Campus de  
Ciência Agrárias, Petrolina-PE - Universidade Federal do Vale do  
São Francisco.  
Orientador: Dr. Claudio Mistura.  
Co-Orientador: Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo

1. Plantas forrageiras – caule fino e caule grosso. 2. *Tríplex  
nummularia*. 3. matéria seca - altura da planta. I Título. II.  
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

**JACKSON RUBEM ROSENDO SILVA**

**PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA  
ERVA-SAL, SUBMETIDA A DIFERENTES DENSIDADES DE  
PLANTIO E INTERVALOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal do Vale do São  
Francisco, como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal, para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

Petrolina – PE

Abril – 2010

**JACKSON RUBEM ROSENDO SILVA**

**PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA ERVA-SAL,  
SUBMETIDA A DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E INTERVALOS  
DE CORTE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal do Vale do São  
Francisco, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Ciência  
Animal, para obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Carlos B. Dubeux Júnior  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco - UFRPE  
(Examinador Externo)

---

Prof. Dr. Mário Adriano Ávila Queiroz  
Universidade Federal do Vale do São  
Francisco - UNIVASF  
(Examinador Interno)

---

Prof. Dr. Claudio Mistura  
Universidade do Estado da Bahia - UNEB  
(Presidente da Banca – Orientador)

A minha esposa Káthia Valéria Freire e a minha filha Amanda Eduarda, pelo apoio incondicional, pelo incentivo e encorajamento nas horas difíceis da jornada, pela paciência quando estava estudando e não participava de momentos importantes de suas vidas.

### **Dedico.**

Aos meus queridos irmãos, pelo apoio e pela confiança, principalmente, Lula e Telma, que participaram diretamente dos trabalhos de campo.

### **Ofereço**

A árvore sempre dá frutos a seu tempo, e  
jamais as suas folhas vão murchar. Eis que  
tudo o que ele faz vai prosperar.

*É feliz quem a Deus se confia!*

Salmo, 1

O coração do sábio é mestre de sua boca  
e aumenta a persuasão nos seus lábios.

Prov. 16:23

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar sempre comigo me conduzindo e orientando em todos passos da minha vida e pela família e amigos que tenho.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, através do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela possibilidade da realização do curso.

À Embrapa Semiárido, por permitir que fosse desenvolvido o experimento em seu campo e por sua chefia sempre se colocar à disposição no uso dos laboratórios.

Ao Reitor da UNIVASF Prof. Dr. José Weber Freire Macedo, e ao Prof. MSc. Paulo César da Silva Lima pelo incentivo, pela confiança e por acreditarem em mim.

Ao Professor Cláudio Mistura, por não ter sido apenas um excelente orientador, mas um verdadeiro amigo e, principalmente, por ser incansável nos trabalhos de campo e no decorrer de toda a jornada, sempre ao meu lado, ensinado, ajudando e contribuindo para meu crescimento acadêmico e pessoal.

Ao amigo Dr. Gherman Araújo, meu co-orientador, grande incentivador para que eu fizesse este mestrado e sempre solícito.

Agradecimento especial ao Dr. Tadeu Vinhas Voltolini, por “abrir as portas da Embrapa”, dos setores necessários para a realização do experimento e ajuda fundamental na dissertação.

Aos professores da UNIVASF, Arthur Mascioli, Cristina Krewer, René Cordeiro, Flaviane Monteiro, Adriana Yano, Mario Chizzotti, Luiz Salviano e José Bismarck, pelas sugestões, colaborações e pelo incentivo para a condução do meu mestrado.

Agradecimento a Dr. Everaldo Porto – Consultor do Projeto Água Doce do Ministério do Meio Ambiente e Ex-Embrapa, por se colocar sempre à disposição para ajudar-me no que fosse necessário.

Agradeço ao estatístico Dr. Carlos Alberto e à Dr<sup>a</sup> Silvia Turco, pela valiosa ajuda nas análises estatísticas e na elaboração dos gráficos.



Agradeço a Ana Elisa e a Fátima Palitot, pela valiosa ajuda nas correções da dissertação.

Aos amigos João Bandeira, Pablo Leal, Rafael Dantas e Flavio Cavalcante, pelos momentos de estudo e suporte nos momentos difíceis e aos demais colegas da pós-graduação, que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista.

À bolsista da Embrapa Dr<sup>a</sup>. Luciane Salla, que ajudou a realizar as análises bromatológicas no laboratório e aos Bolsistas do Programa Água Doce: Davy Dario, Renata e Arnóbio Anselmo Magalhães.

Ao técnico de campo da Embrapa, Marcos, e aos técnicos de laboratório de Nutrição Animal, José Benedito e Alcides Amaral.

Aos mestrandos, oriundos da UNEB, Tony “Vaqueiro, Rosicléia, Ricardo, Fabiano e Pablo.

Aos bolsistas da UNEB, Jeones, Bruno, Adílio, Edgo e Jonh Lenom.

A Murilo Cavalcante e Alexandre, alunos da UNIVASF e UFPB, respectivamente, pela valiosa ajuda no campo.

A Irene, minha “secretária”, que fez os almoços e lanches, nos dias em que fomos para o campo na Embrapa-Semiárido.

E, finalmente, a minha amada esposa Káthia Valéria, pelo seu amor e pela sua confiança em mim.

Sem vocês meu sonho não seria realizado.

**MUITO OBRIGADO.**

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	6
2.1 - Origem e características botânicas da erva-sal .....	6
2.2 - Benefícios ambientais da erva-sal .....	8
2.3 - Importância da erva-sal como forrageira .....	10
2.4 - Densidade e intervalos de corte na produção de forragem de erva-sal .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	39
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	40
<b>7. ANEXOS</b> .....	50

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1-	Estande de erva-sal aos nove meses, após o plantio .....	07
Figura 2-	Ilustração da parcela com o uso da densidade de cultivo de 2.500 plantas/ha com a identificação da área útil e bordadura .....	17
Figura 3-	Erva-sal irrigada por sulco com o rejeito da dessalinização de água salobra, com um ano de idade na densidade de 2.500 plantas/ha .....	19
Figura 4-	Fluxograma do sistema de dessalinização e acondicionamento dos rejeitos .....	19
Figura 5-	Corte manual com tesoura de poda (A) e planta de erva-sal após poda de colheita (B) .....	21
Figura 6-	Pesagem individual de plantas de erva-sal (a) e identificação das quatro plantas por parcela colhida nas diferentes densidades de cultivo nas três épocas de corte (b) .....	22
Figura 7-	Fracionamento da matéria seca da erva-sal em folha (A), caules finos (B) e caules grossos (C) .....	22
Figura 8-	Leitura do comprimento dos caules finos (A) e grossos (B) da erva-sal .....	23
Figura 9-	Aparelho utilizado para leitura da área foliar com vista entrada (A) e saída (B) da folhas da erva-sal .....	24
Figura 10-	Leitura da altura da planta com trena graduada em centímetros, antes do corte da erva-sal .....	24
Figura 11-	Produção de matéria seca total (PMST) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte .....	27
Figura 12-	Produção de matéria seca de folhas (PMS-Flh) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte .....	28
Figura 13-	Produção de matéria seca de caules finos (PMS-CF) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte .....	29
Figura 14-	Produção de matéria seca de caules grossos (PMS-CG) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte .....	30
Figura 15-	Densidade volumétrica por planta (Dens-Plt) de erva-sal, expressa em $g/cm^3$ , submetidas a diferentes densidades de cultivo e intervalos de corte .....	37
Figura 16-	Esquema de campo para o experimento sobre densidade de plantio e época de corte da erva-sal ( <i>Atriplex nummularia</i> ) incluindo tubulação para o sistema de irrigação .....	51

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Valores médios de análises químicas e físicas do solo coletado em diferentes profundidades na área do campo experimental da caatinga da Embrapa Semiárido .....	18
Tabela 2- Composição físico-química das águas do poço artesiano do campo experimental da caatinga, da água dessalinizada (dessalz), pós-dessalinização (rejeito), no tanque de cultivo das tilápias (viveiro) e após a saída do viveiro para irrigação (irrigação) .....	20
Tabela 3- Dados da Precipitação pluviométrica mensal (mm), Temperatura média mensal (°C), Temperatura mínima média mensal (°C), Temperatura máxima média mensal (°C), Umidade relativa do ar (%) e Evaporação média (mm), durante o período do experimento .....	20
Tabela 4- Relação folha/caule da erva-sal cultivada em diferentes densidades de plantio e intervalos de corte .....	32
Tabela 5- Área foliar da erva-sal (AF-Plt), expressa em cm <sup>2</sup> , submetidas a diferentes densidades de plantio e intervalos de corte .....	33
Tabela 6- Altura da planta de erva-sal, Alt-Plt, submetida a diferentes densidades de cultivo e intervalos de corte. ....	34
Tabela 7- Comprimento (cm) de caules finos Comp-CF (A) e grossos Comp-CG (B) da erva-sal, submetida a diferentes densidades de cultivo e intervalos de corte .....	35
Tabela 8- Número de caule fino N°-CF (A) e caule grosso N°-CG (B) da erva-sal, submetidas a diferentes densidades de plantio e intervalos de corte .....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS

AF	Área foliar
Alt-Plt	Altura da planta
CF	Caule fino
CG	Caule grosso
Comp-CF	Comprimento de caule fino
Comp-CG	Comprimento de caule grosso
Dens-Plt	Densidade da planta
dS	Decisiemens
Flh	Folha
G	Gramma
Mm	Milímetro
MS	Matéria seca
Nº-CF	Número de caule fino
Nº-CG	Número de caule grosso
°C	Graus Celsius
PMS	Produção de matéria seca
PMS-CF	Produção de matéria seca dos caules finos
PMS-CG	Produção de matéria seca dos caules grossos
PMS-Flh	Produção de matéria seca das folhas
PMST-ha	Produção de matéria seca total hectare

## RESUMO

SILVA, Jackson Rubem Rosendo. **Produção e características estruturais da erva-sal, submetida a diferentes densidades de plantio e intervalos de corte.** Petrolina-PE, Brasil. Universidade Federal do Vale do São Francisco, abril de 2010. Orientador: Dr. Claudio Mistura. Comissão de Orientação: Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo.

Objetivou-se avaliar produção e características estruturais da erva-sal, submetida a diferentes densidades de plantio e intervalos de cortes. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. Foram avaliados as densidades de cultivos 625; 1.111; 2.500 e 10.000 plantas/ha, representados pelo uso dos espaçamentos 4x4; 3x3; 2x2 e 1x1 m, respectivamente, entre plantas e linhas, além de três intervalos de cortes com seis, nove e doze meses. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados em arranjo fatorial 4x3 em três repetições. A área útil da parcela foi representada pela área ocupada pelas quatro plantas centrais e o restante foi considerado como bordadura. As variáveis analisadas foram as produções de matéria seca das folhas (PMS-Flh), caules finos (PMS-CF), caules grossos (PMS-CG), produção de matéria seca total (PMST) kg/ha/dia, área foliar (AF-Plt), relação folha:caule (Rel-F:C), altura da planta (Alt-Plt), comprimento caule fino (Comp-CF), e grosso (Comp-CG), número de caule fino (Nº CF) e grosso (Nº CG) e densidade da planta (Dens-Plt). Assim, os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram que o cultivo com 10.000 plantas/ha e aos seis meses de idade é a melhor alternativa de cultivo para elevar a produção e qualidade de forragem da *Atriplex nummularia* irrigada com rejeito de dessalinizadores na região semiárida.

**Palavras-chave:** *Atriplex nummularia*, halófito, semiárido e salinidade.

## ABSTRACT

SILVA, Jackson Rubem Rosendo. **Forage production and structural characteristics of oldman saltbush cultivated in different plant densities and cutting intervals.** Petrolina-PE, Brazil. Universidade Federal do Vale do São Francisco, abril de 2010. Adviser: Dr. Claudio Mistura. Comitê orientação: Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo and Dr. Tadeu Vinhas Voltolini.

The objective of this present trial was to evaluate the forage production and structural characteristics of oldman saltbush cultivated in different plant densities and cutting intervals. This research was carried out at Embrapa Semiárido experimental station, in Petrolina/PE. Plant densities evaluated were 625; 1.111; 2.500 and 10.000 plants/ha, with the following spacings: 4x4; 3x3; 2x2 and 1x1 m, respectively, between plants and rows, and three cutting intervals, six, nine and twelve months. The experimental design was a completely randomized blocks in a factorial arrangement 4 x 3 with three replicates. The useful area of each portion was represented by area with four central plants and the rest of it was considered border plants. Variables analyzed were leaf dry matter production, fine stems, thick stems, total dry matter production Kg/ha/day, leaf index area, leaf:stem ratio, plant height, fine and thick stem length, fine and thick stem number and plant density. Thus, the main results suggest that the use of 10.000 plants/ha and six months of cutting intervals promoted greater forage production and better quality of *Atriplex nummularia* irrigated with brackish water in semiarid region.

**Keywords:** *Atriplex nummularia*, halophyte, semiarid and salinity.

## 1. INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas representam 55% das terras do mundo, correspondentes a 2/3 da superfície total de 150 países, com uma população ao redor de 700 milhões de pessoas. As regiões com características de aridez e semiaridez na América Latina e Caribe estão localizadas na Argentina, Brasil, Chile e México, abrangendo cerca de 313 milhões de hectares (Silva et al., 2007).

A Região Nordeste ocupa 18,27% do território brasileiro, com uma área de 1.561.177,8 km<sup>2</sup>; desse total, 962.857,3 km<sup>2</sup> se situam no Polígono das Secas, delimitado em 1936 por meio da Lei 175 e revisado em 1951. O Polígono, que compreende as áreas sujeitas repetidamente aos efeitos das secas, abrange oito Estados nordestinos: o Maranhão é a única exceção, além de parte (121.490,9 km<sup>2</sup>) de Minas Gerais, na Região Sudeste; já o Semiárido ocupa 841.260,9 km<sup>2</sup> de área no Nordeste e outros 54.670,4 km<sup>2</sup> em Minas Gerais e se caracteriza por apresentar reservas insuficientes de água em seus mananciais (SUDENE, 2004).

A despeito de ser o Brasil o maior detentor mundial de água potável, com 8% das reservas mundiais, respondendo por 18% do potencial de água de superfície do planeta, ao se considerar, em lugar da disponibilidade absoluta de recursos hídricos renováveis, aquela relativa à população dele dependente, o País deixa de ser o primeiro e passa ao vigésimo terceiro do mundo, visto que, enquanto a Região Amazônica concentra 80% dos recursos hídricos brasileiros, abrigando 7% da população, na Região Nordeste, que abriga 27% da população, apenas estão disponíveis 3,3% desses recursos (Paz et al., 2000).

O uso dessa água, porém, é limitado devido à elevada concentração de sais, característica essa, típico dos poços do interior nordestino: a concentração elevada de sais. Grande parte da região (788.000 km<sup>2</sup>, ou 51% da área total do Nordeste) está situada sobre rochas cristalinas e o contato, por longo tempo, no subsolo, entre a água e esse tipo de rocha, leva a um processo de salinização. Sem opção, diversas comunidades rurais nordestinas consomem água com salinidade acima do limite recomendado pela



OMS, que é de 500 ppm. Nessas comunidades, a única fonte de água é o aquífero cristalino subterrâneo (Carvalho, 2000).

O método usado para a dessalinização no Nordeste tem sido predominantemente o processo de osmose reversa (Porto et al., 2004). Amorim et al., (2004) atribuem o predomínio da osmose reversa à simplicidade e robustez do equipamento, aos baixos custos de instalação e operação, incluindo o consumo de energia e de mão de obra na operação, à capacidade de tratar volumes baixos a moderados de água bruta, à elevada taxa de recuperação, à continuidade do processo e à excelente qualidade da água tratada; entretanto, a osmose reversa implica na geração de rejeito, uma água residuária do processo e que tem concentração iônica majorada, ou seja, ao se dessalinizar a água salobra, transformando-a em água doce, gera-se um outro tipo de água, mais salina que a própria água salobra e, por conseguinte, com risco de contaminação ambiental elevado.

Nesse sentido, ainda que seja uma técnica incremental ao bem-estar das populações carentes do Nordeste, podendo constituir-se em uma concreta ferramenta ao desenvolvimento da região, deve-se ponderar pela dualidade do benefício da dessalinização por osmose reversa, tendo em vista o potencial de contaminação da água residuária gerada no processo.

A depender desse equipamento e da qualidade da água do poço, a quantidade de rejeito gerado será da ordem de 40 a 60% do total de água salobra, que é uma água com alta concentração de sais, muito comum nos aquíferos subterrâneos do Nordeste brasileiro. Considerando-se o número de dessalinizadores nesta região, estimado em 400 equipamentos, grande volume de rejeito está sendo gerado no semiárido brasileiro, e quase na totalidade dos casos, o rejeito não vem recebendo nenhum tratamento, mas está sendo despejado no solo, propiciando alto acúmulo de sais nas camadas superficiais. A deposição desse rejeito poderá trazer, em curto espaço de tempo, sérios problemas para as comunidades que se beneficiam dessa tecnologia, como concentração de teores de sais no solo, reduzindo a floculação das argilas e a estabilidade dos agregados, provocando reduções na porosidade e capacidade de retenção de água, (Barros, 1997).

Em geral, nos países desenvolvidos, o rejeito é transportado para os oceanos ou injetados em poços de grande profundidade; todavia, outras alternativas estão sendo estudadas, como: bacias de evaporação; redução de volume do rejeito por plantas

aquáticas; bacias de percolação e irrigação de plantas halófitas (Boegli & Thullen, 1996).

Uma tendência observada, há alguns anos, pelos governantes federais e estaduais é a instalação de equipamentos de dessalinização das águas salobras subterrâneas, objetivando a geração de água doce para o abastecimento rural no Nordeste. Em 2004, conforme dados da Associação dos Geógrafos Brasileiros, mais de três mil dessalinizadores estavam instalados no semiárido do Nordeste. O Governo Federal, mediante a implantação do Programa Água Doce, do Ministério do Meio Ambiente, sinaliza a ampliação desse número, indicando ainda intenção de recuperar os equipamentos atualmente parados por falta de manutenção e mau uso (Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2004).

Nessa região, a irrigação assume papel fundamental no progresso da agricultura; no entanto, a prática da irrigação aumenta as concentrações de sais na superfície do solo (Dantas *et al.*, 2002). Como prova, estima-se, atualmente, que, no mundo, 25% dos solos irrigados estão afetados por diferentes níveis de salinidade (Rhoades *et al.*, 2003). O Nordeste brasileiro, além de possuir de 20 a 25% da área irrigada com solos afetados por sais, principalmente os do tipo sódico, os tipos de água armazenada nos lençóis freáticos são predominantemente salinas (Holanda & Amorim, 1997).

Nos últimos anos, tem-se estudado a viabilidade e o desempenho animal, em termos produtivos e econômicos, de alimentos alternativos e adaptados à região semiárida (Souto *et al.*, 2005; Barroso *et al.*, 2006; Marques *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007). Uma das limitações da erva-sal como alimento alternativo para caprinos e ovinos é o teor de sal. Segundo Miyamoto *et al.* (1994), o limite desse teor na ração desses animais, deve ser de 10 g por 100 g na planta, de matéria seca. Portanto, sendo necessária a recomendação de misturá-la com outros alimentos na formação da dieta, diluindo, dessa forma, a concentração de sais na ração. Por sua vez, Souto *et al.* (2001), avaliando o consumo em ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de feno de erva-sal, não observaram alteração no consumo de MS, PB, FDN e CHOT em função dos níveis de erva-sal.

Souto *et al.* (2002), trabalhando com engorda de ovinos santa inês, com dietas tendo como fonte protéica o feno da erva-sal, produzido mediante o cultivo irrigado usando o efluente da dessalinização de água no semiárido brasileiro, encontraram os melhores ganhos de peso nos animais quando a participação da erva-sal na dieta foi

entre 38,3 e 64,57%. Neste trabalho, o feno da erva-sal foi misturado com a melancia forrageira e a raspa de mandioca. Com base nos resultados, a recomendação é o uso do feno da erva-sal na proporção de 64,57%, misturado com energéticos e volumosos, tais como raspa de mandioca, capins, palma ou melancia forrageira. Com essa dieta, os ovinos ganharam, em média, 138 g de peso vivo por dia, (Araujo et al., 2000).

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e a digestibilidade das forrageiras. Com o crescimento das forrageiras, ocorrem aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina e redução do conteúdo celular, o que, invariavelmente, proporciona redução da digestibilidade desses nutrientes.

Porto et al. (2001) notaram produção de matéria seca de 9.436 kg/ha no cultivo da erva-sal no Nordeste brasileiro, computando a retirada de 1.145 kg/ha de sais, o que correspondeu, considerando-se a aplicação de 29.117 kg/ha de sais aplicados no solo via irrigação com água de rejeito, a uma eficiência de extração de apenas 3,93%. O total de produção de todo o conjunto de plantas da área é de 4.504,0 kg, dando uma produtividade de 26.064,0 kg/ha colhido, considerando uma densidade de plantio de 1.111 plantas/ha.

É conhecido que a maior densidade de plantas por área ajustada para cada espécie vegetal influencia na produtividade dos cultivos. No caso do semiárido brasileiro, são escassas as informações sobre a densidade ótima para esse cultivo quando irrigado. De acordo com a FAO (1996), uma densidade conveniente seria de 1.600 plantas/ha, esperando-se um rendimento entre 1.000 e 1.500 kg de matéria seca/ha/ano.

Banwari (2001) avaliou a produção de forragem da *Atriplex sp.* em três densidades de plantio (2.500, 3.333 e 5.000 plantas/ha) com os respectivos espaçamentos 2x2; 1,5x2 e 1x2 m e três alturas de corte (60, 80 e 100 cm) e observaram que o cultivo mais denso com 5.000 plantas/ha proporcionou maior produtividade em relação às outras duas densidades de cultivo. Além disso, a altura de corte de 80 cm promoveu a maior produção de forragem. Os autores justificaram a maior produção de forragem pela maior altura, maior número de caules e maior índice de área foliar.

Baghestani Meybodi et al. (2006) avaliaram o efeito de diferentes espaçamentos entre linhas (2, 4 e 6 m), três intervalos de corte (uma, duas ou três vezes ao ano) e quatro alturas de corte (0, 20, 40, 60, 80 cm) da *Atriplex lentiformis* durante dez anos e observaram que o vigor das plantas diminuiu quando aumentou a intensidade

de corte. A altura de corte com 60 cm promoveu maior produção de forragem enquanto que o corte rente ao solo proporcionou maior mortalidade de plantas no campo. Plantas mais vigorosas foram obtidas com o uso do espaçamento de 2 m entre linhas, com corte realizado uma vez ao ano com 60 cm de altura.

Benjamin et al. (1995); Banwari (2001); Baghestani Meybodi et al. (2006); Baghestani Meybodi & Sanadgol (2007); Mahdavi et al., (2009) observaram maiores produções de forragem da erva-sal quando submetidas a cultivos mais adensados. Nesse caso, mesmo com menores produções por planta, foi possível obter maiores produções por unidade de área devido ao maior número de plantas. Mahdavi et al. (2009) ainda observaram que o uso de cultivos mais adensados proporcionou maior sequestro de carbono para a área que representa um benefício adicional das áreas mais adensadas além da possibilidade de obtenção de maiores produtividades. Também, Barrett-Lenard & Malcolm (1999) observaram maior redução nos teores de sais e condutividade elétrica no solo cultivado com erva-sal com o uso de maiores densidades de plantas na área, provavelmente em virtude da maior produtividade encontrada.

Considerando-se a erva-sal como uma forrageira, que tem apresentado com alternativa na alimentação animal, de grande importância para região semiárida, o presente estudo objetivou avaliar as respostas produtivas e estruturais da erva-sal em diferentes densidades de plantio e intervalos de cortes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – Origem e características botânicas da erva-sal

A família *Chenopodiaceae* compreende mais de 100 gêneros e 1.500 espécies, incluindo ervas e arbustos anuais ou perenes, às vezes lenhosos (Jolly, 1977). Essas espécies são nativas em quase todo o mundo, mas sua ocorrência é mais acentuada em regiões áridas e salinas, incluindo mangues, zonas de maresia ou rochedos marinhos. Sua distribuição é cosmopolita com ocorrência em todos os continentes e em muitas ilhas. Além disso, mais de 70 gêneros estão distribuídos em regiões litorâneas e desertos (Olivares & Gasto, 1981).

Essa família é composta de plantas com flores de simetria radial, hermafroditas ou unissexuais, esverdeadas, pequenas e pouco vistosas, organizadas em inflorescências cimoso-paniculadas (Olivares & Gasto, 1981). A erva-sal é uma espécie dioica ou dioica parcial, propagando-se, também, vegetativamente por mergulhia e fragmentos de ramos. As folhas, geralmente, são alternas, pecioladas, de cor verde acinzentado, com tricomas vesiculares esbranquiçados acumuladores de sal. Ela tem formato suborbiculares a subromboidais nas plantas masculinas e fortemente romboidais em plantas femininas; subdentadas ou dentadas (masculinos) ou fortemente dentadas (femininas), trinervadas (Kelly, 1982).

As sementes são recobertas por um fruto assemelhando-se a uma noz, com brácteas notáveis. As brácteas são sésseis ou curtamente pedunculares, desenvolvendo dois pares de asas, de margem redonda ou dentada. O fruto é verde quando novo, ficando amarelo quando atinge sua maturidade e é rico em cloreto de sódio, que, muitas vezes, impede a germinação das sementes, sendo aceitável pelo gado, como qualquer outra parte aérea da planta (Kelly, 1982).

Os estames são em número de três a cinco, inseridos na base do perianto. O ovário é súpero, com dois estigmas filiformes. O caule não é articulado, e as folhas são, em geral, alternas e raramente opostas (Castroviejo et al., 1990).

Essa planta foi introduzida no Brasil, na década de quarenta o século XX por meio de pesquisas conduzidas por Guimarães Duque, no semiárido (Araújo, 2002). É uma planta arbustiva (Figura 1), perene, que pode atingir até 3 m de altura, com média de 1,50 m. No semiárido brasileiro, de acordo com Porto & Araújo (1999) a *Atriplex nummularia* pode atingir 2,20 m de altura um ano após o transplante, já o sistema radicular da planta pode chegar a 3,50 m de profundidade.



Figura 1 - Estande de erva-sal aos nove meses, após o plantio.

A tolerância da erva-sal aos solos e às águas salinas e salobras é devido ao acúmulo de sais no interior da planta e da eliminação desses sais por meio de vesículas ou pústulas especiais existentes na superfície das folhas. Quando cheias, essas vesículas se rompem liberando o sal, na forma de finas camadas de cristais, que se aderem à superfície da folha. Esses cristais conferem uma maior economia de água para a planta, por meio da reflexão da radiação solar, reduzindo, conseqüentemente, a temperatura da folha e mantendo a turgidez das células. Dessa forma, a planta não atua como especialista na absorção de sais, mas tentando ajustar-se ao ambiente de cultivo (Glenn et al., 1998).

A erva-sal apresenta metabolismo C4, que são aquelas cujo produto inicial da fixação primária de CO<sub>2</sub> da fotossíntese resulta em moléculas com quatro carbonos, enquanto, em plantas C3, compostos com três carbonos se originam inicialmente. Sob

condições de temperatura e luminosidade elevadas, as plantas C4 são mais eficientes que as C3, em decorrência de características fisiológicas, que favorecem a taxa fotossintética e transpiratória, o que lhe confere uma alta eficiência no uso da água (Teixeira et al., 1983). O aumento da salinidade resulta em maior suculência, conservando a água no interior do tecido vegetal, reduzindo a taxa de transpiração. Dentre as plantas halófitas, a *Atriplex nummularia* é a que apresenta maior tolerância ao sal (Miyamoto et al., 1994).

## 2.2 - Benefícios ambientais da erva-sal

O cultivo de espécies do gênero *Atriplex* pode ser uma alternativa viável para a região Nordeste, principalmente quando sua produção estiver atrelada à utilização dos rejeitos dos dessalinizadores de água salobra. Para o aproveitamento do subproduto dos dessalinizadores, uma das alternativas propostas tem sido a irrigação de espécies halófitas, entre as quais se destacam as do gênero *Atriplex*, incluindo a *Atriplex nummularia* (Porto & Araújo, 2000). Além de bem adaptadas a solos áridos e salinos, essas plantas são capazes de tolerar condições climáticas adversas, sendo utilizadas em programas de reabilitação de solos em várias regiões áridas e semiáridas em processo de degradação ou sujeitas à desertificação (Glenn et al., 1998).

Segundo Furtado (2002), a *Atriplex nummularia* apresentou uma larga tolerância para diferentes condições de solo. Tolera solos poucos profundos, com alto nível de salinidade, registrando bom crescimento em solos que apresentam condutividades elétrica até 57 dS/m aproximadamente 36,50 g/L de sólidos totais dissolvidos (STD).

As espécies forrageiras perenes apresentam potencial para oferecer uma gama de benefícios ambientais, particularmente quando plantadas em áreas de baixa pluviosidade, marginais para o cultivo e/ou são afetados por solos salinos. Os benefícios incluem o potencial para a redução dos lençóis freáticos e de estabilização de áreas salinas para que outras espécies forrageiras possam ser plantadas (Barrett-Lennard, 2002; Rogers et al., 2005); redução de vazamento e posterior recarga do lençol freático (Barrett-Lennard, 2002); a estabilização do solos degradados e prevenção da erosão (Geddes & Dunkerley, 1999) e o aumento e a diversidade de invertebrados em relação a áreas de cultivo de cereais (Lyons & Majer, 1999).

Algumas espécies do gênero *Atriplex* muito são longevas (*A. nummularia*), motivo pelo qual se recomenda fazer podas periódicas, para rejuvenescer a planta e recuperar suas condições forrageiras. O produto da poda pode constituir-se num importante recurso energético e os rendimentos por hectare de lenha são variáveis conforme a propriedade onde é cultivado. Para citar um exemplo na Tunísia, em localidades com precipitações de 280 mm/ano, cultivou-se *A. nummularia*, durante o 1º ano, obteve-se 3.700 kg/ha de lenha fresca, equivalente a 1.900 kg depois de secas.

No segundo ano, os valores por hectare se elevaram a 5.800 kg de lenha fresca e 3.000 kg em estado seco (Franclet & Le Houérou, 1971). Esses mesmos autores indicam que a densidade de lenha de *A. nummularia* é relativamente elevada (0,75 g/cm<sup>3</sup>) e que desse arbusto pode-se obter carvão de boa qualidade, estando seu poder calorífico em torno de 4.540 kcal/kg (Garcia, 1993). Esse valor é aceitável quando comparado com o poder calorífico de algumas madeiras nativas de África e América do Sul, que oscila em torno de 4.770 kcal/kg, bem como da algaroba (*Prosopis sp.*) que obtiveram média de 4.935 kcal/kg na madeira de seis espécies de algaroba (Pereira & Lima, 2002) e de 4.088,55 kcal/kg para nim indidano (*Azadirachta indica*) (Araújo et al., 2000).

Outro importante uso das plantas do gênero *Atriplex* é a fitorremediação de solos salinizados, os quais estão situados especialmente nas regiões áridas e semiáridas de todo o mundo. São poucas as práticas de manejo com o objetivo de melhorar ou reduzir os aspectos relacionados à salinidade dos solos e, até mesmo, para a recuperação dos solos (Qadir et al., 2007).

Desse modo, o uso de plantas halófitas como prática de fitorremediação de longo prazo pode ser uma importante alternativa para reduzir os teores de sais dos solos salinos e apresenta resultados semelhantes ao uso de corretivos químicos. As plantas halófitas absorvem parte do sal presente no solo incorporando em seus tecidos (Zhu, 2001), assim, especialmente aqueles com elevada produção de forragem e altos teores de sais podem extrair mais sais dos solos. Dentre as halófitas, as do gênero *Atriplex* como a *Atriplex nummularia*, tem se destacado em virtude da elevada produção de forragem, quando comparada a outras plantas halófitas e também por apresentar boa aceitação pelos animais (Bem Salem et al., 2003).

Também como parte de sua ação como fitorremediadora de solos, as plantas do gênero *Atriplex* têm sido associadas com acumulação de metais pesados em seus tecidos oriundos do solo a exemplo do Cádmio e Zinco (Lutts et al., 2004). Outros usos das



plantas desse gênero são: ornamentação de ambientes, paisagismo e floricultura (Maia et al., 2003; Silva et al., 2003), além da fixação de dunas contribuindo para o controle da erosão.

Em muito países, o cultivo de plantas halófitas forrageiras, em especial a erva-sal, tem sido usado não apenas para recuperar solos salinizados, mas também como estratégia para uso do rejeito da dessalinização de água salobra, reduzindo o impacto da degradação ambiental e, ao mesmo tempo, possibilitando a produção de forragem em áreas com baixo potencial produtivo (Boegli & Thullen, 1996).

### **2.3 – Importância da erva-sal como forrageira**

No Brasil, a erva-sal tem sido utilizada principalmente como componente do programa Água Doce. Esse programa tem como objetivo gerar água potável a partir de águas salobras e salinas oriundas de poços. Contudo, o rejeito ou água residuária gerada a partir dessa dessalinização se apresenta com teores de sais superiores aos da água de origem e, dessa forma, não pode ser direcionada aos solos diretamente com a possibilidade de torná-los cada vez mais salinos. Assim, esse rejeito segue para tanques de cultivo de peixes como a tilápia ou camarão e, posteriormente, são direcionados à irrigação da erva-sal, que é colhida e conservada na forma de feno ou silagem e utilizada para compor rações, principalmente para animais ruminantes, como caprinos, ovinos e bovinos (Gastó & Contreras, 1972; Porto et al., 2000; Mattos, 2009).

Segundo Glenn et al., (1998), a erva-sal tem apresentado boas produções de forragem. O’Leary et al. (1986) obtiveram 20 ton/ha/ano de matéria seca total, irrigando *Atriplex nummularia* com água do mar, realizando três cortes em 16 meses. Já Glenn & O’Leary (1986), obtiveram 8 ton/ha/ano e Miyamoto et al. (1996), utilizando água salinizada de 10 g/L obtiveram 18,44 ton/ha/ano e 12,13 ton/ha/ano no ano seguinte. Correal et al., (1986), cultivando *Atriplex nummularia* em solos alcalinos, obtiveram 3 ton/MS/ha/ano, com precipitação pluviométrica de 400 mm/ano e temperatura de 14°C.

Herrera, (2001), trabalhando com *A. nummularia* observou que a produtividade de matéria seca aumentou do 1º até o 3º ciclo, passando de 2,05 para 4,57 ton/ha/ano, mas que, nos ciclos seguintes, tendeu a declinar progressivamente, alcançando valores da ordem de 2,16 ton/ha/ano. Le Houére & Pontanier (1987) citado por Herrera, (2001), trabalhando com *A. nummularia* obtiveram produtividades, oscilando entre 2 a 5 ton/ha/ano, com precipitação pluviométrica variando entre 200 e 400 mm/ano.

Além disso, essa planta pode apresentar teores de proteína bruta oscilando entre 8,8 a 25%, mas que dependem do tipo de tecido, da idade da planta e estação do ano (Herrera et al., 2001). Em trabalho realizado pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), foram constatados níveis de proteína bruta nas folhas de 16,94%, no caule de 7,34% e na planta inteira de 13,89%, segundo Herrera et al. (2001). Aganga et al. (2003), trabalhando com *Atriplex nummularia* obteve um teor médio de PB da ordem de 18,2%. Porto & Araújo (1999) e Souto (2002), obtiveram 14,96% e 20% de PB, respectivamente e trabalhando com dieta exclusiva de feno de erva-sal, encontraram valores de MM, FDN e FDA e MO de 34,16, 47,36, 24,19 e 65,84%, respectivamente.

Riley et al., (1997) consideraram o cultivo de plantas halófitas a melhor opção para dispor o rejeito da osmose reversa. Conforme Glenn et al. (1998b), a halófito *Atriplex nummularia* tem atributos desejáveis de uma cultura cicladora de rejeito: alto uso da água para maximizar a absorção, alta tolerância aos sais para minimizar a fração de lixiviação requerida e elevada produtividade de biomassa, a qual tem utilidade forrageira. Glenn et al. (1998a) relataram que águas hipersalinas (> 40.000 mg/L) têm sido usadas para irrigar, com sucesso, plantas halófitas. Mais recentemente, o gênero *Atriplex* se tem destacado sob a perspectiva de desenvolver espécies apropriadas para irrigação com água do mar (Porto et al., 2001).

A produção de matéria seca conseguida em diversas partes do mundo tem variado de 2.800 kg a 15.300 kg/ha/ano, englobando condições ambientais onde chove 200 mm por ano até áreas irrigadas com água do mar ou rejeito proveniente de dessalinização de água salobra (Porto & Araújo, 1999). Vale ressaltar que quanto maior o seu desempenho, melhor será a mobilização dos sais do solo e a produção de lenha e de material forrageiro. De acordo com O'Leary (1986), a *Atriplex nummularia* está entre as mais nutritivas das espécies da família *Chenopodiaceae*. Devido ao bom valor protéico compara-se com forrageiras nobres como a alfafa.

Mattos (2009), em experimento desenvolvido na EMBRAPA Semiárido, encontrou no feno de erva-sal (MS), valores de 9,77; 52,31 e 32,72% de PB, FDN e FDA, respectivamente. Já, Porto et al. (2000) encontraram valores de 70,08; 28,05 e 16,93% de (DIVMS) nas partes da erva-sal, folha, caule fino e caule grosso, respectivamente, e nas mesmas partes, 39,39; 73,24 e 81,92% de FDN.

Vários autores, citados por Correa (1992), indicam valores de proteína bruta entre 8,8 e 25% e de digestibilidade in vitro de 45,0 a 85,3% dependendo da época de coleta das amostras. Em ensaios de digestibilidade “in vivo” com *A. nummularia*, e *A.*

*halimus*, Ziani (1969), obtiveram um consumo máximo em cabras de 400 g/MS/cabra/dia.

Gastó & Contreras (1972), estudaram o valor nutritivo do *Atriplex repanda* e encontraram valores elevados, 18% para proteína bruta, 23% para fibra bruta, 3,2% para o extrato etéreo e 41,5% para o extrato não nitrogenado, na planta inteira. De uma forma geral, indicam-se percentagens que variam entre 7,8 e 20%, dependendo da espécie de *Atriplex*.

Além disso, essa planta possui concentrações altas de Na e K (70 e 20 g/kg MS, respectivamente) e concentrações baixas de Ca, P e Mg (5,2 e 4 g/kg MS, respectivamente) (Aganga et al. 2003).

Swingle et al., (1996) ressaltam, citando Squires & Ayoub (1994), que as plantas halófitas são recursos forrageiros utilizados em muitas partes do mundo para viabilizarem atividades pecuárias em regiões de escassas fontes de alimento para os animais. Entretanto, esse recurso forrageiro pode ser conservado também na forma de feno (Mattos, 2009) ou silagem (Santos, 2010) e utilizada como parte do volumoso nas rações. Segundo Porto & Araújo (1999) pode ser administrado até 30% dessa forragem para não comprometer o consumo dos animais pelo excesso de sais presentes na erva-sal.

Na forma de feno a erva-sal proporcionou ganhos de até 300 g/animal/dia para ovinos da raça Santa Inês confinados em rações em que esteve associada com palma-forrageira e concentrado ou apenas com concentrado (Mattos, 2009). Na forma de silagem, a erva-sal tem apresentado relativos perfis de fermentação e baixas perdas durante o processo de ensilagens na proporção de 75,28%:24,72% de erva-sal:capim-elefante, obteve o valor de 0,99% de perda de matéria seca de ensilagem (Santos, 2010).

#### **2.4 – Densidade de plantio e intervalos de corte na produção de forragem da erva-sal**

Todos esses aspectos apontam a erva-sal como um importante recurso forrageiro para ser cultivada em áreas áridas, semiáridas com presença de sais no solo e água com perspectivas de obtenção de elevada produção de forragem com boa qualidade. Estudos sobre a produtividade de *Atriplex nummularia* feitos na Tunísia constataram rendimentos de 2.000 a 5.000 kg de matéria seca/ha/ano, em solos profundos com precipitações pluviométricas de 200 - 400 mm, onde 50% da fitomassa

aérea correspondia à forragem (Le Houérou & Pontanier, 1987). Outros autores indicam rendimentos de 1.000 a 3.200 kg de matéria seca/ha/ano na África do Sul com precipitações anuais de 300 a 350 mm (Garcia, 1993). No Chile, registraram-se rendimentos de 500 a 900 kg de matéria seca/ha/ano, com precipitações de 100 a 220 mm/ano (FAO, 1996).

Entretanto, para que essa produção e qualidade possam ser otimizadas, é necessário ajustar práticas de cultivo como a adequação dos intervalos de corte e da densidade de cultivo, uma vez que esses dois fatores são fundamentais para a maximização da produção de forragem. Drake & Ungar (1989) apontam a densidade de cultivo como o mais importante fator a influenciar a quantidade de forragem produzida pela *Atriplex*. Cultivos mais adensados resultam em maior número de plantas por unidade de área e podem prejudicar o crescimento das plantas individualmente. Por outro lado, apesar de uma possível menor produção de forragem, em consequência dos menores espaços para o crescimento das plantas em espaçamentos mais adensados, o maior número de plantas na área pode resultar em maior produtividade de forragem.

Drake & Ungar (1989) avaliaram em casa de vegetação a produção de forragem da *Atriplex triangularis* em diferentes condições de salinidade do solo, adubação nitrogenada e densidades de cultivo; observaram que os cultivos mais adensados proporcionaram menores produções de forragem por planta de 62,8 g/100cm<sup>2</sup>, com o uso de elevadas ou baixas doses de adubação nitrogenada. Além disso, esses autores também observaram que os cultivos mais adensados podem promover menores taxas de sobrevivência das mudas transplantadas ou de germinação das sementes. Nesse mesmo estudo, o aumento na densidade de cultivo 100 plantas/100cm<sup>2</sup> não resultou em maior produção de forragem por unidade de área.

Além disso, de acordo com Greenword & Beresford (1980), a densidade de cultivo também pode promover alterações na evaporação de água pelas plantas. Esses autores observaram uma redução na evaporação de plantas individuais com o aumento da densidade de cultivo da *Atriplex vesicaria*, durante o verão. A evaporação diária individual de arbustos diminuiu significativamente com a proximidade cada vez maior de plantio, mais 1m<sup>2</sup> de solo circunvizinho. A evaporação do solo entre as plantas não foi afetada pelo espaçamento com média de 0,4 milímetros/dia. A integração dessas duas fontes de evaporação mostrou que a evaporação total aumentou significativamente com a proximidade do espaçamento de 0,7-1,3 mm. O lençol freático em parcelas com maior espaçamento de 10-20 cm mais profundo apresentou diferença significativa do

que com o maior espaçamento. Isso sugere que a *Atriplex* pode ter um papel hidrológico no sal de recuperação de terras para além do seu valor como uma planta forrageira.

Malcolm et al. (1998) complementam que é possível reduzir os custos de implantação de áreas de cultivo da erva-sal sem prejuízos na produção de forragem, utilizando menos plantas por unidade de área principalmente, quando são utilizadas plantas com copas mais largas, que ocupam melhor os espaços entre as plantas e linhas.

Quanto a intervalos de corte ou pastejo, os valores encontrados na literatura variaram de três meses a três anos (Baghestani Meybodi et al., 2006; Baghestani Meybodi & Sanadgol, 2007). De acordo com Baghestani Meybodi et al. (2006), que avaliaram as respostas produtivas da erva-sal cultivada em três espaçamentos entre linhas (2, 4 e 6 m), cinco alturas de corte da planta (0, 20, 40, 60 e 80 cm) e três intervalos de corte (uma, duas e três vezes ao ano) durante dez anos, plantas mais vigorosas foram obtidas com o uso de cultivos adensados (2 m entre linhas) em relação aos demais, com cortes realizados uma vez ao ano a uma altura de 60 cm em relação ao nível do solo. Nesse mesmo estudo, os autores observaram que o aumento na intensidade de cortes (duas e três vezes ao ano) promoveu um menor vigor às plantas.

Já Baghestani Meybodi & Sanadgol (2007), que também avaliaram os efeitos de três espaçamentos entre linhas (2, 4 e 6 m) e três idades de corte (anual, bianual e trianual) além de quatro alturas de corte (0, 20, 40 e 60 cm) com *Atriplex lentiformis*, durante oito anos, relataram maiores produtividades com o uso dos cultivos mais adensados (2 m entre linhas) a uma altura de corte de 60 cm. Esses mesmos autores não encontraram efeitos do intervalo de cortes sobre a produtividade. Contudo, os intervalos adotados nesse estudo (anual, bianual e trianual) foram bem superiores aos utilizados por Baghestani Meybodi et al. (2006), que trabalharam com intervalos, que variaram de quatro meses a um ano.

As respostas produtivas e qualitativas das plantas do gênero *Atriplex* em virtude das alterações nas densidades de cultivos e intervalos de corte podem ser determinadas por diversos fatores tanto fisiológicos quanto estruturais, sendo que ambos são fortemente influenciados pela mudança nos aspectos relacionados ao cultivo da planta.

Os fatores estruturais, além de participarem da determinação da produção e produtividade de forragem, também são importantes para os componentes qualitativos da planta. Nesse contexto, duas plantas podem apresentar semelhantes produções de forragem, contudo uma pode apresentar mais folhas ou material forrageiro em relação à

outra, o que afeta consideravelmente sua qualidade como forragem. Malcolm et al. (1988) relataram a obtenção de diferentes relações folha:caule para diferentes espécies de plantas do gênero *Atriplex* e diferentes estratégias de cultivo como as promovidas pelas alterações na densidade de cultivo.

Assim, Wang et al. (2005) avaliaram as respostas em crescimento (estruturais) e fotossíntese líquida da *Atriplex prostate* em diferentes densidades de cultivo e observaram que o aumento na densidade de plantas na área a campo proporcionou uma redução em 30% na altura das plantas, 82%, na produção de matéria seca de caules, 80% de produção de matéria seca de folhas e 85% de produção de matéria seca de raízes. Além disso, essa maior densidade de cultivo promoveu uma pronunciada redução na área foliar, da ordem de 72% e 29% de redução no comprimento de entrenós maduros e 50% na taxa fotossintética líquida. Essa redução no crescimento representada pelas menores massas de folhas, colmos, raízes e altura das plantas foram justificadas pela redução na área foliar e, conseqüentemente, na taxa fotossintética líquida além de menores condutâncias estomatais e taxas de transpiração.

Além dos efeitos promovidos na composição estrutural citada acima, a densidade de cultivo e os intervalos de corte podem afetar também outros atributos da planta como a densidade e o diâmetro das plantas e causar considerável alteração na produção de forragem, especialmente quando se trata de *Atriplex nummularia*, que é uma planta que apresenta comportamento de crescimento vertical em planta de porte menor; porém, com emissão de novos caules sobre os já existentes, contribui no incremento do seu acúmulo de biomassa sobre este, o que promove mudança do comportamento para menos vertical (semiereto). Outro fator importante observado em plantas arbustivas cultivadas em sistemas mais adensados e colhidas em intervalo de tempo menor é a redução da proporção de caules grossos em relação aos caules finos, além de esses, possuírem tamanhos e diâmetros menores em relação aos cultivos menos adensados e com maiores períodos de cultivo. Essas maiores proporções de caules finos são de fundamental importância para assegurar melhor qualidade de forragem conservada, tanto na forma de feno como de silagem, possibilitando, com isso, melhores respostas no desempenho dos ruminantes.

Apesar disso, foram poucas as informações encontradas na literatura nacional e internacional com relação às respostas produtivas e estruturais aliadas às práticas de cultivo das plantas do gênero *Atriplex*, sobretudo da *Atriplex nummularia*, que é a principal espécie cultivada como parte do programa Água Doce no semiárido brasileiro.

Por outro lado, os conhecimentos dessas informações são de fundamental importância para o estabelecimento de práticas de cultivo dessa planta nas condições ambientais do semiárido brasileiro.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga, na Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, a uma latitude de 09°09”Sul, longitude de 40°22”Oeste e altitude de 365,5 m.

Foram avaliadas quatro densidades de cultivo (625; 1.111; 2.500 e 10.000 plantas/ha) representados pelo uso dos espaçamentos 4x4; 3x3; 2x2 e 1x1 m, respectivamente, entre plantas e linhas, além de três intervalos de cortes (6, 9 e 12 meses), com três repetições num delineamento em blocos completamente casualizados (Figura 22).

Para isso, foi necessária uma área experimental de 4.320 m<sup>2</sup>, subdividida em 36 parcelas 16 m<sup>2</sup>, 64 m<sup>2</sup>, 144 m<sup>2</sup> e 256 m<sup>2</sup> de área cultivada com 16 plantas/parcela, sendo que apenas 4 m<sup>2</sup>, 16 m<sup>2</sup>, 36 m<sup>2</sup>, e 64 m<sup>2</sup> foram considerados como área útil de avaliação com quatro plantas centrais por parcela, enquanto as demais (12 plantas/parcela) foram consideradas como bordadura (Figura 2).

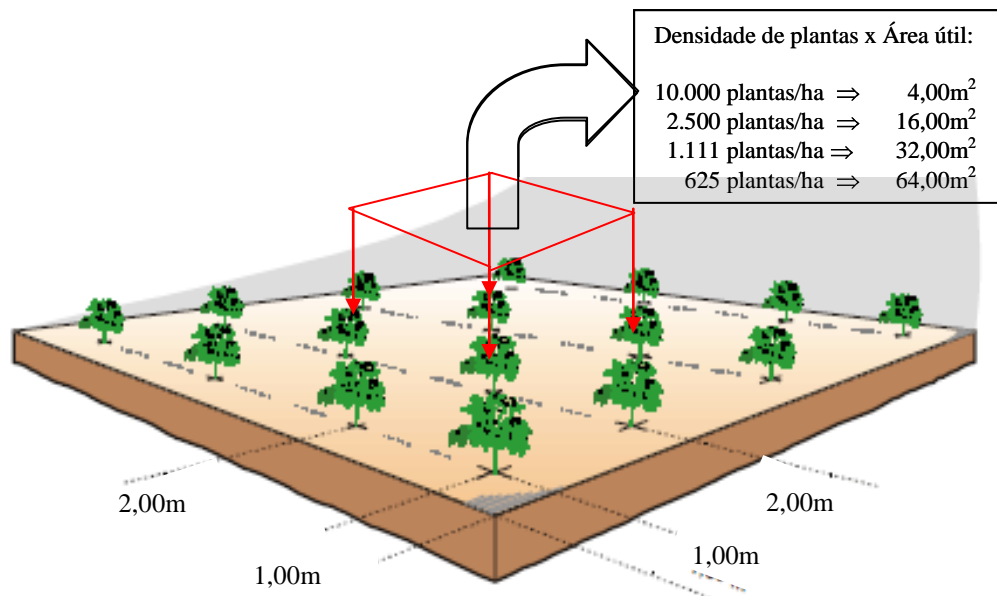


Figura 2 – Ilustração da parcela com o uso da densidade de cultivo de 2.500 plantas/ha com a identificação da área útil e bordadura.



Esta pesquisa foi desenvolvida em uma área de cultivo de *Atriplex nummularia* já implantada há três anos, realizando o corte de uniformização na altura de 50±10cm do nível do solo em todas as plantas da área experimental.

Antes do plantio, foram realizadas análises químicas e físicas do solo, a partir de amostras retiradas em três profundidades (0-30; 30-60 e 60-90 cm), sendo que os resultados estão apresentados na Tabela 1. A área foi submetida ao preparo convencional do solo, composto por aração, gradagem cruzada e sulcamento com espaçamentos de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 m entre os sulcos, respectivamente. O solo foi classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico Abruptico Plíntico (Porto et al., 1999).

Tabela 1 -Valores médios das análises químicas e físicas do solo coletadas em três profundidades (0-30; 30-60 e 60-90 cm) na área do campo experimental da caatinga da Embrapa Semiárido

-----Análise química-----													
Profund.	MO	pH	C.E.	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	CTC	V
---cm---	g/kg	---	dS/m	mg/dm <sup>3</sup>	-----cmol/dm <sup>3</sup> -----								
0-30	8,39	5,47	0,26	4,22	0,24	1,61	0,70	0,027	0,16	2,31	2,47	4,76	51,44
30-60	5,29	5,23	0,36	1,44	0,26	2,52	1,92	0,031	0,21	2,40	4,74	7,89	66,44
60-90	4,23	5,40	0,27	1,00	0,17	2,58	2,81	0,047	0,11	2,12	5,60	7,72	72,11

-----Análise Física-----							
Profund.	Areia	Silte	Argila	Densidade Real	Densidade do solo	Água retida	
---(cm)---	-----%-----			-----g/cm <sup>3</sup> -----		Capacidade de campo	Ponto de murcha
						-----%	-----%
0-30	79,11	8,56	12,33	2,59	1,45	11,62	5,04
30-60	54,33	8,44	37,22	2,65	1,41	19,00	12,04
60-90	48,22	6,44	45,33	2,62	1,37	19,81	14,64

Profund. = profundidade, MO = matéria orgânica, pH = potencial hidrogeniônico, C.E = condutividade elétrica, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Na = sódio, Al = alumínio, H+Al = hidróxido de alumínio, SB = soma da base , CTC = capacidade de troca de cátions, V= volume. (Amorim et al. 2004b).

O material vegetativo (caules) utilizado no plantio de toda a área foi oriundo de uma mesma planta num único corte. Esses caules possuíam diâmetros inferiores a 0,5 cm e comprimentos de aproximadamente 10 cm e foram introduzidos em sacos plásticos, contendo cerca de 2 kg de mistura composta por três partes iguais de areia, barro e esterco curtido, sendo mantidos em ambiente protegido com irrigação diária e transplantados após 45 dias para a área de cultivo.

As mudas foram plantadas em covas com dimensões de 30 x 30 x 30 cm, as quais receberam previamente cinco litros de esterco caprino curtido e 150 g de superfosfato simples por cova. Já na adubação de manutenção, foi mantida a mesma proporção usada na implantação, aplicada ao final de cada ano de cultivo (Porto et al., 2000).

Para a irrigação das plantas, foi utilizado o sistema de sulcos (Figura 3), utilizando somente o rejeito do processo de dessalinização, após ter sido utilizado anteriormente no cultivo da tilápia rosa (*Oreochromis* sp.), como ilustrado na Figura 4. As características físico-químicas das águas coletadas no poço, pós-dessalinização (potável), pós-dessalinização (rejeito), no tanque de cultivo das tilápias e após a saída do mesmo seguindo para a irrigação das áreas de cultivo da erva-sal estão apresentadas na Tabela 2.



Figura 3 – Erva-sal irrigada por sulco com o rejeito da dessalinização de água salobra, com um ano de idade na densidade de 2.500 plantas/ha (Amorim et al. 2004).

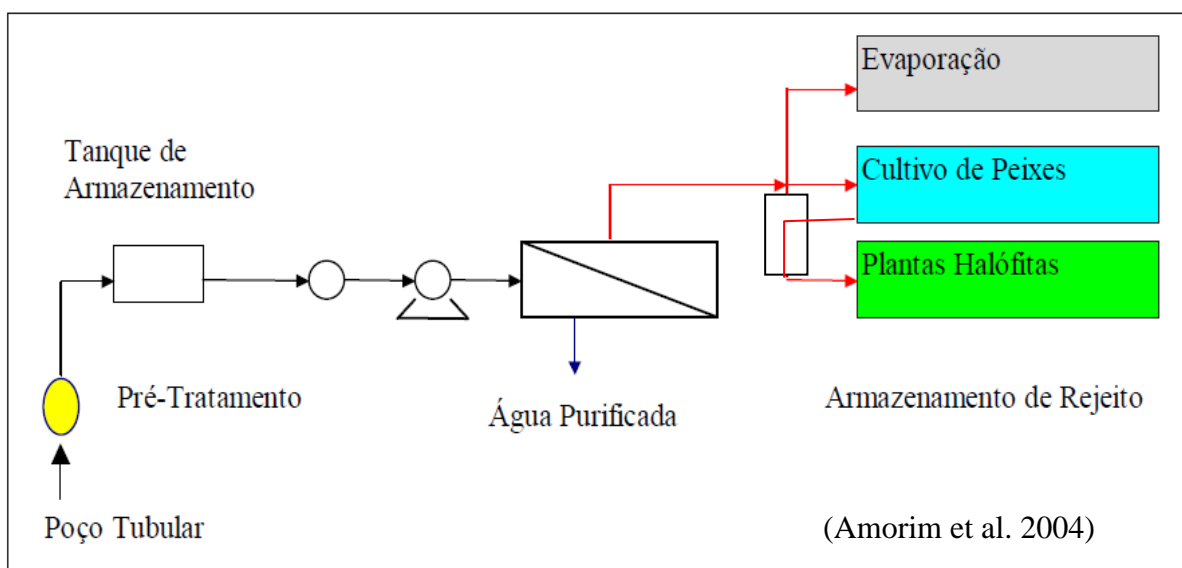


Figura 4 - Fluxograma do sistema de dessalinização e acondicionamento dos rejeitos.

Tabela 2 – Composição físico-química das águas do poço artesiano do campo experimental da caatinga, da água dessalinizada (dessalz), pós - dessalinização (rejeito), no tanque de cultivo das tilápias (viveiro) e após a saída do viveiro para irrigação (irrigação)

Identificação	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	Cl <sup>-1</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	pH	CE (dS/m)	Dureza (mg/L)
Dessalz.	0,16	00,10	2,83	0,01	0,00	0,23	2,57	0,00	7,4	0,37	12,01
Poço	20,60	39,12	29,83	0,69	0,00	10,33	77,57	0,00	7,5	8,66	2.752,75
Rejeito	21,31	33,32	36,77	0,80	0,00	9,50	79,73	0,05	7,6	8,96	3.632,63
Viveiro	19,39	28,01	39,13	0,82	0,00	9,00	79,73	0,53	8,0	8,77	2.852,85
Irrigação	13,63	30,75	42,40	0,74	0,00	7,50	79,27	0,30	8,2	8,43	2.252,25

Dessalz. = dessalinizada, Ca<sup>+2</sup> = cálcio, Mg<sup>+2</sup> = magnésio, Na<sup>+</sup> = sódio, K<sup>+</sup> = potássio, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> = carbonato, Cl<sup>-1</sup> = cloreto, HCO<sub>3</sub><sup>-1</sup> = bicarbonato de carbono, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> = sulfato, pH = potencial hidrogeniônico, CE (dS/m) = condutividade elétrica, Dureza (mg/L) = dureza, (Amorim et al. 2004)

A lâmina de água utilizada na irrigação correspondeu a 25 L/m linear de sulco, equivalente a 50% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) média semanal da região (Tabela 3). Considerando as diferentes densidades de cultivos, foram aplicados 400; 800; 1.200 e 1.600 litros/parcela nas áreas com 10.000; 2.500; 1.111 e 625 plantas/ha, respectivamente. A quantidade de água aplicada foi o equivalente a 25, 50, 75 e 100 litros por planta semanalmente.

Tabela 3 - Dados da precipitação pluviométrica mensal (mm), temperatura média mensal (°C), temperatura mínima média mensal (°C), temperatura máxima média mensal (°C), umidade relativa do ar (%) e evaporação média (mm), durante o período do experimento, Petrolina-PE, 2008-2009

Precipitação pluviométrica mensal (mm)													
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
2008	27,0	75,1	183,4	165,0	12,1	5,1	0,3	1,2	0,0	0,0	0,0	54,6	523,3
2009	45,7	127,0	152,9	223,6	85,4	14,5	3,6	1,0	0,0	<b>105,7</b>	<b>0,0</b>	<b>49,0</b>	808,4
Temperatura média mensal (°C)													
2008	28,1	27,0	25,9	25,3	24,6	23,8	23,4	24,9	26,7	27,7	28,7	27,1	26,1
2009	27,5	26,1	26,2	25,5	24,2	23,6	23,3	25,2	27,1	27,0	27,4	27,4	26,0
Temperatura mínima média mensal (°C)													
2008	22,8	22,4	22,2	21,3	20,4	18,6	18,3	19,5	20,7	21,7	23,2	22,6	21,2
2009	23,0	22,1	22,1	21,9	21,4	19,5	19,3	19,5	20,9	22,3	22,0	23,0	21,5
Temperatura máxima média mensal (°C)													
2008	34,6	33,4	31,7	30,8	30,5	30,1	29,4	31,5	33,5	34,6	36,1	33,5	32,5
2009	34,3	32,4	33,0	31,1	28,8	29,7	30,9	31,8	34,4	33,7	34,8	33,7	32,4
Umidade relativa do ar (%)													
2008	52	62	74	78	72	65	61	56	51	50	55	61	61
2009	59	71	74	81	83	73	69	59	49	64	55	60	66
Evaporação média (mm)													
2008	10,0	7,5	5,7	5,4	4,0	6,0	6,8	8,1	9,5	10,3	10,4	7,8	7,8
2009	8,7	6,1	6,7	5,2	5,5	4,9	6,5	7,9	9,3	8,2	9,0	7,3	7,0

Fonte: Estação meteorológica do Campo Experimental de Bebedouro – Embrapa Semiárido, (2010)

Foram realizadas quatro capinas manuais a cada ano para o controle das ervas daninhas, além de quatro aplicações anuais de inseticidas para controle de lagartas da folha, sendo utilizados 20 g de acetato e 20 mL de Thiodan<sup>R</sup> para cada 20 litros de água, gerando uma calda, que foi aplicada por meio de pulverizador costal.

Os cortes foram realizados a  $50\pm 10$  cm do solo em março/2009, junho/2009 e dezembro/2009, com tesoura de poda (Figura 5A e B). O material colhido em cada uma das quatro plantas da área útil foi pesado *in natura* (Figura 6A e B). Uma fração da amostra da planta inteira, pesando aproximadamente 250 g, foi submetida à estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a  $55^{\circ}\text{C}$ , para a obtenção de seu teor de matéria seca (MS).

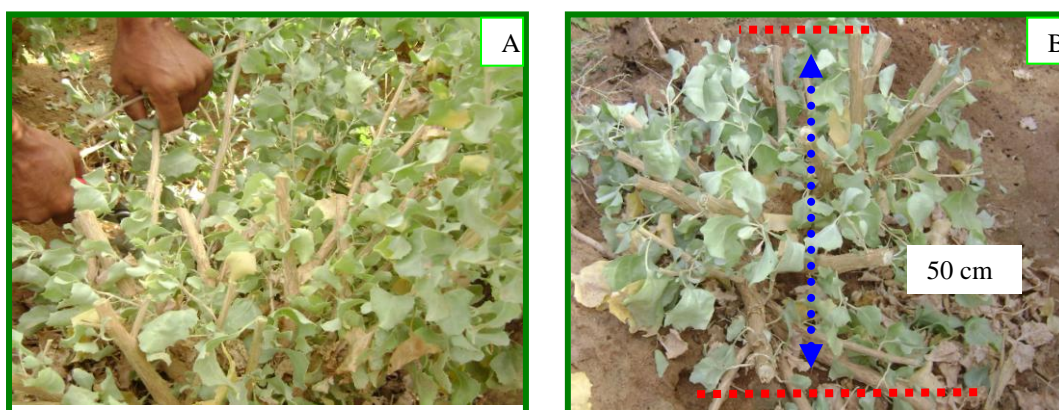


Figura 5 – Corte manual com tesoura de poda (A) e planta de erva-sal após o corte (B).

As massas de folhas, caules finos e grossos (kg de MS/ha) foram estimados a partir da separação do material forrageiro obtido após o corte de cada uma das plantas da área útil da parcela em folhas (Figura 7A), caules finos (Figura 7B) e caules grossos (Figura 7C). Cada uma dessas frações foi pesada *in natura* e uma amostra de aproximadamente 250 g foi submetida à estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a  $55^{\circ}\text{C}$ , para a obtenção de seu teor de MS. As massas desses componentes foram determinadas a partir do peso de cada fração, em função de seu respectivo teor de MS, multiplicado pelo número de plantas. O resultado da divisão entre o valor da produção de matéria seca de folhas em relação a massa de caules, que foi caracterizado como a relação folha:caule. A produção de matéria seca de caules utilizada para a obtenção da relação folha:caule foi a soma de caules finos e grossos.

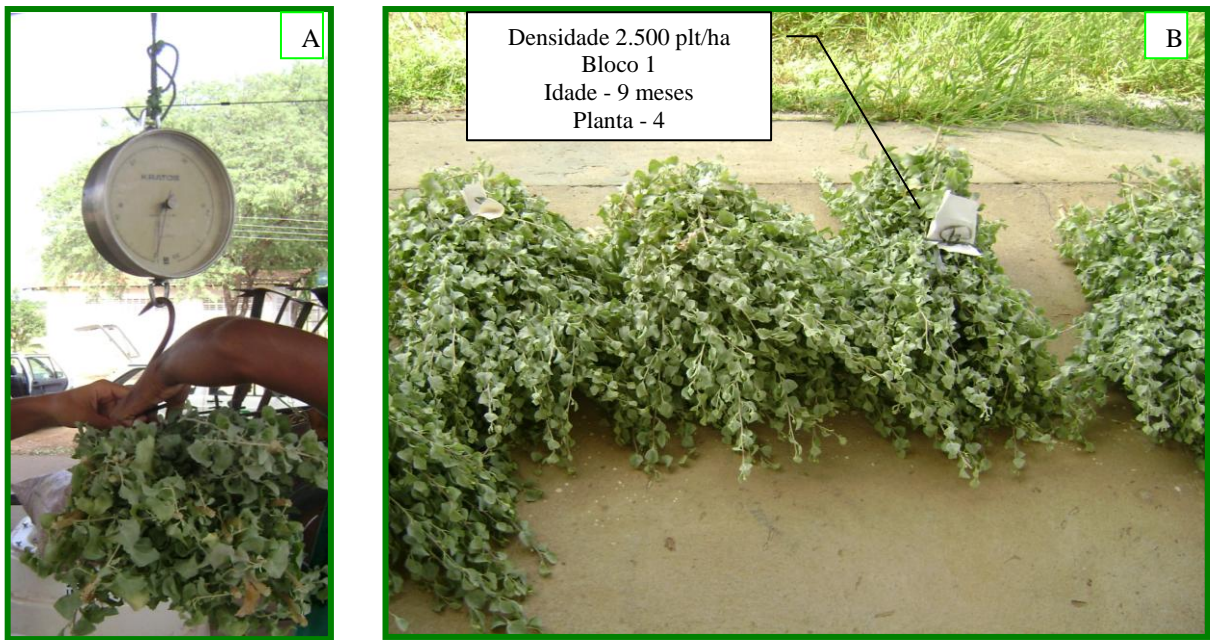


Figura 6 – Pesagem individual de erva-sal (A) e identificação das quatro plantas por parcela colhida nas densidades de 2.500 plantas/ha do corte aos nove meses (B).

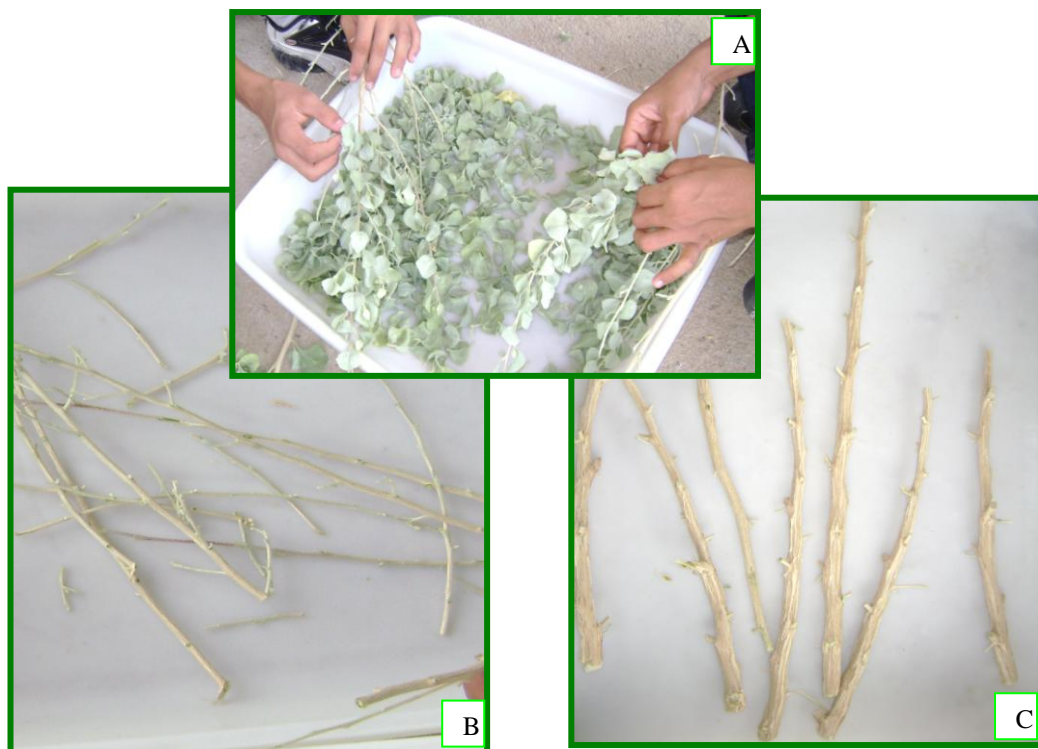


Figura 7 – Fracionamento da matéria seca da erva-sal em folha (A), caules finos (B) e Caules grossos (C).

Foi considerado como folha apenas a lâmina foliar. Os caules finos compreenderam os caules tenros com diâmetros inferiores  $5\pm 1,5$  mm enquanto que foram considerados como caules grossos aqueles com diâmetros entre  $>5\pm 1,5$  a  $10\pm 1,5$  mm, medidos individualmente com o auxílio de paquímetro digital.

Para determinar o comprimento médio dos caules finos e grossos, utilizou-se régua graduada em centímetros, medindo-se todos os caules individualmente desde a base da incisão do corte até a sua extremidade (Figura 8A e B), exceto para os caules finos, os quais foram medidos a partir de uma subamostra de 500 g. O número de caules grossos foi determinado por meio da contagem de todos os caules da planta, após o corte e a identificação dos mesmos. Já o número de caules finos foi estimado por meio da contagem do número desses componentes presentes numa amostra de 500 g, sendo esse valor extrapolado para o peso total da amostra de caules finos.

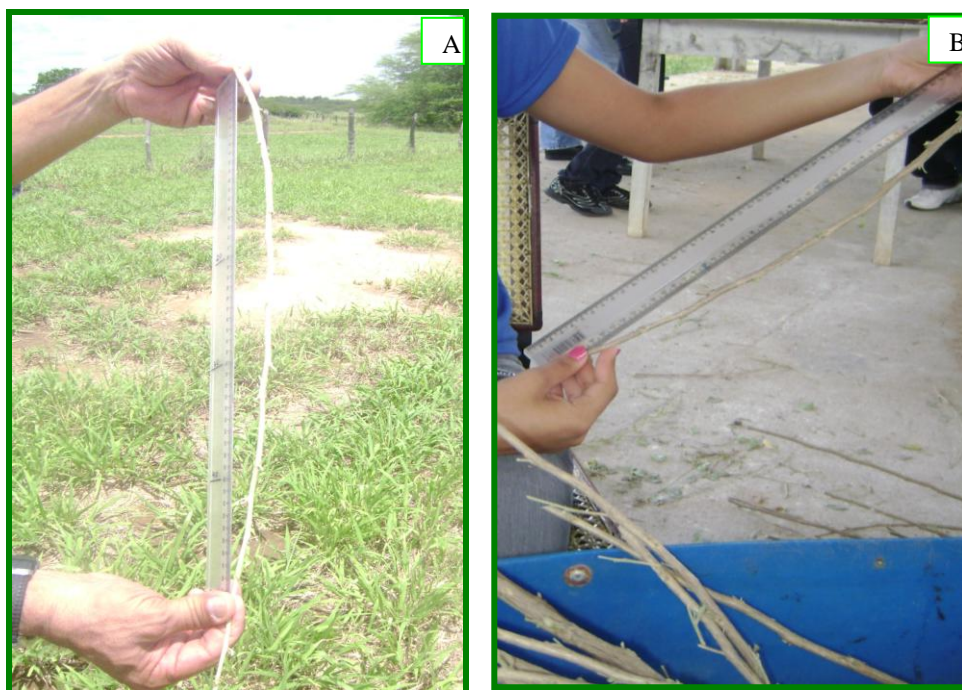


Figura 8 – Leitura do comprimento dos caules finos (A) e grossos (B) da erva-sal.

A área foliar ( $\text{cm}^2$ ) foi determinada em um medidor de área foliar (Li-Cor, modelo 3.100) a partir de uma subamostra de 125 g de folhas oriundas de uma única planta. Cada folha foi disposta individualmente sobre a base plástica incolor dos rolos contenedores do medidor de área foliar, de forma que não houvesse sobreposição de folhas no momento da leitura (Figura 9A e B). Essa avaliação foi realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Semiárido. Após essa leitura, as amostras

de folhas foram acondicionadas em sacos de papel e enviadas ao Laboratório de Forragicultura da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) para determinação dos teores de MS, submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, durante 72 horas.

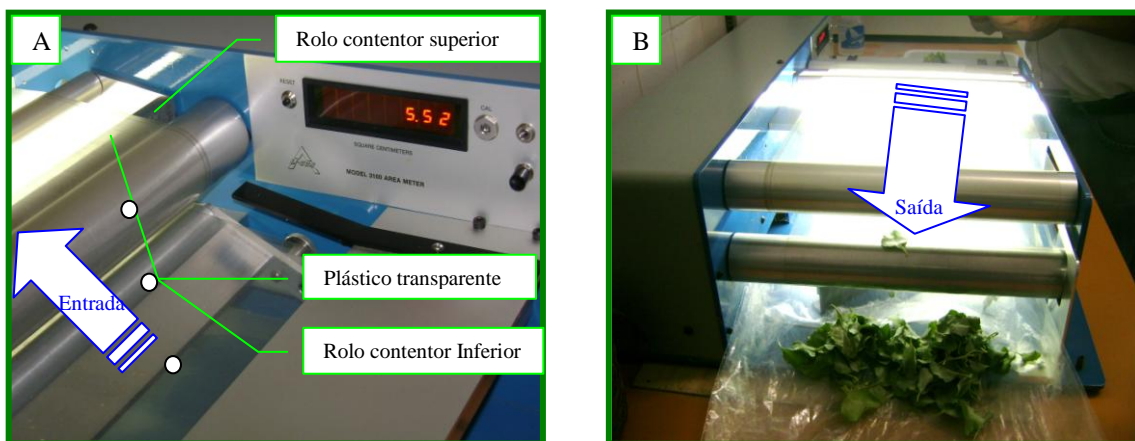


Figura 9 – Aparelho utilizado para leitura da área foliar com vista entrada (A) e saída (B) da folhas da erva-sal.

A altura da planta (Alt-Plt) foi determinada por meio do uso de trena com 3 m de comprimento, graduada em centímetros, medindo-se na parte central da planta desde o nível do solo até as extremidades dos caules (meristemas apicais) das quatro plantas úteis de cada parcela (Figura 10A e B).

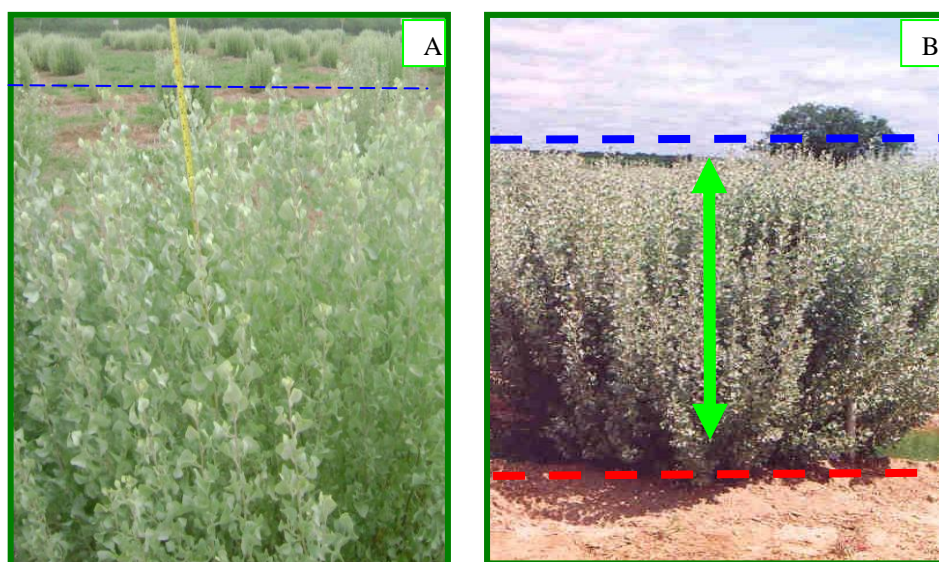


Figura 10 – Leitura da altura da planta com trena graduada em centímetros, antes do corte da erva-sal.

A densidade volumétrica foi calculada dividindo-se o valor da produção de matéria seca pela altura para cada uma das quatro plantas da área útil da parcela, sendo expressa em kg de MS/cm/ha.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados em arranjo fatorial 4x3 em três repetições. Os dados foram analisados por meio de análise de variância ( $P>0,05$ ) e, quando significativo, procedeu-se à análise de regressão polinomial pelo programa estatístico (SAS, 1993).



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca total (PMST) foi afetada pelos intervalos de corte, pela densidade de cultivo e pela interação entre esses dois fatores ( $P < 0,05$ ).

Com o uso da densidade de cultivo com 625 plantas/ha, foi possível obter PMST de 17,06; 12,72 e 13,27 kg/ha/dia, enquanto que o cultivo com 10.000 plantas/ha as PMST foram 52,92, 47,90 e 56,07 kg/ha/dia, equivalentes aos intervalos de seis, nove e 12 meses. Essas maiores produções obtidas com a densidade de 10.000 plantas/ha, em relação a 625 plantas/ha, expressaram incrementos de 310,20%; 376,57% e 422,53%, nos intervalos de corte de seis, nove e 12 meses, respectivamente, demonstrando que todos os intervalos de corte obtiveram maiores produções ao elevar a densidade de cultivo (Figura 11).

Na densidade de 10.000 plantas/ha permitiram maiores efeitos dos intervalos de corte em relação à menor densidade (625 plantas/ha). Isso contribuiu para expressar o maior PMST da erva-sal ao ser cultivado mais adensado.

A maior produção de forragem da erva-sal por unidade de área (hectare), possivelmente se deu em virtude do maior número de plantas nos cultivos mais adensados, embora a produção de forragem por planta possa ter sido reduzida pelas maiores densidades de cultivo. Maiores produções de matéria seca por unidade de área de plantas do gênero *Atriplex* também foram observadas por Banwari (2001), Benjamin et al. (1995); Baghestani Meybodi et al. (2006); Baghestani Meybodi & Sanadgol (2007); Mahdavi et al. (2009), quando houve aumento na densidade de cultivo. Esses autores também relataram redução na produção individual das plantas do gênero *Atriplex* com o uso de maiores densidades de cultivo; contudo, em virtude do maior número de plantas na área, foi possível obter maiores produtividades.

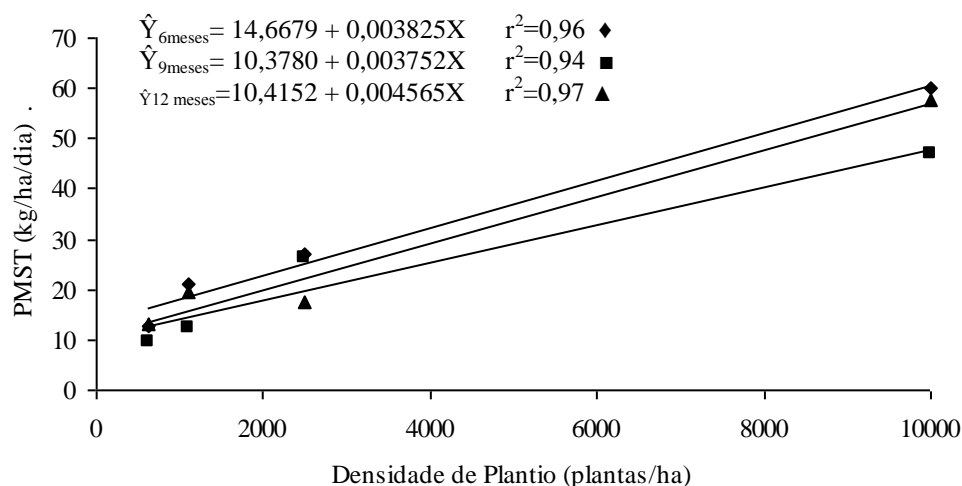


Figura 11 - Produção de matéria seca total (PMST) da erva-sal cultivada em diferentes densidades de plantio e intervalos de corte.

Quanto aos intervalos de corte, os resultados encontrados no presente estudo não estão de acordo com os apresentados por Baghestani Meybodi & Sanadgol (2007), que avaliaram os efeitos três intervalos de corte (anual, bianual e trianual) para a *Atriplex lentiformis* durante oito anos e relataram que esses intervalos não afetaram a produção de matéria seca da planta. Contudo, Baghestani Meybodi & Sanadgol (2007), além de trabalharem com outra espécie de *Atriplex*, também utilizaram maiores intervalos de corte em relação ao presente estudo.

A PMST encontrada no presente estudo também foi maior em relação à relatada por Le Houerou, (1986), entre 27,40-41,10 kg/ha/dia, quando irrigada e cultivada em elevadas densidades, entre 15.000 a 28.000 plantas/ha. Já Glenn et al., (1998), com plantas irrigadas com água salina encontrou valores de PMST, que variaram de 60,27 a 79,45 kg de MS/ha/dia, com densidade de cultivo de 28.000 plantas/ha, o que demonstra, mais uma vez, que a erva-sal cultivada, em maior adensamento, resulta em maiores produtividades por área.

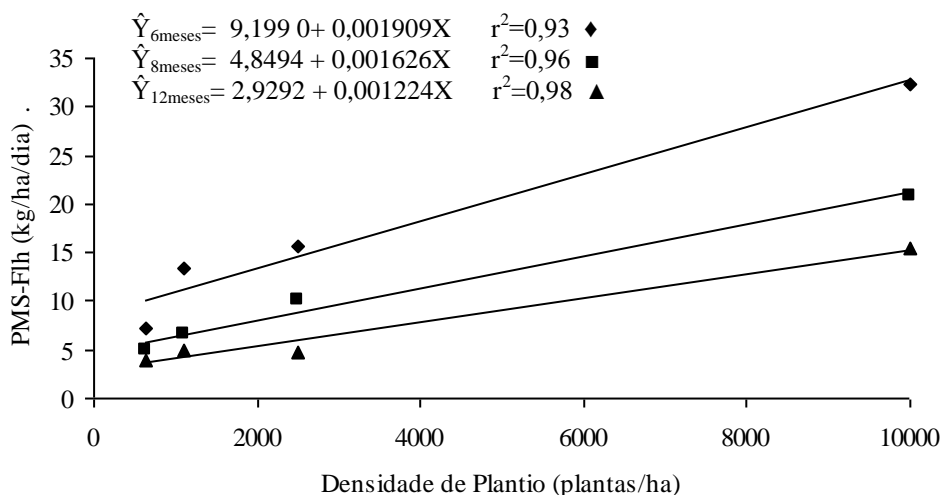


Figura 12 - Produção de matéria seca de folhas (PMS-Flh) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte.

A PMS-Flh foi afetada ( $P < 0,05$ ) tanto para densidade de cultivo como pelos intervalos de corte. Entretanto, a PMS-Flh não foi influenciada pela interação entre a densidade de cultivo e intervalos de corte ( $P > 0,05$ ). Assim, ao comparar a PMS-Flh dos seis (10,39 kg/ha/dia) com as dos nove (5,87 kg/ha/dia) e doze meses (3,69 kg/ha/dia), é possível observar que houve decréscimo relativos de 43,41% (seis x nove meses) e decréscimo de 64,49% (seis x doze meses) na densidade de 625 plantas/ha, enquanto que, na densidade de 10.000 plantas/ha, as PMS-flh foram 28,29 (seis meses), 21,11 (nove meses) e 15,17 kg/ha/dia (12 meses), correspondente a uma redução de 34,01% e 46,38%, ou seja, houve maior acúmulo de folhas no menor intervalo de corte (seis meses) quando comparado aos demais intervalos (Figura 12).

Esse decréscimo pode ser justificado pela mudança do estágio fenológico ocorrido na planta que, a partir dos nove meses, iniciou sua fase reprodutiva até os doze meses, sendo que, aos nove meses, observou-se redução no tamanho dos entre-nós, em alguns dos caules finos terminais, bem como no tamanho das folhas, sobre os mesmos. Já, aos 12 meses, essas diferenças morfológicas foram mais acentuadas, principalmente pela maioria dos caules finos terminais por estarem em processo reprodutivo. Somado à maior senescência das folhas, contribuiu para a redução da PMS-Flh nos maiores intervalos de corte.

Por outro lado, ao comparar a diferença dos valores de PMS-Flh obtidos nas densidades de 625 e 10.000 plantas/ha, foi possível observar aumentos de 272,28%; 359,63% e 411,11%, respectivamente nos intervalos de corte de seis, nove e 12 meses.

Isso demonstra que, na maior densidade de cultivo, a PMS-Flh é maior, assim como, o menor intervalo de corte (seis meses) demonstrou ser mais vantajoso para incremento da PMS-Flh.

A PMS-CF foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelas densidades de cultivo, pelos intervalos de corte e também pelas interações entre as densidades de cultivo e os intervalos de corte. Ao comparar as PMS-CF de 3,10 kg/ha/dia aos seis meses de idade; 2,99 kg/ha/dia aos nove e 2,97 kg/ha/dia aos doze meses na densidade de 625 plantas/ha, o que corresponde a decréscimos de 3,55% e 4,19% ao comparar o corte dos seis meses de idade com os de nove e 12 meses, enquanto que, na densidade de 10.000 plantas/ha com as produções de 13,24 (seis meses), 14,09 (nove meses) e 17,99 kg/ha (12 meses), resultaram em aumentos de 6,42% e 35,88%, ou seja, houve maior acúmulo de caules finos nos intervalos de corte e densidades maiores (Figura 13).

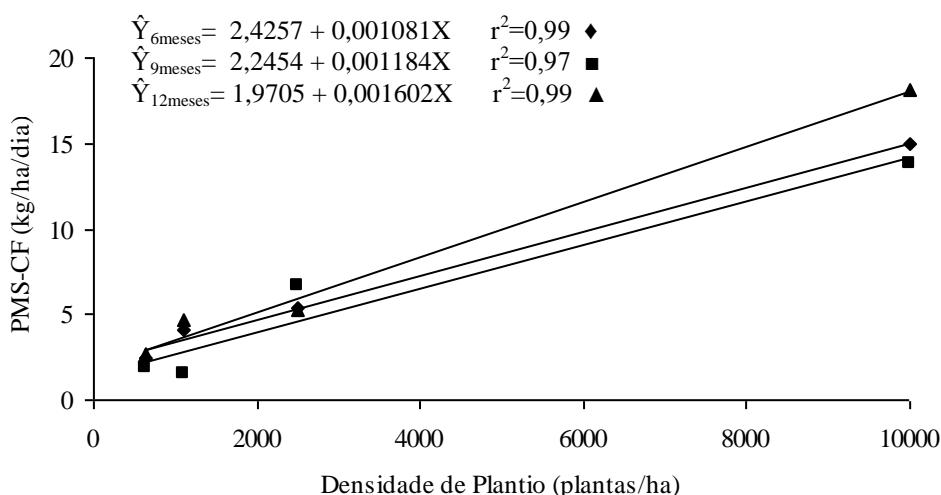


Figura 13 - Produção de matéria seca de caules finos (PMS-CF) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte.

Também a PMS-CG foi afetada ( $P < 0,05$ ) pelas densidades de cultivo, intervalos de corte e interação entre esses fatores. Ao comparar a PMS-CG da erva-sal aos seis meses (3,56 kg/ha/dia) com a encontrada aos nove (3,88 kg/ha/dia) e aos 12 meses (6,58 kg/ha/dia), na densidade de 625 plantas/ha, foram observados incrementos da ordem de 8,98% e 34,83% com o avanço na idade de corte de seis meses para nove e 12 meses, enquanto que, para a densidade de 10.000 plantas/ha, esses percentuais foram de 11,69% e 109,31%, compreendidos, também, pelas transformações sobre as mudanças morfológicas da planta para sustentar a sua arquitetura, necessárias para o

maior acúmulo de biomassa obtida nos nove e 12 meses em relação aos seis meses, em todas as densidades de cultivo estudadas (Figura 14).

Ao comparar a densidade de cultivo entre 625 e 10.000 plantas/ha, observa-se que houve aumentos relativos de 319,66%; 327,58% e 362,00% nas idades de corte de seis, nove e 12 meses de idade, respectivamente, na PMS-CG.

Para as gramíneas, a produção de biomassa está em função do incremento dos valores das características estruturais, tais como: tamanho da folha, número de perfilhos/planta e número de folhas/perfilho, enquanto que as plantas arbustivas, como é o caso da erva-sal, as características estruturais podem ser caracterizadas pelo tamanho e peso específico por unidade de área ( $\text{g/cm}^2$ ) da folha, o número de folhas sobre os caules finos e o número de caules grossos por planta, que também possuem correlações positivas com o acúmulo de biomassa da parte aérea.

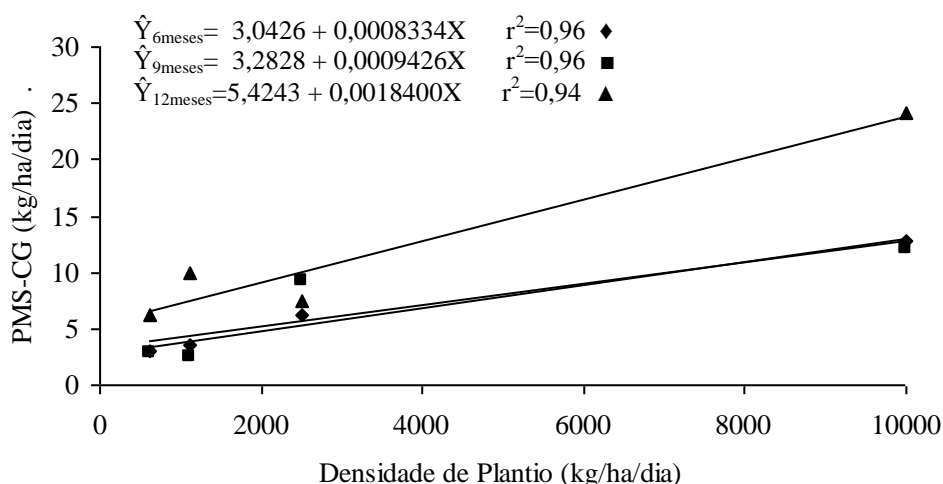


Figura 14 - Produção de matéria seca de caules grossos (PMS-CG) da erva-sal cultivada em diferentes densidades e intervalos de corte.

A diferença que existe é que, em gramíneas, a unidade de crescimento é o perfilho (Hodgson, 1990), enquanto que, nas plantas arbustivas, essa unidade está associada ao número de caules e/ou ramos. Sendo esses considerados como caules finos no início do estágio vegetativo e com o avanço da idade fisiológica da planta, os mesmos se transformam em caules grossos, seguidos de caules lenhosos.

Esses resultados obtidos, com a PMS-CG e PMS-CF, são componentes das frações da planta, que complementam a PMST, além de permitirem a determinar práticas de manejo, que visam tanto à produção de forragem/ha, como também manter a qualidade.

Observou-se, também, que tanto o maior adensamento quanto a menor idade de corte proporcionaram maiores acúmulos de PMS-CF em relação a PMS-CG, como foi demonstrado pela relação CF/CG de 0,87; 0,77 e 0,45 no espaçamento de 625 plantas/ha e de 1,16; 1,11 e 0,76 na densidade de 10.000 plantas/ha para as idades de corte de seis, nove e 12 meses, respectivamente. Furtado (2002) cultivou a Atriplex na densidade de 2.500 plantas/ha, colheu aos seis meses e obteve a relação CF/CG de 0,90, que foi inferior ao obtido da presente pesquisa de 1,01 (2.500 plantas/ha colhida aos seis meses), enquanto Porto et al. (2006) e Barroso et al. (2006), que, em ambos os casos, cultivaram a erva-sal com 625 plantas/ha e colheram aos 12 meses de idade, obtiveram relação média de 0,96 e 1,04, ou seja, superior ao obtido na presente pesquisa, nas mesmas densidades de cultivo e intervalos de corte.

Assim, os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram que, ao colher a erva-sal, com intervalos de cortes de 12 meses com menores densidades de cultivo (625 plantas/ha), conforme já demonstrado pela relação CF/CG, poderá contribuir para reduzir a qualidade bromatológica da forragem, já que, na fração do caule grosso, possui menores teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e maiores de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) (Barroso et al., 2006), além de mesma aumentar as sobras após a oferta de silagens e/ou fenos, pela presença de caules não consumíveis pelos ruminantes.

Quanto maiores os valores da relação CF/CG, melhor poderá ser o valor nutritivo da forragem. A forragem com alta relação CF/CG pode contribuir para com os processos de trituração no momento da conservação (silagem e/ou feno), bem como melhorar o consumo pelos animais, possibilitando melhores desempenhos dos animais.

A relação folha/caule (Rel-F:C) não foi afetada ( $P>0,05$ ) pelas densidades de cultivo e nem pela interação entre densidade de cultivo e intervalo de cortes, observando influência significativa apenas para os intervalos de corte ( $P<0,05$ ), como foi demonstrado na (Tabela 4), onde os intervalos de cortes foram representados pela equação linear decrescente, demonstrando que, ao aumentar o intervalo de corte de seis meses para 12 meses resulta numa redução na relação Flh/C de 0,17/mês, o que demonstra que, ao elevar idade da planta, houve maiores acúmulos da matéria seca na fração do caule em relação à folha. Isso demonstra que, quanto mais jovem a erva-sal é colhida, maior é o valor obtido de relação Flh/C, já que o avanço na idade de corte favorece maiores acúmulos de caules, principalmente os grossos, como já descrito anteriormente pela relação de CF/CG.

Valores de 0,89, na relação Flh/C, foram observados tanto por Porto et al. (2006) como por Barroso et al. (2006), ambos com a densidade de 625 plantas/ha e realizando cortes com 12 meses de intervalos, valores esses superiores ao da presente pesquisa de 0,40 aos 12 meses. Pode ser compreendido esse maior valor na relação Flh/C observado pelos autores, possivelmente pelo menor acúmulo de caule, já que as produções foram próximas (PMS-Flh= 3.621,70 a 5.257,60 kg/ha) em relação ao da presente pesquisa com 3.792,35 kg/ha/ano, na mesma densidade e intervalo de corte. Por outro lado, valores próximos foram relatados por Ben Salem et al. (2005) para relação Flh/C na erva-sal de 0,43 em Israel para plantas com 12 anos de idade.

Barroso et al. (2006), afirmaram que, proporcionalmente, as folhas correspondem à maior parte do peso da planta, algo em torno de 50%, o que faz da erva-sal uma planta com potencial forrageiro destacado pela alta relação Flh/C, quando colhida em idade adequada. A maior proporção de folhas em detrimento de caules pode beneficiar a produção animal, visto que o referido componente apresenta melhor valor nutritivo, refletido nos valores de composição químico-bromatológicos e na digestibilidade in vitro da matéria seca.

Tabela 4 – Relação da folha/caule da erva-sal cultivada em diferentes densidades de plantio e intervalos de corte

Variável	Densidades de plantio (plantas/ha)				Equações Ajustadas	r <sup>2</sup>	CV <sup>(2)</sup> (%)
	625	1111	2500	10000			
Relação Flh/C	0,95 <sup>(1)</sup>	1,08	0,83	0,81	$\hat{Y} = 0,92$	---	26,46
	Intervalos de corte (meses)						
	6	9	12				
Relação Flh/C	1,42	0,93	0,40		$\hat{Y} = 2,4538 - 0,1708X$	0,99	26,46

1 – médias originais; CV= coeficiente de variação

A área foliar por planta (AF-Plt/planta) não foi influenciada pela interação entre a densidade de cultivo e intervalo de cortes ( $P > 0,05$ ). Contudo, os fatores isolados (densidade de plantio e intervalo de corte) afetaram ( $P < 0,05$ ) a área foliar da erva-sal. Observou-se que essa variável reduziu a área foliar/planta com o aumento da densidade de cultivo e idade de corte, como demonstra a (Tabela 5). Essa redução pode estar associada a uma maior competição entre plantas por espaços, luz e nutrientes, limitando o crescimento, que, por sua vez, reduz as ramificações nas plantas, principalmente, quanto aos caules finos, componente estrutural da planta, essencial para emissão e

permanência das folhas na erva-sal. Ao estimar as equações ajustadas, obtiveram-se valores de 140.089,25 para 34.121,75 cm<sup>2</sup>/planta entre as densidade de 625 e 10.000 plantas/ha e 113000,06 para 92.606,68 entre os intervalos de corte de seis e 12 meses, representando reduções relativas de 75,65% e 22,02% entre a menor e maior densidade de cultivo e intervalo de corte, respectivamente.

Tabela 5 – Área foliar da erva-sal (AF-Plt), expressa em cm<sup>2</sup>, submetidas a diferentes densidades de plantio e intervalos de corte

Variável	Densidades de plantio (plantas/ha)				Equações Ajustadas	r <sup>2</sup>	CV <sup>(2)</sup> (%)
	625	1111	2500	10000			
AF/planta (cm <sup>2</sup> )	168.369 <sup>(1)</sup>	129.922	70.045	42.880	$\hat{Y}=140.753,75-10,6632X$	0,67	19,57
	Intervalos de corte (meses)						
	6	9	12				
AF/planta (cm <sup>2</sup> )	109.017	110.770	88.623		$\hat{Y}= 133.394,56-3.398,99X$	0,69	19,57

1 – médias originais; CV= coeficiente de variação

Na altura da planta (Alt-Plt), foi verificado efeito significativo para as densidades de cultivo e intervalos de corte ( $P<0,05$ ) e não para a interação ( $P>0,05$ ) entre os mesmos. As equações ajustadas na Tabela 6 demonstram que, em todos os intervalos de corte, houve maior altura das plantas de erva-sal quando cultivadas mais adensadas, favorecidas pela maior competição entre as plantas, promovendo um crescimento mais vertical. Por outro lado, nas menores densidades, os caules foram mais pesados por possuírem maior número de ramificações, o que favoreceu o maior acúmulo de biomassa sobre os mesmos, modificando a estrutura dos caules, deixando-os mais curvados e próximos ao solo, reduzindo a altura da planta. Contudo Wang et al (2005) investigaram o efeito da competição intraespecífica sobre os parâmetros de crescimento e fotossíntese das espécies *Atriplex prostrata* e *Atriplex boucher*, a fim de distinguir os efeitos da densidade de inibição de crescimento dependente de estresse salino e observaram que as altas densidades de cultivos provocaram uma redução de 30% na altura das plantas.



Tabela 6 – Altura da planta de erva-sal, Alt-Plt, submetida a diferentes densidades de cultivo e intervalos de corte

Variável	Densidades de plantio (plantas/ha)				Equações Ajustadas	r <sup>2</sup>	CV <sup>(2)</sup> (%)
	625	1111	2500	10000			
Alt-Plt (cm)	1,47 <sup>(1)</sup>	1,52	1,58	1,78	$\hat{Y}=1,4718+0,0000311X$	0,96	8,78
	Intervalos de corte (meses)						
	6	9	12				
Alt-Plt (cm)	1,41	1,67	1,67		$\hat{Y}= 1,2025+0,04222X$	0,74	8,78

1 – médias originais; CV= coeficiente de variação

O comprimento de caules finos (Comp-CF) não foi afetado ( $P>0,05$ ) pelas densidades de cultivo e pela interação entre as densidades de cultivo e os intervalos de corte, sendo influenciado apenas pelos intervalos de cortes ( $P<0,05$ ), principalmente entre seis e nove e, este último, quase equivalente aos de doze meses. Já o comprimento de caules grossos (Comp-CG) foi influenciado pelas densidades de cultivo e intervalos de cortes ( $P<0,005$ ); contudo, essa variável não foi afetada pela interação entre esses dois fatores ( $P>0,05$ ) (Tabela 7 ).

O comprimento de caules finos nas plantas colhidas aos seis meses de idade foi superior em relação às cortadas aos nove e 12 meses. Entre os fatores que podem ter contribuído para a redução do Comp-CF, é a redução do tamanho dos entre-nós, promovido por a planta entrar na fase reprodutiva a partir dos nove meses, o que promoveu uma redução no comprimento do caule de 9,32 cm [entre seis (37,49 cm) x 12 meses (28,10 cm)], equivalente a uma diminuição de 25,05% no comprimento do caule fino.

Tabela 7 – Comprimento (cm) de caules finos Comp-CF (A) e grossos Comp-CG (B) da erva-sal, submetida a diferentes densidades de cultivo e intervalos de corte

Variável	Densidades de plantio (plantas/ha)				Equações Ajustadas	r <sup>2</sup>	CV <sup>(2)</sup> (%)
	625	1111	2500	10000			
Comp-CF	31,96 <sup>(1)</sup>	34,10	30,98	34,14	$\hat{Y}=32,79$	---	14,22
Comp-CG	45,51	42,45	35,83	39,56	$\hat{Y}= 49,6036-0,007024X+0,000000-602X^2$	0,99	9,68
	Intervalos de corte (meses)						
	6	9	12				
Comp-CF	39,30	29,16	29,92	$\hat{Y}= 46,8624-1,5632X$	0,69	14,22	
Comp-CG	28,76	35,64	58,12	$\hat{Y}= -3,1965+4,8929X$	0,91	9,68	

1 – médias originais; CV= coeficiente de variação

O Comp-CG foi aumentado ao incrementar o intervalo de cortes de seis para 12 meses (P<0,05). Os menores valores de Comp-CG foram nas plantas com idade de cultivo mais jovem e nas maiores densidades de cultivo. Esse comportamento demonstra que, quanto mais jovem a planta é colhida e cultivada mais adensadamente, pode contribuir para melhorar qualidade, já que, nessas frações da planta, há menores proporções de materiais fibrosos quando comparados com caules mais compridos, além de contribuem para reduzir a relação CF/CG, Flh/C e a PMS-CG.

O número de caules finos (Nº-CF) e grossos (Nº-CG) foram influenciados (P<0,05) pelas densidades de cultivo e pelos intervalos de cortes. Por outro lado, essas variáveis não foram afetadas pela interação entre as densidades de cultivos e intervalos de cortes (P>0,05).

O aumento da densidade de plantio contribuiu para reduzir o Nº-CF/plt, enquanto que as plantas cultivadas com maior idade de corte proporcionaram incrementos, como foi demonstrado na Tabela 8. Assim, ao cultivar a erva-sal num espaçamento de 625 (427,52 CF/plt) para 10.000/ha (160,61 CF/plt), há uma redução de 62,42% no número de caules finos. Por outro lado, o aumento na idade de cultivo de seis meses (91,10 CF/plt) para 12 meses (596,96 CF/plt) promoveu um aumento em 655,27% no número de caule fino. Essa redução, em função da maior densidade de cultivo, pode ser compreendida pela maior competição entre as plantas pelos fatores bióticos e abióticos disponíveis no sistema de cultivo com a erva-sal, implicando em plantas com menores acúmulos de biomassa, que, por sua vez, também alteram suas

características estruturais, reduzindo o número de caules sobre as mesmas. Já o aumento de N°CF/plt proporcional à maior idade de cultivo é explicado pela própria fenologia da planta, de possuir uma elevada taxa desenvolvimento das gemas axilares das folhas terminais, o que favorece com o tempo o número de caules finos.

Tabela 8 – Número de caule fino N°-CF (A) e caule grosso N°-CG (B) por planta da erva-sal, submetidas a diferentes densidades de plantio e intervalos de corte

Variável	Densidades de plantio (plantas/ha)				Equações Ajustadas	r <sup>2</sup>	CV <sup>(2)</sup> (%)
	625	1111	2500	10000			
N°-CF/plt	510,26	439,01	240,69	186,01	$\hat{Y}=445,30988-0,02847X$	0,64	55,10
N°-CG/plt	82,81	60,94	46,78	32,31	$\hat{Y}=70,2408-0,004083X$	0,69	20,17
	Intervalos de corte (meses)						
	6	9	12				
N°-CF/plt	31,65	462,85	537,48		$\hat{Y}= -414,7626+84,3063X$	0,86	55,10
N°-CG/plt	31,75	64,75	70,63		$\hat{Y}= -2,6042+6,4792X$	0,86	20,17

O N°-CG foi reduzido pelo aumento na densidade de cultivo de 67,69 CG/plt na densidade 625 plt/ha para 29,42 CG/plt na densidade de 10.000 plt/ha, o que corresponde a uma redução de 56,55% no N°CG. Por outro lado, ao comparar intervalo de corte, observa-se que, aos seis meses, foi de 36,26 N°CG/plt e aos 12 meese de 75,15 N°CG/plt, provendo um aumento de 107,20%.

Esse fenômeno pode ser compreendido pela mudança na estrutura da planta, em decorrência do seu maior e/ou menor desenvolvimento da planta de erva-sal, em função do manejo adotado. Assim, ao adensar o número de plantas/ha, reduz o tamanho das plantas e, conseqüentemente, a quantidade de caule sobre a mesma, já quanto ao tempo de cultivo, observa-se uma correlação positiva, ou seja, quanto maior o tempo de cultivo, maiores possibilidades de plantas, bem como maiores números de caules.

O aumento na densidade de cultivo promoveu menores (P<0,05) densidades volumétricas por planta. Esse comportamento pode ser justificado pelos menores espaços encontrados pelas plantas cultivadas nas maiores densidades, o que prejudicou

seu crescimento e, conseqüentemente, sua densidade volumétrica. Em adição, as plantas cultivadas nas menores densidades tiveram mais espaços para o crescimento e ocuparam os espaços vazios pela maior presença de folhas e caules (Figura 15).

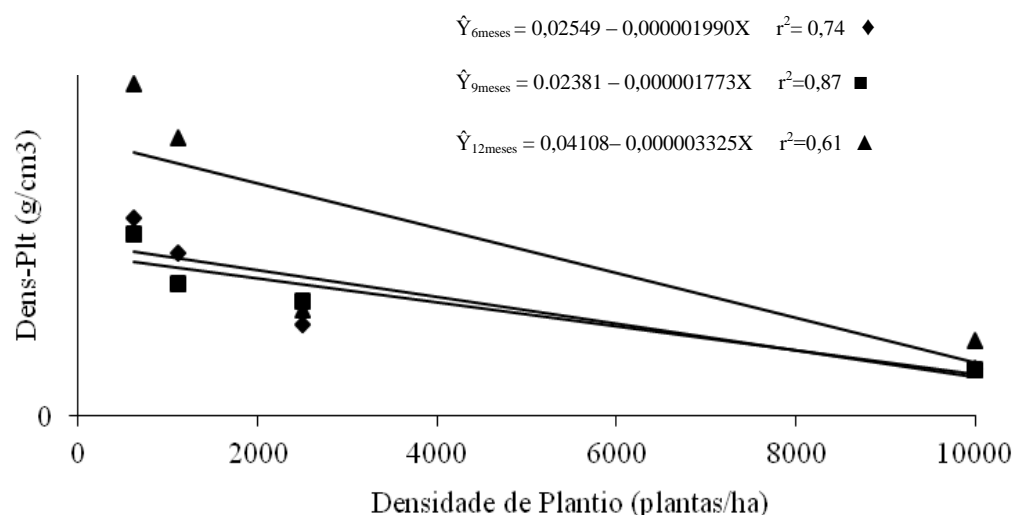


Figura 15 – Densidade volumétrica por planta (Dens-Plt) de erva-sal, expressa em  $\text{g}/\text{cm}^3$ , submetidas a diferentes densidades de cultivo e intervalos de corte.

Os maiores intervalos de corte proporcionaram plantas mais densas ( $P < 0,05$ ). Esse fato ocorreu provavelmente pelo maior período de crescimento das plantas com intervalos de 12 meses entre os cortes, permitindo que as mesmas ocupassem os espaços vazios e não houvesse mais espaço para síntese de novos tecidos, o que acarretou em uma menor densidade volumétrica das plantas. O intervalo de corte de seis meses permitiu que as plantas apresentassem o desenvolvimento com ocupação das áreas vazias e sem muita elevação da altura, contribuindo para a obtenção de plantas mais densas.

As menores densidades volumétricas por planta, associadas a menores valores de diâmetro, número de caules finos, número de caules grossos e área foliar são indicativos que o aumento na densidade de cultivo limitou o crescimento da erva-sal em relação às plantas mantidas em cultivos menos adensados. Entretanto, o aumento do número de plantas por unidade de área compensou a redução em produção individual e foi a característica que determinou a maior produção de matéria seca total, folhas e caules da erva-sal recebendo o rejeito dos dessalinizadores.

Portanto, a acúmulo de forragem obtida na produção de matéria seca total e, de suas frações, na presente pesquisa, demonstra que os cultivos mais adensados promoveram maiores produções de forragem por área, além de possibilitarem melhoras significativas na qualidade da forragem produzida, como também demonstrado pelas características estruturais, a exemplo da redução do comprimento e número de caules grossos. Assim, pelos resultados obtidos, a presente pesquisa demonstrou que o cultivo com 10.000 plantas/ha e colheita aos seis meses de idade é a melhor alternativa de cultivo para elevar a produção e qualidade de forragem da *Atriplex nummularia* irrigada com rejeito de dessalinizadores na região semiárida.

Salienta-se, também, que ainda são incipientes as pesquisas com erva-sal no Brasil, com destaque para o projeto de Água Doce coordenado pela Embrapa Semiárido, porém, ainda é necessária realização de mais estudos com maior tempo de cultivo, resposta às adubações, outras formas de utilização, visando determinar técnicas de manejo adequadas as condições edafoclimáticas da região semiárida, além de introdução de outras espécies com potencial de cultivo nesta região.

## 5. CONCLUSÕES

Os cultivos mais adensados com maiores intervalos de corte proporcionaram maiores produções de: matéria seca total, caule fino e caule grosso, exceto para a produção de matéria seca de folha, que foi incrementada somente pelo maior adensamento de plantas.

Portanto, os parâmetros agronômicos e estruturais da *Atriplex nummularia* analisados, demonstraram que, ao ser cultivada de forma mais adensada e com menor intervalo de corte, a mesma proporciona maior produtividade de forragem e, possivelmente, melhor qualidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGANGA, A.A.; MTHETHO, J.K. & TSHWENYANE, S. *Atriplex nummularia* (Old Man Saltbrush): A potential forage crop for arid regions of Botswana. **Pakistan Journal Nutritional**, v.2, p.72-75, 2003.
- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Evaporação solar como alternativa de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa. Acessado em: <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/aresidua/i-007.pdf>. Disponível em: 10 Jul. 2004.
- ARAÚJO, G. G. L. Alternativas de alimentação para caprinos. In: SIMPÓSIO PARAIBANO DE ZOOTECNIA, 3., 2002, Areia. **Anais...** Areia: UFPB/CCA, 2002.
- ARAÚJO, G.G.L. de; PORTO, E.R. Produção e composição química da erva sal, irrigada com rejeito da dessalinização de água salobra. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2000, Teresina-PI. **Anais...** 2000. v.2. p.115-117.
- ARAÚJO, L. V. C.; RODRIGUEZ, L. C. E.; PAES, J. B. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **Scientia forestalis**, n. 57, p. 153-159. 2000.
- ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS. Embrapa utiliza rejeito de dessalinizadores para criar peixes e caprinos. Disponível em: <http://geocities.yahoo.com.br/agbcg/dessali.htm>. Acessado em: 10 Jul. 2004.
- BAGHESTANI MEYBODI, N.; SANADGOL, A.A. Effects of row spacing and pruning type on forage yield of *Atriplex lentiformis* in Yazd province. **Iranian Journal of natural resources**, v.60, n.2, p.653-664, 2007.
- BAGHESTANI MEYBODI, M.; ABD ELAHI, J.; MIRJALILI, M.R. The effects of plant row spaces and cutting methods on vigourity of *Atriplex lentiformis* in Yazd province. **Desert**, v.11, n.1, p.157-166, 2006.

- BANWARI, L.A.L. Effect of litter biomass of *Mangifera indica*, plant populations and cutting management on growth, yield and acceptability of *Atriplex sp.* on salt affect-soils. **Tropical agriculture**, v.78, n.3, p.141-143, 2001.
- BARRETT-LENNARD, E.G. Restoration of saline land through revegetation. **Agricultural Water Management**, v.53, p. 213-226, 2002.
- BARRETT-LENNARD, E.G.; MALCOLM, C.V. Increased concentration of chloride beneath stands of saltbushes (*Atriplex species*) suggest substantial use of groundwater. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.39, n.8, p.949-955, 1999.
- BARROS, N.N.; SOUSA, F.B. de; ARRUDA, F. de A.V. Utilização de forrageiras e resíduos agroindustriais por caprinos e ovinos. Sobral: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 28p. (**Documentos, 26**).
- BARROSO, D.D.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, D.S.; MEDINA, F.T. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.767-773, jul./ago. 2006.
- BENJAMIN, R.W.; LAVIE, Y.; FORTI, M.; BARKAI, D.; YONATAN, R.; HEFETZ, Y. Annual regrowth and edible biomass of two species of *Atriplex* and of *Cassia Sturtii* after browsing. **Journal of Arid Environments**, v.29, n.1, p.63-84, 1995.
- BEN SALEM H.; NEFZAOU, A. & BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, v.51, p.65-73, 2003.
- BEN SALEM, H; ABDOULI, H; NEFZAOU, A.; EL-MASTOURI, A. et al. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. **Small Ruminant Research**, v. 59, p. 229-237, 2005.
- BOEGLI W.J. THULIEN J.S. Eastern municipal water district treatment/saline vegetated wetlands pilot study. Water Treatment Technology, **Program Report...** v.16: final report 116p. II. 1996.
- CARVALHO FILHO, O.M. de; DRUMOND, M.A.; LANGUIDEY, P.H. *Gliricidia sepium* – leguminosa promissora para as regiões semi-áridas. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 17 p.il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 35).



- CARVALHO, P. Água potável via energia solar. **Ciência Hoje**, v.27, n.158, p.72-74, 2000.
- CASTROVIEJO, S.; LAÍNIZ, M.; LÓPEZ GONZALÉZ, G.; MONTSERRAT, P.; GARMENDIA, F.; PAIVA, J.; VILLAR, L. Flora Iberica – plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. **Real Jardín Botánico**, v.2, p. 503-513, 1990.
- CORREA, C. **Variables edáficas que más influyen en la producción y en la calidad nutritiva del forraje de *A. repanda* Phil. y *A. nummularia* Lindl., en la IV Región.** Memoria Ing. Florestal. Santiago, Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Agrarias y Forestales, 1992. 197 p.
- CORREAL, E.C.; BOSA, J.L.; PASSERA, C. Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros Del género *Atriplex* (*A. nummularia*, *A. cynerea*, *A. undulada* y *A. lampa*) **Rev. Pastos** 16: 177-189, (1986).
- CUNHA, A.P. Consumo voluntário dos nutrientes de dieta composta por melancia forrageira (*Citrullus lanatus* cv. citroides) e feno da erva sal (*Atriplex nummularia* lindl) por caprinos e ovinos. In: III CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2004. (CD-ROM).
- DANTAS, J.P.; MARINHO, F.J.L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM, M. DO S.N.; ANDRADE, S.I. DE O.; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de feijão-de-corda sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.425-430, 2002.
- DRAKE, D.D.; UNGAR, I.A. Effects of salinity, nitrogen and population density on the survival, growth and reproduction of *Atriplex triangularis* (*Chenopodiaceae*). **American Journal of Botany**, v.76, n.8, p.1125-1135, 1989.
- EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – IPA. *Atriplex nummularia*. Disponível em: <<http://www.ipa.br/resp11.htm>>. Acesso em 28 dez. de 2004.
- FAO (Roma, Itália). Estudos de caso de espécies vegetales para zonas áridas y semiáridas. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe 143p. il (FAO. **Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Zonas Aridas y Semiaridas, 10**). 1996

- FRANCLET, A.; LE-HOUEROU, H.N. (1971). **Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord**. FO: SF/TUN11. Rapport Technique 7. Institut de reboisement, Tunisie. pp. 249.
- FURTADO F.N. **Aproveitamento de rejeitos de dessalinizadores de água na irrigação da *Atriplex nummularia* Lindl (erva sal)**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002, Dissertação de Mestrado, UFC, Fortaleza-CE. 2002.
- GARCIA, P. **Efecto del corte en la producción y calidad forrajera del rebrot de *Atriplex nummularia* Lindl**. Memoria Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales., 1993. 98 p.
- GASTÓ, C. J.; CONTRERAS, T. P. **Bioma pratense de la región mediterránea de pluviometria limitada**. Chile: Universidad de Chile. Facultad de Agronomía, 1972. 29 p.
- GEDDES, N.; DUNKERLEY, D. The influence of organic litter on the erosive effects of raindrops and of gravity drops released from desert shrubs. **Catena**, v.36, p. 303-313, 1999.
- GLENN, E.; TANNER, R.; MIYAMOTO, S.; FITZSIMMONS, K.; BOYER, J. Water use, productivity and forage quality of the halophyte *Atriplex nummularia* grown on saline waste water in desert environment. **Journal of Arid Environments**, London, v. 38, n.9, p.45-62, 1998.
- GLENN, E.P.; BROWN, J.J. Effects of soil salt levels on the growth and water use efficiency of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) varieties in drying soil. **American Journal of Botany**, v.85, p.10–16, 1998.
- GLEEN, E.; HICKS, N.; RILEY, J.; SWINGLE, S. Seawater irrigation of halophytes for animal feed. In: CHOUKR-ALLAH, R.; MALCOLM, C.V.; HAMDY A. Halophytes and biosaline agriculture. New York: **M. Dekker**, v. 11, p. 231-236. 1995.
- GLENN, E. P.; BROWN, J; O'LEARY, J. Irrigating crops with seawater. **Scientific American**, New York, v.279, n.2, p.76-81, 1998a.
- GLENN, E. P; THOMPSON, T. L.; MIYAMOTO, S. **Halophyte crops and a sand-bed solar concentrator to reduce and recycle industrial, desalination and agricultural brines**. Tucson: United States Department of the Interior. 78p. 1998b. Desalination Research and Development Program Report N. 35.
- GREENWOOD, E.A.N.; BERESFORD, J.D. Evaporation from vegetation in landscaping eveloping secondary salinity using the ventilate-chamber technique:

- II. Evaporation from Atriplex plantation over a shadow saline water table. **Journal of Hydrology**, v.45, n.3-4, p.313-319, 1980.
- HERRERA, O. Uso de águas salobras no cultivo de plantas. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), São Bento do Una, PE. 2001.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Wiley; Burnt Mill, Harlow, Essex: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.
- HOLANDA, J. S. & AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola, 26, Campina Grande: Anais 1997. 33p.
- JOLY, A.B. (1977). **Botânica – Introdução á taxonomia vegetal**. Editora Nacional, São Paulo, Brasil. 4ª edição, pp. 172-176.
- KELLY, H.J. The cultivation of salt-bush for fodder in time of drought. **Agricultural Gazette of New South Wales** 14, 1001-1002, 1982.
- LAST, D.I.; LLEWELLYN, D.J. Antifungal proteins from seeds of Australian native plants and isolation of an antifungal peptide from *Atriplex nummularia* Lindl. **New Zealand Journal of Botany**, v.35, n. 3, p.385-394, 1997.
- LE HOUÉROU, H.N. Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semiarid zones of west Asia and north Africa. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, n.14, p.101-135, 2000.
- LE HOUÉROU H.N.; PONTANIER, R. **Les plantations sylvo-pastorales dans la zona aride de Tunisie**. Notes Techniques du MAB 18. Paris, UNESCO. 1987. 811 p.
- LE HOUÉROU, H.N. Salt tolerant of economic value in the mediterranean basin. Reclamation and Revegetation Research. El Seveir Science Publishers **B.V. Amsternam**, Netherland 5: 319-341, 1986.
- LUTTS S. LEFRÉVRE I. DELPÉRÉE KIVITS S. DECHAMPS C. ROBLEDO A. CORREAL E. Heavy metal accumulation by the halophyte species Mediterranean saltbush. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, p.1271-1279. 2004.
- LYONS A.; MAJER J. The value of farm alleys as refugia for beneficial arthropods. **Proceedings of the 7th Australasian Conference on Grassland Invertebrate Ecology**, pp. 165-176, 1999.
- MAHDAVI, K.; SANADGOL, A.; AZARNIVAND, H.; BABAEI KAFKI, S.; JAFARI, M.; MALEKI, M.; MALEKIAN, A. Effects of removing aerial biomass

- and density on carbon sequestration and weight of *Atriplex lentiformis*. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.8,n.2, p.183-186, 2009.
- MAIA, S.M.; SILVA, V.A.; LOGES, V.; SILVA, V.M.B.; MAIA, L.M.C. & CASTRO, A.C.R. Potencial de uso de espécies de *Atriplex* no paisagismo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., Lavras, 2003. **Anais....** Lavras, 2003. p.15-15.
- MALCOM, C.V.; CLARKE, A.J.; D'ANTUONO, M.F.; SWAAN, T.C. Effects of plant spacing and soil conditions on the growth of five *Atriplex* species. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.21, n.3-4, p.265-279, 1998.
- MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.3. p.165-208, 2003.
- MARQUES, A.V.M.S.; COSTA, R.G.; SILVA, A.M.A. et al. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.610-617, 2007.
- MATTOS, C. W. **Associação de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) e feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento**. Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009, 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.
- MIYAMOTO, S.; GLENN, E.P.; OLSEN, M.W. Growth, water use and salt uptake of four halophytes irrigated with highly saline water. **Journal of Arid Environments**, London, v.32, p. 141-159, 1996.
- MIYAMOTO, S.; GLENN, E. P.; SINGH, N. T. Utilization of halophytic plants for fodder production with brackish water in subtropic deserts. In: Squires, V. R.; Ayoub, A. T. (ed) Halophyte as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded land *Proceedings*. Amsterdam: Kluwer Academic, 1994. p.43-75.
- O'LEARY, J.W. A critical analysis of the use of *Atriplex* species as crop plant for irrigations with highly saline water. In: AHMAD, R.; SAN PIETRO, A.; ED. Prospects for biosaline research. Pakistan. Karachi University, Botany Dept., p. 416-432, 1986
- OLIVARES, A.E. AND GASTO, J.C. ***Atriplex repanda*. Organización e manejo de ecosistemas com arbustos forrajeros**. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, 300p, 1981.

- PAZ, V. P. DA S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000.
- PEREIRA, J.C.D.; LIMA, P.C.F. Comparação da qualidade da madeira de seis espécies de algarobeira para a produção de energia. **Boletim Pesquisa Florestal**, n.45, p.99-107, 2002.
- PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I. Y.; NORO, L.Y.; PINTO, A. P. Carcass and non-carcass componentes of lambs fed with pressed citrus pulp replacing com silage. **Acta Scientiarum – animal sciences**, 29(1), 57-62, 2007.
- PORTO E.R AMORIM M.C.C DE ARAÚJO O.J SILVA JÚNIOR L.G.A Aproveitamento dos rejeitos da dessalinização. In: Simpósio Sobre Captação de Águas de Chuva No Semi-Árido Brasileiro, 1. **Anais...** Petrolina, PE. 1999.
- PORTO E.R, ARAÚJO G.G Uso da Erva-Sal (*Atriplex nummularia*) como forrageira irrigada com água salobra. EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. (**Circular Técnica nº 53**). Petrolina, PE. 1999.
- PORTO, E.R. e ARAÚJO, G.G.L. de. Erva Sal (*Atriplex nummularia*). Petrolina, PE: Embrapa-Semiárido, 1999. 4 p. il. (Embrapa-Semiárido - **Instruções Técnicas 22**).
- PORTO, E.R. Potencialidades da erva-sal (*Atriplex nummularia*) irrigada com o rejeito da dessalinização de água salobra no Semi-Árido brasileiro como alternativa de reutilização. CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVII. Porto Alegre. **Anais...** ABES, Ref. II-018. 2000.
- PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C. de; SILVA JÚNIOR, L.G. de A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.111-114, 2001.
- PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. DE; ARAÚJO, O. J. Potencialidades da erva-sal (*Atriplex nummularia*) irrigada com o rejeito da dessalinização de água salobra no semi-árido brasileiro como alternativa de reutilização. Acessado em: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/aresidua/x-003.pdf>. Disponível em: 10 Jul. 2004.
- PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C. DE; ARAÚJO, O.J.; SILVA JÚNIOR, L.G.A. Aproveitamento dos rejeitos da dessalinização. In: Simpósio sobre Captação de

- Água de Chuva no Semi-Árido Brasileiro, 1, 1997, Petrolina, PE. **Anais...** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido/IRPAA/IRCSA, 1999. p.51-57.
- QADIR, M.; QURESSHI, R.H. & AHMAD, N. Horizontal flushing: A promising ameliorative technology for hard saline-sodic and sodic soils. **Soil Till. Res.**, n.45, p.119-131, 1998.
- QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D.; SAHRAWAT, K.L. Phytoremediations of sodic and saline-sodic soils. **Adv. Agron.**, n. 96, p.197-247, 2007.
- RILEY, J. J.; FITZSIMMONS, K. M.; GLENN, E. P. Halophyte irrigation: an overlooked strategy for management of membrane fraction concentrate. **Desalination**, v.110, n.3, p.197-211. 1997.
- ROGERS, M.E.; CRAIG, A.D.; MUNNS, R.E.; COLMER, T.D.; NICHOLS, P.G.H.; MALCOLM, C.V.; BARRETT-LENNARD, E.G.; BROWN, A.J.; SEMPLE, W.S.; EVANS, P.M.; COWLEY, K.; HUGHES, S.J.; SNOWBALL, R.; BENNETT, S.J.; SWEENEY, G.C.; DEAR, B.S.; EWING, M.A. The potential for developing fodder plants for the salt-affected areas of southern and eastern Australia, an overview. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, n.45, p.301-329, 2005.
- Rhoades, J.D.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. The use of saline waters for crop production- FAO irrigation and drainage paper 48. [S.I], 2003. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/T0667E/t0667e08.htm#TopOfPage>. Acesso em: 19 dez 2003.
- SANTOS, O.O. **Silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com diferentes percentuais de erva-sal (*Atriplex nummularia* L).** Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2010. 35p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2010.
- SAS – Statistical analysis systems. User's guid: Stat, Version 6, 4.ed, v.1/2. Cary North Caroline: SAS Institute, 1993.
- SILVA, J.R.R. Avaliação estrutural da erva-sal cultivada em diferentes espaçamentos e irrigada com rejeito de dessalinizadores no semiárido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46ª, 2009, Maringá-PR. **Anais...** Paraná: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD-ROM)
- SILVA, S.C. da; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais.** Piracicaba: Fealq, 2001. p.71-88.

- SILVA, V.A.; MAIA, S.M.; LOGES, V.; MAIA, L.M.C.; SILVA, V.M.B.; COSTA, A.S. & CRUZ, S.R.C.L. Potencial de uso de espécies de *Atriplex* na floricultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., Lavras, 2003. **Anais....** Lavras, 2003. p.48-48.
- SILVA, D.S.; CASTRO, J.M.C.; MEDEIROS, A.N. ET AL. Maniçoba hay in diets for sheep: intake, apparent digestibility and nitrogen balance. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p.1685-1690, 2007.
- SOUTO, J.R. Consumo e conversão alimentar de dietas com feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), para ovinos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXXIX, 2002, Recife-PE. **Anais...** Recife-PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.01-04, 2002.
- SOUTO, J.C.R. **Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) como alternativa para dietas de ovinos no Semi-árido nordestino.** 48f. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- SOUTO, J.C.R.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, D.S. et al. Performance of sheep fed diets with increasing levels of herb salt hay (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, p.376-381, 2005.
- SQUIRES, V.R. & AYOUB, A. **Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded land.** Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1994. 481p.
- SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. O Nordeste semi-árido e o polígono das secas. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br>. Acessado em: 10 Jul. 2004.
- SWINGLE, R.S., GLENN, E.P., SQUIRES, V. **Animal Feed Science Technology.** v.63, p.137-148, 1996.
- TEIXEIRA, A.R.N.; PINTO-RICARDO, C.P. Fotossíntese. **Coleção formação universitária.** (Didática, Eds.) Lisboa, Portugal. P.201-220, 1983
- VASCONCELOS, V. R.; LEITE, E. R.; BARROS, N. N. Terminação de Caprinos e Ovinos deslançados no Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1. 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p.97-106.

- WANG, L.W.; SHOWALTER, A.M.; UNGAR, I.A. Effect of intraspecific competition on growth and photosynthesis of *Atriplex prostrata*. **Aquatic Botany**. v. 83, n.3, p.187-192, 2005.
- WILLIAMS, O.B. Studies in the ecology of the Riverine plain. III. Phenology of a *Danthonia caespitosa* Gaudich. Grassland. **Australian Journal of Agricultural Research**, n. 12, 247-259, 1961.
- WILLIAMS, O.B.; OXLEY, R.E. Historical aspects of the use of chenopod shrublands. In: Studies of the Australian Arid Zone, IV. **Chenopod Shrublands**, pp. 5-17. (Commonwealth Scientific and Industrial), 1979.
- ZHU, J.K. Plant salt tolerance. **Trends Plant Science**., n.6, p.66-71, 2001.
- ZIANI, P. **Exploitation des formations naturelles d'Atriplex halimus. Commission pour l'Etude des Atriplex**. Document N° 13, Institute National des Recherche Forestière de Tunisie, Tunes, Tunisie. 1969.



## **7. ANEXO**