

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LUIZ BARRETO DE MORAIS NETO

**AVALIAÇÃO TEMPORAL DO ACÚMULO DE FITOMASSA E TROCAS
GASOSAS DO CAPIM-CANARANA EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

FORTALEZA

2009

LUIZ BARRETO DE MORAIS NETO

**AVALIAÇÃO TEMPORAL DO ACÚMULO DE FITOMASSA E TROCAS
GASOSAS DO CAPIM-CANARANA EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre em
Zootecnia.

Orientadora: Maria Socorro de Souza
Carneiro

FORTALEZA

2009

LUIZ BARRETO DE MORAIS NETO

**AVALIAÇÃO TEMPORAL DO ACÚMULO DE FITOMASSA E TROCAS
GASOSAS DO CAPIM-CANARANA EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre em
Zootecnia.

APROVADA EM: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Co-orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira

Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. Albericio Pereira Andrade

Instituto Nacional do Semi-Árido – INSA

Prof. Dr. Divan Soares da Silva

Universidade Federal da Paraíba – UFPB

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Luiz Barreto de Moraes Júnior e Maria de Lourdes Coelho de Alencar Barreto, com muito amor, carinho e respeito. Aos meus avós (*in memoriam*), com muitas saudades.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, pela vida, pela saúde, força para vencer os obstáculos do nosso dia à dia, por ser um privilegiado ao poder concluir um curso que tanto amo e tenho afinidade.

Aos meus pais pelo esforço enorme que fizeram para que eu pudesse concluir este curso, pela dedicação a mim, pelo incentivo aos meus estudos, por não me deixarem fraquejar nas horas difíceis da vida.

A Universidade Federal do Ceará.

À professora Maria Socorro de Souza Carneiro, pela orientação deste trabalho, pelos ensinamentos acadêmicos e de vida, compreensão, apoio e paciência.

Ao professor Claudivan Feitosa, pela amizade, apoio, incentivo, orientações, dedicadas durante todo curso.

Ao professor Valmir Feitosa, pela grande ajuda prestada durante a análise estatística deste trabalho.

Ao meu grande amigo Marcus Roberto, pelo grande apoio dentro e fora da faculdade, como também pela sua grande e sincera amizade.

A minha namorada Myllene Muniz, pelo apoio e paciência.

Aos amigos Edson Filho, Mariana, João Lucas, Bruno Estéfano, Willian, Anderson e Cutrim Junior que muitas vezes deixaram seus afazeres e prestaram uma enorme ajuda neste trabalho. Serei muito grato a vocês por este grande companheirismo e ajuda.

Aos amigos Paulo Marcelo, Igo do Pará, William (Maranhão), Leonardo (Baiano), Cutrim, Rômulo, Rildson, Labib, Marieta, Patrícia Barreto, Ana Patrícia, Carol, Socorro, João Avelar, Jaime Miguel, Joaquim, Liandro, pelos muitos momentos de alegrias que tivemos dentro e fora da faculdade. Foi muito bom tê-los conhecido.

A CAPES pela concessão da bolsa, que muito contribuiu para a minha manutenção durante todo este tempo fora de casa.

A todos os membros da banca examinadora deste trabalho, que muito contribuíram para sua melhoria.

A todos os professores e funcionários da Universidade Federal do Ceará, que contribuíram para minha formação.

AVALIAÇÃO TEMPORAL DO ACÚMULO DE FITOMASSA E TROCAS GASOSAS DO CAPIM-CANARANA EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

RESUMO

O trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação e de diferentes idades de corte sobre os componentes de biomassa, trocas gasosas, crescimento e produção de do capim-canarana (*Echinochloa pyramidalis*). As mudas foram plantadas em vasos plásticos com volume de 8 L contendo solo do tipo NEOSSOLO QUARTIZARÊNICO textura arenosa, sob condições de casa de vegetação. Para o experimento em que se avaliou os componentes de biomassa, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdividida, sendo os níveis de salinidade (0,75; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) na parcela principal e idade de corte (21, 28, 35, 42 e 49 dias) na subparcela, com cinco repetições e para o experimento que se avaliou as trocas gasosas, crescimento e produção, o delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, composto por cinco idades de corte (21, 28, 35, 42 e 49 dias) e cinco doses crescentes de água salina (0,75, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS/m), com cinco repetições. Após o corte de uniformização, 56 dias posterior ao plantio, iniciou-se a aplicação dos tratamentos. Ao atingir a idade de corte determinada, as plantas foram cortadas e em seguida o material coletado foi fracionado em folhas, colmos e material morto. Determinou-se a massa seca de forragem total, massa seca de forragem morta, massa seca de forragem viva, massa seca de lâmina verde, massa seca de colmo verde, relação material vivo/material morto e relação folha/colmo. Foram realizadas quatro medições da taxa fotossintética líquida, taxa de transpiração e condutância estomática. Para cada idade foi determinada a área foliar específica, razão de peso foliar e razão de área foliar. Verificou-se a tolerância ao estresse salino em cada corte. Não houve interação entre os fatores estudados. A salinidade reduziu a massa seca de forragem total, massa seca de farragem verde, massa seca de lâmina verde e a massa seca de colmo verde. Não se verificou efeito da salinidade sobre a massa seca de forragem morta, relação material vivo/material morto e relação folha/colmo. A salinidade alterou a partição de matéria seca, diminuindo a percentagem de colmos e aumentando a percentagem de folhas na massa seca de forragem total. O aumento da idade de corte ocasionou aumentos na massa seca de forragem total, forragem morta, forragem viva, colmos verdes e folhas verdes. A partir

da idade de corte de 28 dias a massa seca de forragem morta teve incremento bastante acentuado. O aumento na massa seca de colmos acentuou-se a partir dos 35 dias. O prolongamento da idade de corte provocou um declínio nas relações material vivo/material morto e folha/colmo. A salinidade afetou as taxas fotossintética e de transpiração, mas não afetou a condutância estomática. As variações climáticas ocorridas nos diferentes dias em que foram feitas as medições de trocas gasosas, provocaram diferenças na taxa fotossintética, taxa de transpiração e condutância estomática. A salinidade não causou variações na área foliar específica, razão de peso foliar e razão de área foliar, no entanto estas três variáveis decresceram com o aumento da idade. A tolerância ao estresse salino diminuiu com o avanço da idade. Esta espécie mostrou-se moderadamente tolerante ao maior nível de salinidade e no maior tempo de exposição ao estresse. O capim canarana pode ser irrigado com água de condutividade elétrica de até 2,0 dS/m. O corte do capim canarana deve ser feito aos 21 dias.

Palavras-chave: *Echinochloa pyramidalis*, massa seca de forragem, taxa fotossintética.

**TEMPORAL EVALUATION OF ACCUMULATION OF BIOMASS AND GAS
EXCHANGE OF CANARANA GRASS A FUNCTION OF SALINITY OF
IRRIGATION WATER**

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effect of saline irrigation water and different cut times on the components of biomass, gas exchange, growth and yield of canarana grass (*Echinochloa pyramidalis*). The seedlings were planted in plastic pots with a volume of 8 L containing soil type QUARTZARENIC NEOSOL sandy texture, under conditions of a greenhouse. For the experiment in which we evaluated the components of biomass, the experimental design was completely casualized sub divided plots, the salinity levels (0.75, 2.0, 4.0, 6.0 and 8.0 dS m⁻¹) in the main plots and harvest age (21, 28, 35, 42 and 49 days) in the plot, with five replicates and the experiment was evaluated gas exchange, growth and production, randomized design, in a 5 x 5, consists of cutting ages (21, 28, 35, 42 and 49 days) and five doses saline water (0.75, 2.0, 4.0, 6.0 and 8.0 dS/m) with five replications. After the cut for uniformity, 56 days after the planting began the treatments. Upon reaching the age cutoff determined, the plants were cut and then the material collected was fractionated into leaves, stems and dead material. It was determined the mass of dry total forage, dry matter of forage dead, dry mass of live forage, dry matter of green blade, dry mass of green stem, material relationship alive matter/dead material and leaf/stem. Salinity affected the photosynthetic rates and transpiration rates, but did not affect stomatal conductance. There was tolerance to salt stress in each section. There was no interaction between the factors studied. Salinity reduced the dry mass of total herbage, dry forage of green, dry blade green and dry mass of stem green. There was no effect of salinity on dry mass of dead forage, live material for dead plant material and leaf/stem. The salinity changed the partition of dry matter, reducing the percentage of stems and increasing the proportion of leaves in the dry mass of total forage. The increase of the cut caused increases in dry mass of total forage, dead forage, live forage, green stems and green leaves. From the cutting age of 28 days of dry forage dead had increased quite markedly. The increase in dry weight of stems was accentuated after 35 days. The extension of the cut caused a decline in relations material living dead plant material and leaf/stem. Salinity affected the photosynthetic rates and transpiration, but did not affect stomatal conductance. Climatic variations in the different days on which the

measurements were made of gas exchange, caused differences in photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance. Climatic variations in the different days on which the measurements were made of gas exchange, caused differences in photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance. Salinity did not cause variations in specific leaf area, leaf weight and leaf area ratio, but these three variables decreased with increasing age. The tolerance to salt stress decreased with advancing age. This species was moderately tolerant to higher salinity level and longer exposure to stress. The canarana grass can be irrigated with water electrical conductivity of up to 2.0 dS/m. Cutting canarana grass should be done at 21 days.

Key-works: *Echinochloa pyramidalis*, dry mass of forrage, photosynthetic rate

SUMÁRIO

	páginas
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Lista de tabelas.....	xiii
Lista de figuras.....	xv
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
Capítulo 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
O capim Canarana.....	4
Componentes de biomassa da pastagem.....	5
A salinidade na agricultura.....	7
Efeitos da salinidade na produção e crescimento das culturas.....	8
Mecanismos de tolerância desenvolvidos pelas plantas.....	9
Referências bibliográficas.....	12
Capítulo 2 - Efeito da salinidade da água de irrigação e idade de corte sobre os componentes de biomassa da capim-canarana erecta lisa.....	17
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	24
Conclusões.....	37
Referências bibliográficas.....	38
Capítulo 3 - Efeito da salinidade da água de irrigação e da idade de corte sobre as trocas gasosas, crescimento e produção do capim-canarana erecta lisa.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	48
Conclusões.....	53

Referências bibliográficas.....	54
Apêndice.....	56

LISTA DE TABELAS

páginas

Capítulo 2

TABELA 1 Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.....	22
TABELA 2 Efeito dos tratamentos sobre a massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de forragem morta (MSFM), massa seca de lâmina foliar verde (MSLV), massa seca de colmo verde (MSCV), relação material vivo/material morto (MV/MM) e relação folha/colmo (F/C) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação.....	24
TABELA 3 Efeito de idades de corte sobre a massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de forragem morta (MSFM), massa seca de lâmina foliar verde (MSLV), massa seca de colmo verde (MSCV), relação material vivo/material morto (MV/MM) e relação folha/colmo (F/C) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> sob cinco idades de corte.....	30

Capítulo 3

TABELA 1 Classificação de tolerância ao estresse salino, tomando-se como referência o peso de massa seca da forragem verde do capim canarana (<i>Echinochloa pyramidalis</i>).....	47
TABELA 2 Efeito dos tratamentos sobre transpiração, fotossíntese e condutância estomática de <i>Echinochloa pyramidalis</i> sob cinco níveis de salinidade na água de irrigação.....	48
TABELA 3 Efeito da idade de corte sobre transpiração, fotossíntese e condutância estomática de <i>Echinochloa pyramidalis</i>	49
TABELA 4 Temperatura média do ar por ocasião das medições de trocas gasosas de <i>Echinochloa pyramidalis</i> sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação e cinco idades de corte.....	50

TABELA 5 Efeito de idades sobre área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a razão de área folia (RAF) de <i>Echinochloa pyramidalis</i>	51
TABELA 6 Redução na produção de matéria seca de forragem verde (%) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em função do aumento da salinidade da água de irrigação e idades de corte.....	52

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2		páginas
FIGURA 1	Variação da massa seca de forragem total (MSFT) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	25
FIGURA 2	Variação massa seca de forragem verde (MSFV) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	26
FIGURA 3	Variação massa seca de forragem morta (MSFM) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	26
FIGURA 4	Variação massa seca de colmo verde (MSCV) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	27
FIGURA 5	Variação massa seca de lâmina foliar verde (MSLV) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	27
FIGURA 6	Variação da relação material vivo/material morto (MV/MM) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	28
FIGURA 7	Variação da relação folha/colmo (F/C) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação.....	29
FIGURA 8	Massa seca de forragem total (MSFT) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação.....	31
FIGURA 9	Massa seca de forragem morta (MSFM) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação.....	32
FIGURA 10	Massa seca de lâminas foliares verdes (MSLV) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação.....	33
FIGURA 11	Massa seca de colmos verdes (MSCV) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação.....	33
FIGURA 12	Relação material vivo/material morto (MV/MM) de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação.....	35

FIGURA 13 Relação folha/colmo de <i>Echinochloa pyramidalis</i> em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis crescentes na água de irrigação.....	36
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pastagem é a forma mais prática e econômica de se alimentar os rebanhos, pois o próprio animal é quem colhe o seu alimento, sendo de grande importância nos sistemas de produção animal, principalmente em regiões áridas e semi-áridas. Nestas regiões são comuns prolongadas épocas de estiagem, onde o pasto existente se torna deficiente em quantidade e qualidade nutritiva, ou seja, com alto teor de fibra de baixa qualidade e reduzido teor de proteína e carboidratos. Assim, o alimento ingerido pelos animais não é suficiente para manter suas funções vitais, fazendo com que as reservas corporais sejam consumidas, ocasionando perda de peso, queda de produção e na eficiência reprodutiva, diminuição do crescimento, podendo chegar a provocar a morte dos mesmos.

Os animais que resistem à época de escassez de alimento submetem-se a um regime de ganho e perda de peso, apresentando produção apenas na época das águas, onde existe grande quantidade de alimento, mas em contrapartida os preços dos produtos de origem animal são baixos em virtude do excesso de oferta. Este processo proporciona ao produtor redução na receita, que buscando minimizar este efeito suplementa seus animais no período da seca, para garantir a sobrevivência ou evitar a venda de parte do rebanho e até podendo disponibilizar produto na época da entressafra.

A irrigação de pastagens tem grande importância nas regiões semi-áridas, pois através desta técnica poderá se produzir alimento para o rebanho durante todo o ano em quantidade e qualidade satisfatórias, desde que bem manejada. Mas o uso da água deve ser analisado do ponto de vista ecológico e econômico, pois o problema referente a sua escassez deixou de ser uma questão à ser resolvida no futuro e passou a ser um problema da atualidade. Hoje já existem locais em diversas partes do mundo em que a água já não é disponível para as necessidades básicas da população e outras em que animais e até mesmo pessoas morrem ou ficam bastante debilitados por sua falta.

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, não bastando a quantidade insuficiente de água para atender às necessidades da população (consumo, indústria, irrigação etc.), de acordo com Holanda e Amorim (1997) também é comum ocorrer problemas com o alto teor de sais em grande parte das fontes de águas, sejam elas subterrâneas (poços) ou superficiais (lagoas e açudes de pequeno e médio portes). Para agravar mais ainda a situação, a concentração de sais nos pequenos e médios reservatórios, aumenta consideravelmente durante o período seco, quando o volume da

água é significativamente reduzido, época em que o uso da irrigação se faz mais necessário. Já as águas de rios ou riachos podem, também, apresentar problemas de salinidade, dependendo do tipo de solo, da qualidade de água das barragens ou, ainda, do retorno da água de drenagem (HOLANDA e AMORIM, 1997).

A água é um bem precioso e que precisa ser preservado e utilizado de forma eficiente para que a sua falta não venha a provocar catástrofes como já se vem especulando. Por isso estudos que avaliam o uso de água com qualidade inferior para diversos fins vêm ganhando destaque. Dentre as alternativas para o uso de água salinas na agricultura irrigada, o cultivo de forrageiras halófitas como as do gênero *Atriplex*, e não halófitas, mas com graus moderados de tolerância ao estresse salino, como o sorgo e o milho, tem ocupado lugar de destaque, pelas suas elevadas produtividades mesmo quando irrigadas com água de elevada salinidade e podem se constituir em alternativas para cultivos que utilizem recursos (água e solo) salinos. Estas espécies são alternativas bastante interessantes para alimentação animal, mas nenhuma delas é apropriada para o pastejo, ou seja, na maioria dos casos são usadas para produção de feno ou silagem e fornecidas em cochos para os animais, o que torna o preço do alimento mais elevado.

Em se tratando de gramíneas forrageiras indicadas ao pastejo, os trabalhos demonstrando resistência ao estresse salino são escassos ou até inexistentes. No entanto, algumas observações feitas em campo pode-se detectar que a canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*) apresenta um bom desenvolvimento em solos afetados por sais. Ademais, apresenta-se bastante apreciado pelos animais, possui bom vigor na rebrota após pastejo e bom valor nutritivo, proporcionando aos animais alimento de qualidade, dando condições para que eles possam expressar seu potencial produtivo.

Diante do exposto, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento vegetal, acúmulo de fitomassa do capim-canarana (*Echinochloa pyramidalis*) em função da salinidade da água de irrigação.

CAPÍTULO 1
REFERENCIAL TEÓRICO

REFERENCIAL TEÓRICO

O capim Canarana

A produtividade e a perenidade da pastagem decorrem de sua capacidade de reconstituição de nova área foliar, após o corte ou pastejo. Esta capacidade está intrinsecamente associada às condições ambientais, como temperatura, luminosidade, umidade e fertilidade do solo, bem como às características genéticas da planta forrageira, ao manejo da pastagem e à idade fisiológica da planta. Deste modo há uma busca constante por alternativas que possam ser realizadas pelos técnicos que executam o manejo das pastagens para melhorar estas condições, tornando assim o ambiente mais favorável ao bom desenvolvimento das plantas, para que elas possam produzir satisfatoriamente e expressar seu potencial genético.

Originária da África Tropical, onde é conhecida como *antelop grass*, a canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*) tem apresentado excelente adaptabilidade na região amazônica e tem sido utilizada com sucesso na formação de pastagem nas várzeas altas e baixas do estuário do Rio Amazonas e em áreas similares onde predominam solos hidromórficos, principalmente os Gleissolos (SERRÃO et al., 1970). Nascimento et al. (1988), relataram que esta forrageira atingiu a produtividade de 15,31 t de matéria seca/ha/ano em 20 cortes, quando cultivadas em áreas de mangue. Estima-se que somente no estuário do Rio Amazonas exista cerca de um milhão e meio de hectares de áreas apropriadas para serem cultivadas com esta pastagem (ABREU et al., 2006).

Embora essa gramínea não seja amplamente conhecida no meio agrônomo, nas regiões de solo pesado e sujeitas ao alagamento, como em vazantes de açudes, áreas marginais de reservatórios de hidroelétricas e margens de rios, regiões estas que apresentam características particulares, como a ocorrência de períodos de deficiência hídrica e inundações que podem limitar a cobertura vegetal, sua importância é bastante considerável, pois muitas vezes constitui a base da alimentação dos rebanhos, seja através do pastejo direto ou na forma conservada.

O aproveitamento das áreas de várzeas para a exploração pecuária com bubalinos e bovinos está na dependência de estudos básicos de adaptação de gramíneas nativas e introduzidas, indispensáveis para subsidiar a formação de pastagens nessas áreas (ABREU et al., 2006). De acordo com resultados obtidos por Nascimento et al. (1987), relativo à introdução de gramíneas forrageiras em áreas de várzeas, o canarana

de Paramaribo e a canarana erecta lisa foram às espécies mais promissoras para formação de pastagem, nas várzeas altas e baixas do rio Pará.

Silva et al. (2001), avaliando as respostas fisiológicas de gramíneas promissoras para revegetação ciliar de reservatórios hidroelétricos, submetidas à deficiência hídrica, entre as quais encontrava-se a *Echinochloa pyramidalis*, verificaram que a eficiência do fotossistema II, medida pela razão FV/Fm, em que FV é a fluorescência variável e Fm a fluorescência máxima, não apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$), tanto entre tratamentos (irrigado e não irrigado) como entre espécies, permanecendo durante todo o período experimental entre 0,74 e 0,81. Esses resultados evidenciam que a baixa disponibilidade de água não causou danos no fotossistema II, pois segundo Bolhar-Nordenkamp et al. (1989), valores de FV/Fm entre 0,75 e 0,85 são típicos de plantas não-estressadas. Os autores verificaram ainda que a canarana apresentou uma maior produção de matéria seca para o sistema radicular, o que pode ser um aspecto interessante, pois com um sistema radicular abundante é capaz de promover a agregação das partículas do solo, evitando em grande parte os processos erosivos, além da capacidade de explorar recursos hídricos e minerais do solo. E concluem que a maior concentração de solutos encontradas em plantas sob baixa disponibilidade de água indica uma capacidade de ajustamento osmótico, que é uma característica de interesse em plantas resistentes à seca, ou seja, mesmo sendo adaptado ao alagamento, a *Echinochloa pyramidalis* também possui mecanismos que podem fazê-la resistir bem a períodos de estiagem.

Apesar de sua importância, existem ainda poucas pesquisas e trabalhos publicados sobre o potencial forrageiro dessa espécie. Portanto há necessidade de que mais estudos sejam desenvolvidos visando superar problemas que ainda impedem sua ampla utilização no país, tais como melhor idade de corte e nível de tolerância a salidade, para que desta forma se possa fazer uso desta forrageira com um suporte de informações técnicas que favoreçam a expressão do seu potencial de produção.

Componentes de biomassa da pastagem

O desempenho dos animais em pastejo é afetado por características da pastagem e do animal. Do ponto de vista da pastagem, vários são os fatores que interferem no desempenho dos animais em pastejo, como massa de forragem, qualidade da forragem e características estruturais do dossel. As características estruturais do dossel entre as quais os componentes de biomassa fazem parte, afetam o desempenho dos animais em

pastejo, influenciando o consumo via alterações no comportamento ingestivo. Tais características variam não somente entre cultivares de uma mesma espécie, mas também entre espécies, famílias botânicas, estágio fenológico e, dentro de uma mesma pastagem, em função do manejo adotado (CÂNDIDO, 2003), como também podem variar em resposta à estresses em que as plantas são submetidas.

A massa seca de forragem total (MSFT) é uma variável que prediz a condição bruta da pastagem em um determinado espaço, envolvendo a massa seca de forragem morta (material senescente) e a massa seca de forragem verde (folha e colmo) (POMPEU, 2006). Existem variações ligadas à qualidade da forragem, que se relacionam com a relação material vivo/material morto e com a relação folha/colmo (CUTRIM JUNIOR, 2006).

A massa seca de forragem verde (MSFV) é uma característica estrutural que prediz a produção da fração verde da biomassa total da pastagem (folhas e colmos) em determinado espaço. Entretanto, esta variável não é precisa no que diz respeito à qualidade do pasto, visto que a fração colmo aumenta com o tempo, reduzindo a qualidade do pasto. A massa de colmos, embora não significativa no início da rebrotação do pasto, pode se tornar expressiva a partir do momento em que o processo de alongamento das hastes se intensifica (CÂNDIDO, 2003; SILVA, 2004; POMPEU, 2006; CUTRIM JUNIOR, 2006). Assim, a partir de certa idade de rebrotação, a massa de colmos passará a representar grande proporção da MSFV, contribuindo para o acúmulo de biomassa verde na pastagem, porém com pouco ou nenhum benefício para o animal em pastejo, devido à redução na relação folha/colmo (F/C) e à maior dificuldade de manipulação da forragem pelo animal em pastejo (POMPEU, 2006).

A relação F/C esta intimamente ligada aos valores de massa seca de lâmina verde (MSLV) e massa seca de colmo verde (MSCV) estimados em uma pastagem. É importante que essa relação seja alta, pois confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por representar um momento de desenvolvimento fenológico, em que os meristemas apicais se apresentam mais próximos ao solo e, portanto, menos vulneráveis à destruição (PINTO et al., 1994). Por outro lado, a estreita relação folha/colmo compromete o pastejo e, conseqüentemente, o desempenho, tendo em vista o baixo consumo voluntário devido à baixa digestibilidade da MS colhível, acarretando maior tempo de permanência do alimento no rúmen, promovendo limitações de ordem física na ingestão (JUNG e ALLEN, 1995). Quando os animais habitualmente consomem as folhas e a sua proporção é baixa na pastagem, o consumo

dos animais é reduzido por rejeição da pastagem com alta proporção de colmos, aumentando o tempo de pastejo (MINSON, 1990).

A salinidade na agricultura

Grande parte dos alimentos do mundo é produzido em terras irrigadas. Hoje em dia estas terras representam 17% do total da superfície agrícola e estima-se que nelas se produzem 40% dos alimentos do mundo. Algumas regiões poderiam ter uma maior participação da irrigação, mas grande parte das terras irrigadas corre perigo de salinização, o que reduz a produtividade, podendo causar danos às terras e torná-las inúteis para a agricultura (FAO, 2002).

A salinidade, tanto dos solos como das águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas (FLOWERS, 2004), devido aos efeitos de natureza osmótica, tóxica ou nutricional (VIANA et al., 2004). Entretanto, os efeitos dependem, ainda, de outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TESTER e DAVENPORT, 2003). Os solos das regiões semi-áridas, em razão da alta taxa de evaporação e baixa precipitação pluviométrica, apresentam, em geral, elevadas concentrações de sais solúveis. Além de serem naturalmente halomórficos, muitos são salinizados e, ou, sodificados pelo homem, com o uso inadequado da água de irrigação (OLIVEIRA et al., 2002).

A salinização dos solos por meio da água de irrigação é comum nas regiões áridas e semi-áridas, pois além de satisfazer a necessidade hídrica da cultura, a água aplicada via irrigação também é responsável por manter o balanço de sais na zona radicular através da fração de lixiviação (RHOADES et al., 2000). Este problema, muitas vezes decorrente do manejo inadequado do solo e da água pode levar ao abandono de áreas nobres para a agricultura, por torná-las inviáveis à exploração agrícola, devido às drásticas reduções na produtividade das culturas (WILLADINO et al., 1999).

Segundo dados da FAO (2002), não se sabe o valor exato, mas estima-se que pelo menos 8% das terras irrigadas do mundo possam estar salinizadas e em regiões áridas e semi áridas este valor está ao redor de 25%. Indicam ainda que a salinização está reduzindo a superfície irrigada do mundo entre 1 e 2% ao ano, com maior intensidade em regiões áridas e semi áridas. Estima-se que, no Brasil, a área total de solos afetados por sais seja superior a 4.000.000 hectares (OLIVEIRA, 1997).

Efeitos da salinidade na produção e crescimento das culturas

A crescente salinização do solo e da água ameaça a agricultura de zonas áridas e semi-áridas, bem como de outras regiões do mundo (EPSTEIN et al., 1980). Segundo Taiz e Zeiger (2004), quando uma planta é submetida a condição de estresse abiótico, geralmente ocorrem alterações no balanço energético, sendo desviada parte da energia para adaptação ao meio adverso. Plantas cultivadas em ambientes com excesso de NaCl apresentam primeiramente uma inibição no crescimento, freqüentemente acompanhada pela presença de áreas necrosadas nas folhas (BEZERRA et al., 2001). Segundo Willadino et al. (1999), a redução do crescimento e da produção das plantas, como consequência do estresse salino, vem sendo estudada há vários anos por grande número de pesquisadores. Dentre os fatores que podem ser responsáveis por este fato, podem-se destacar os efeitos osmóticos; tóxicos e nutricional (AQUINO et al., 2007).

A concentração excessiva de sais na zona radicular pode causar um efeito osmótico, que reduz o fluxo de água no sentido solo - planta - atmosfera (ESSA, 2002; SULTANA et al., 2002) fazendo com que o solo retenha mais água, disponibilizando-a em menor quantidade para a planta (GHEYI, 2000), com conseqüente redução da transpiração da planta, prejudicando o seu metabolismo.

Ao avaliar o efeito do estresse salino sobre os índices morfofisiológicos e produção de alface, Viana et al. (2004) verificaram que a taxa de decréscimo relativo de evapotranspiração média entre 0 à 30 dias após o transplante das mudas foi de 11,24% por incremento unitário de CEa. Esse valor foi aproximadamente igual à taxa média de decréscimo relativo de taxa de crescimento absoluto da cultura, no mesmo período, que foi de 11,27%, uma indicação que o estresse salino induziu ao estresse hídrico, com conseqüente redução do crescimento.

O efeito tóxico pode ser caracterizado pelo acúmulo de íons específicos na planta, onde um excesso de Na^+ e de Cl^- no protoplasma ocasiona distúrbios, afetando a fotofosforilação, a cadeia respiratória, a assimilação de nitrogênio e o metabolismo das proteínas (LARCHER, 2000; MUNNS, 2002). Após a absorção pelas raízes, o Na^+ é translocado para a parte aérea da planta, causando a queima das folhas dessas espécies (RHOADES e LOVEDAY, 1990). De acordo com Munns e Termaat (1986), quando os teores de Na^+ e Cl^- alcançam valores elevados nas folhas maduras, estas iniciam o processo de senescência, reduzindo os teores de clorofila e produção de fotoassimilados, afetando o seu fornecimento para as folhas jovens. Esses íons começam a inibir a

maioria das enzimas envolvidas nesses processos, a uma concentração acima de 100 mM (LARCHER, 2000; MUNNS, 2002).

O efeito nutricional ocorre devido o excesso de um íon no solo inibir a absorção de outros íons. Por causa disto, a relação entre íons é objetivo constate de estudos quando se trabalha com estresse salino. De acordo com Bernstein (1975), a deficiência de Ca^{2+} pode ser induzida pelo excesso de Na^+ , e a de K^+ por excesso de Na^+ ou Ca^{2+} , assim como altas concentrações de Mg^{2+} podem inibir a absorção de K^+ ou de Ca^{2+} . Marschner (1995), também ressaltou que, quando a concentração de Na^+ e Cl^- no solo é alta, a absorção de nutrientes minerais, especialmente NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} é, quase sempre, reduzida.

Mecanismos de tolerância desenvolvidos pelas plantas

O estresse salino pode ter sido o primeiro fator químico de estresse durante a evolução da vida na Terra. Os primeiros organismos vivos foram formas de vida marinhas e, mesmo na atualidade, biótipos salinos são colonizados a partir de habitats marinhos em vez de habitats de água doce. Portanto, logo no início, os organismos deviam ter desenvolvido mecanismos efetivos para a regulação iônica e estabilização das estruturas protoplasmáticas (LARCHER, 2000). Neste sentido, vários estudos visam, além de mensurar os efeitos da salinidade sobre a planta, elucidar mecanismos fisiológicos e bioquímicos vinculados à tolerância ou sensibilidade ao estresse, os quais são de fundamental importância para os trabalhos de seleção de cultivares tolerantes, tanto no melhoramento clássico como na engenharia genética (WILLADINO et al., 1999).

Algumas espécies têm maior capacidade de adaptação osmótica e podem absorver, acumular e compartimentalizar íons nas células e, ainda, absorver água mesmo em potenciais osmóticos baixos (FLOWERS, 2004). As diferenças nos graus de tolerância das espécies ou cultivares depende, portanto, da eficiência dos mecanismos morfológicos e fisiológicos que aumentam a capacidade das plantas de enfrentar o aumento da concentração de sais no solo (STOREY, 1995; LACERDA et al., 2003). Muitas plantas halófitas podem, até mesmo, ser favorecidas quando submetidas à exposição de concentrações salinas de até $200 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ de NaCl (O'LEARY, 1995). De maneira geral, as plantas apresentam algumas alternativas para crescer e se reproduzir em ambientes salinos, entre as quais pode-se destacar: exclusão de sais, compartimentalização, suculência, redistribuição do sal e equilíbrio nas relações iônicas.

As plantas podem reter íons nas raízes e nos caules, limitando a salinidade da seiva xilemática e reduzindo a quantidade que chega às folhas (TRINDADE et al., 2006). Greenway e Munns (1980) relataram que a tolerância à salinidade em plantas glicófitas, está associada a esta característica fisiológica, principalmente no que se refere ao Na^+ e Cl^- . Trindade et al. (2006) ao estudarem a influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda expostas ao estresse salino, verificaram que no feijão-de-corda houve decréscimo na retenção de Na^+ no caule com o tempo de exposição ao estresse, ao mesmo tempo em que ocorreu aumento na concentração de íons tóxicos nos limbos foliares, enquanto que no sorgo, a capacidade de retenção de Na^+ no caule, permaneceu mais ou menos constante durante todo o período experimental, ocorrendo aumento mínimo no teor de íons tóxicos nos limbos foliares. Estes autores sugeriram que este comportamento apresentado pelo sorgo, além de demonstrar maior capacidade de excluir o Na^+ que chega ao caule, exporta também pouco Na^+ do caule para as folhas evitando, deste modo, o excesso de íons potencialmente tóxicos nos tecidos fotossintetizantes (AZEVEDO NETO e TABOSA, 2000).

Um dos mecanismos de adaptação das plantas halófitas à salinidade consiste na produção e acumulação de compostos orgânicos no citossol, associados à compartimentação de Na^+ no vacúolo, equilibrando o potencial osmótico no interior da célula (TESTER e DAVENPORT, 2003; FLOWERS, 2004). Estas plantas compensam o potencial osmótico dos ambientes salinos por meio da acumulação de sal no protoplasma, até atingirem valores de potencial osmótico menor que o da solução do solo, fazendo com que a água siga um gradiente osmótico (LARCHER, 2000). Silva Junior et al. (2002) comentaram que a maior concentração em Cl^- que de Na^+ na parte aérea, pode resultar das diferentes capacidades que as plantas possuem de compartimentar esses íons nos vacúolos. Plantas consideradas não halófitas, parecem ser capazes de acumular Cl^- , no entanto, muitas não dispõem de mecanismos para fazer a inclusão de Na^+ nos vacúolos (MENNEN et al., 1990). Nas glicófitas, o ajustamento osmótico celular também ocorre, porém a compartimentalização dos íons não é tão eficiente como nas halófitas (HASEGAWA et al., 2000).

A intensidade da salinidade como fator de estresse sobre o protoplasma não é definida pela quantidade absoluta de sal, mas sim por sua concentração. Se o volume celular aumenta (aumento da suculência) proporcionalmente à absorção de sal (conforme a célula absorve água), a concentração de sal pode ser mantida praticamente

constante por extensos períodos (LARCHER, 2000). Segundo Trindade et al. (2006), a suculência permite a regulação da concentração de sais nos tecidos foliares e depende, diretamente, da absorção, transporte e acúmulo de íons nos tecidos foliares, podendo contribuir para reduzir o efeito dos sais sobre o crescimento da planta. Os mesmos autores relataram ainda que a suculência é uma resposta comum em folhas de plantas estressadas com sais de cloreto sendo, porém, mais comum em dicotiledôneas.

Existem ainda espécies que conseguem redistribuir os sais já absorvidos, translocando o Na^+ e Cl^- por meio do floema, fazendo com que as altas concentrações que ocorrem nas folhas que transpiram intensamente, possam ser diminuídas através de uma redistribuição por toda a planta (LARCHER, 2000).

Dentre os fatores relacionados com a habilidade das plantas em tolerar o excesso de sais solúveis incluem-se a manutenção de altos níveis de Ca^{2+} e a capacidade de manter níveis adequados de K^+ , em condições de elevada concentração de Na^+ no solo (NAVARRO et al., 2000; MURILLO et al., 2002). Comumente são observados, em resposta à aplicação de NaCl , aumento na concentração dos íons Na^+ e Cl^- , e redução nos níveis de K^+ e Ca^{2+} (SHANNON et al., 1998). O mecanismo de seletividade de absorção iônica, especificamente relacionado a Na^+ e K^+ , varia entre grupos de plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Tester e Davenport (2003) e Epstein e Bloom (2006) citaram que uma característica de tolerância das plantas à salinidade é a habilidade de manter a relação Na/K em valores inferiores a 1,0. Lacerda et al. (2001) avaliando dois genótipos de sorgo com relação ao estresse salino, observaram que, a relação Na^+/K^+ foi quase duas vezes maior nos limbos do genótipo sensível em relação ao tolerante, resultados também encontrados por Hajibagheri et al. (1987). A manutenção de uma relação mais favorável entre Na^+ e Ca^{2+} , sem resultar em sintomas de deficiência deste último, também se constitui um fator de habilidade de tolerar o excesso de sais (TESTER e DAVENPORT, 2003).

Na maioria dos casos, o maior acúmulo de íons potencialmente tóxicos nos tecidos foliares de glicófitas, parece correlacionar-se com a sensibilidade ao estresse salino (TRINDADE et al., 2006). Embora muitos dos mecanismos de tolerância sejam especialmente eficientes nas halófitas, eles também têm sido observados em glicófitas, nas quais, o mecanismo de exclusão de íons dos tecidos fotossintetizantes parece ser o mais eficiente (LACERDA et al., 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. M. A. D.; FERNANDES, A. R.; MARTINS, A. R. A.; RODRIGUES, T. E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Acta Amazônica**. v.36, n.1, p. 11 – 18, 2006.

AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R. N. T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.31, p.961-971, 2007.

BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 13, p. 295-312, 1975.

BERNSTEIN, N.; SILK, W. K.; LÄUCHLI, A. Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress. **Planta**. v.191, p.433-439, 1993.

BEZERRA, J. S.; WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Crescimento de calos embriogênicos de milho submetidos ao estresse salino. **Scientia Agricola**. v.58, n.2, p.259-263, 2001.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; ÖQUIST, G.; SCHREIBER, U.; LECHNER, G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**. v.3, p. 497-514, 1989.

CÂNDIDO, M. J. D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal, em Panicum maximum, cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa: UFV, 2003. 134f. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CUTRIM JUNIOR, J. A. A. **Crescimento e morfofisiologia do dossel do capim tanzânia com três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo**. Fortaleza-CE. UFC, 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2006.

FAO. La sal de la tierra: peligro para la producción de alimentos. 2002. <http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/newsroom/focus/focus1.htm>. Acesso em 27 de janeiro de 2009.

EPSTEIN, E.; NORLYN, J.D.; RUSH, D.W.; KINGSBURY, R.W.; KELLEY, D.B.; CUNNINGHAM, G.A. Saline culture of crops: a genetic approach. **Science**, v.210, p.399-404,1980.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.

ESSA, T. A. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**. v.188, n.2, p.86-93, 2002.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v.55, p.307-319, 2004.

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: Oliveira, T.S.; Assis Jr., R.N.; Romero, R.E.; Silva, J.R.C. (eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2000. p.329-346.

GREENWAY, H. e MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. **Plant Physiology**, v.31, p. 149-190, 1980.

HAJIBAGHERI, M. A.; HARVEY, D. M. R.; FLOWERS, T. J. Quantitative ion distribution within root cells of salt-sensitive and salt-tolerant maize varieties. **New Phytologist**. v.105, n.3, p.367-379, 1987.

HASEGAWA, P.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**. v.51, p.463-499, 2000.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para a irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E. e MEDEIROS, J. F., eds. **SIMPÓSIO MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA**, Campina Grande, 1997. **Anais...** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, p.137-169. 1997.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**. v. 73, p. 2774-2790, 1995.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A. Plant growth and solute accumulation and distribution in two sorghum genotypes, under NaCl stress. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Londrina, v.13, n.3, p.270-284, 2001.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**. v.47, p.107-120, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, RiMa, 2000. 533p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academy Press, 1995. 889p.

MENNEN, H.; JACOBY, B.; MARSHNER, H. Is sodium proton antiport ubiquitous in plant cell? **Journal of Plant Physiology**, Rockville, v.137, p.180-183, 1990.

MINSON, D. J. **Forage in Ruminant Nutrition**. London: Academia Press, 1990. 483p.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environ.** v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Australian Journal Plant Physiology**. v.13, n.1, p.143-160, 1986.

MURILLO, B. A.; TROYO, E. D.; GARCIA, J. L. H.; LARRINAGA, J. A. M.; NIETO, A. G. Effect of salinity on genotypes of the cowpea in the seedling stage. **Agrochimica**. v.46, n.1-2, p.73-87, 2002.

NASCIMENTO, C. N. B; CAMARÃO, A.P.; SALIMOS, E. P. **Avaliação de gramíneas forrageiras em área de mangue da ilha de Marajó**. EMBRAPA – CPATU. Belém. 18p. 1988. (Boletim de Pesquisa, 93).

NASCIMENTO, C. N. B; CARVALHO, L. O. D. M.; LOURENÇO JR. J. B.; MOREIRA, E. D.; SALIMOS, E. P.; PEREIRA, W. P. **Introdução e avaliação de gramíneas forrageiras em várzea alta, várzea baixa e igapó**. EMBRAPA-CPATU. Belém. 24p. 1987.

NAVARRO, J. M.; BOTELHO, M. A.; CERDA, A.; MARTINEZ, V. Effect of salinity x calcium interaction on cation balance in melon plants grown under two regimes of orthophosphate. **Journal of Plant Nutrition**. v.23, n.7, p.991-1006, 2000.

O'LEARY, J. W. Adaptive components of salt tolerance. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.577-586.

OLIVEIRA, L.B.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, M.G.V.X.; LIMA, J.F.W.F.; MARQUES, F.A. Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1477-1486, 2002.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB; SBEA, 1997. p.1-35.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.23, p.313-326, 1994.

POMPEU, R. C. F. F. **Morfofisiologia do dossel e desempenho bioeconômico de ovinos em capim Tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada.** Fortaleza: UFC, 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2006.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 48).

RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (Ed.). *Irrigation of agricultural crops.* Madison: **American Society of Agronomy.** 1990. p. 1089-1157. (ASA. Monograph, 30).

SERRÃO, E. A. S.; BATISTA, H. A. M.; BOULHOSA, J. A. Z. **Canaranaerecta-lisa (*Echinochloa pyramidalis*) (Lam) Hitch. et Chase.** IPEAN. Belém. Série Estudos sobre Forrageiras na Amazônia, v.1, n.1. p.35. 1970.

SHANNON, M. C.; RHOADES, J. H.; DRAPER, J. H.; SCARDACI, S. C.; SPYRES, M. D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California. **Crop Science.** v. 38, p. 394-398, 1998.

SILVA, R. G. **Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso.** Fortaleza: UFC, 2004. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2004.

SILVA, S.D.; SOARES, A. M.; OLIVEIRA, L. E. M. D.; MAGALHÃES, P. C. Respostas fisiológicas de gramíneas promissoras para revegetação ciliar de reservatórios hidrelétricos, submetidas à deficiência hídrica. **Ciência Agrotécnica.** v.25, n.1, p. 124-133, 2001.

SILVA JÚNIOR, C. D.; PASSOS E. E. M.; GHEYI, H. R. Aplicação de água salina no desenvolvimento e comportamento fisiológico do coqueiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.6, n.1, p.39-44, 2002.

STOREY, R. Salt tolerance, ion relations and the effect of root medium on the response of citrus to salinity. **Plant Physiology.** v. 22, p. 1-14, 1995.

SULTANA, N.; KEDA, T.; KASHEM, M. A. Effect of seawater on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Photosynthetica.** v.40, n.1, p.115-119, 2002.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**. v.91, p.503-527, 2003.

TRINDADE, A. R.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A. e PRISCO, J. T. Influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda, ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, p.804-810, 2006.

VIANA, S. B. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARNEIRO, P. T. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.8, p.23-30, 2004.

WILLADINO, L.; MARTINS, M. H. B.; CAMARA, T. R.; ANDRADE, A. G.; ALVES, G. D. Resposta de genótipos de milho ao estresse salino em condições hidropônicas. **Scientia Agricola**. v.56, n.4, p.1209-1213, 1999.

CAPÍTULO 2
EFEITO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E IDADE DE CORTE
SOBRE OS COMPONENTES DE BIOMASSA DA CANARANA ERECTA LISA

Efeito da salinidade da água de irrigação e idade de corte sobre os componentes de biomassa da canarana erecta lisa

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação e de diferentes idades de corte sobre os componentes de biomassa do capim-canarana (*Echinochloa pyramidalis*). As mudas foram plantadas em vasos plásticos com volume de 8 L contendo solo do tipo NEOSSOLO QUARTIZARÊNICO textura arenosa, sob condições de casa de vegetação. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em parcelas subdividida, sendo os níveis de salinidade (0,75; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m⁻¹) na parcela principal e idade de corte (21, 28, 35, 42 e 49 dias) na subparcela, com cinco repetições. Após o corte de uniformização, 56 dias posterior ao plantio, iniciou-se a aplicação dos tratamentos. Ao atingir a idade de corte determinada, as plantas foram cortadas e em seguida o material coletado foi fracionado em folhas, colmos e material morto. Determinou-se a massa seca de forragem total, massa seca de forragem morta, massa seca de forragem viva, massa seca de lâmina verde, massa seca de colmo verde, relação material vivo/material morto e relação folha/colmo. Não houve interação entre os fatores estudados. A salinidade reduziu a massa seca de forragem total, massa seca de forragem verde, massa seca de lâmina verde e a massa seca de colmo verde. Não se verificou efeito da salinidade sobre a massa seca de forragem morta, relação material vivo/material morto e relação folha/colmo. A salinidade alterou a partição de matéria seca, diminuindo a percentagem de colmos e aumentando a percentagem de folhas na massa seca de forragem total. O aumento da idade de corte ocasionou aumentos na massa seca de forragem total, forragem morta, forragem viva, colmos verdes e folhas verdes. A partir da idade de corte de 28 dias a massa seca de forragem morta teve incremento bastante acentuado. O aumento na massa seca de colmos acentuou-se a partir dos 35 dias. O prolongamento da idade de corte provocou um declínio nas relações material vivo/material morto e folha/colmo.

Palavras chave: *Echinochloa pyramidalis*, massa seca de forragem, partição de matéria seca.

EFFECT OF SALINITY OF IRRIGATION WATER AND CUTTING AGES ABOUT COMPONENTS OF THE BIOMASS OF CANARANA ERECTA

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of salinity of irrigation water of different cutting ages about components of the biomass of grass canarana (*Echinochloa pyramidalis*). Seedlings were planted in plastic pot with volume of 8 L containing QUARTZARENIC NEOSOL sandy texture under conditions of greenhouse. The design was completely casualized sub divided plots. The levels of salinity (0.75, 2.0, 4.0, 6.0 and 8.0 dS m⁻¹) in the main portion and cutting age (21 , 28, 35, 42 and 49 days) in the sub plot with five replications. After the cutting of uniform, 56 days after planting, there was a treatment. To achieve the cutting age determined, the plants were cutting and then the collected material was fractionated into leaves, stems and dead matter. It was determined the mass of dry total forage, dry matter of forage dead, dry mass of live herbage, dry matter of green blade, dry mass of green stem, material relationship alive matter/dead material and leaf/stem. There was no interaction between the factors studied. The salinity decreased the total dry mass of forage, dry matter of green forage, dry mass of green blade and dry mass of green stem. There was no effect of salinity on dry mass of forage dead, material relationship alive matter/dead material and leaf/stem. The salinity changed the partition of dry matter, reducing the percentage of stems and leaves increasing the percentage of the total dry mass of forage. Increasing the cutting age caused increases in dry mass of total forage, dead forage, alive forage, green stems and green leaves. From the age of 28 days of cutting dry mass of dead forage had a very sharp increase. The increase in dry mass of stems is increased from 35 days. The extension of the cutting age triggered a decline in relations live matter/ dead matter and leaf/stem.

Keywords: *Echinochloa pyramidalis*, dry matter of forage, partition of dry matter

INTRODUÇÃO

A baixa produção de massa de forragem durante o período seco tem sido apontada como um dos fatores que mais contribuem para a baixa produtividade dos rebanhos, sendo responsável pela queda acentuada na produção leiteira, pela perda de peso dos animais de corte e pela grande redução na capacidade de suporte das pastagens. Trabalhos desenvolvidos na região do Brasil Central comprovaram que 75 a 85% da produção de matéria seca total anual ocorrem na época quente e chuvosa (outubro a março) e de 15 a 25%, na época seca (abril a setembro) (SOUZA et al., 2005). Diante disso, mais de 90% dos animais abatidos no Brasil, que são produzidos exclusivamente em pastagens, estão sujeitos a variações na idade de abate, obedecendo à distribuição anual de chuvas (LOPES et al., 2005).

Na tentativa de se elevar a produção de forragem durante a época seca e amenizar os efeitos dos veranicos, a irrigação das pastagens tem sido implantada em inúmeras propriedades (SOUZA et al., 2005). Esta técnica, principalmente em regiões onde as temperaturas de inverno não são limitantes ao crescimento das plantas, como no semi-árido nordestino, é uma alternativa viável, por apresentar bons resultados quanto à escassez de alimento no período seco (LOPES et al., 2005). No entanto, o grande consumo de água na agricultura irrigada associado à escassez de água de boa qualidade e ao aumento da sua demanda para atender outras necessidades da população, tem tornado crescente o interesse em aumentar a eficiência na utilização desses recursos. Isso envolve, dentre outras coisas, o uso de fontes de águas salinas, que são comuns em regiões semi-áridas (AYRES e WESTCOT, 1999), a re-utilização de água de drenagem com elevados teores de sais e utilização de espécies capazes de apresentar elevada rentabilidade quando irrigadas com esses tipos de água (RHOADES, 1992; SECKLER et al., 1998).

A utilização dessas fontes de água na agricultura irrigada deve ser precedida de estudos científicos que mostrem o seu impacto sobre a quantidade e qualidade dos produtos agrícolas e, também, sobre as propriedades do solo (SHARMA e RAO, 1998; ANNANDALE et al., 1999), buscando-se encontrar os genótipos mais adaptados e as técnicas mais adequadas para minorar os seus efeitos sobre ambiente. O conhecimento da tolerância da espécie quando cultivada em ambiente salino é muito importante para que técnicas alternativas de manejo possam ser utilizadas com a finalidade de amenizar

os efeitos prejudiciais dos sais (FERREIRA et al., 2001) contribuindo para melhor convivência com o problema da salinidade.

A estrutura da pastagem é um fator importante na determinação da facilidade com que a forragem é apreendida pelo animal em pastejo. A massa seca de forragem total se eleva com o tempo de rebrotação da pastagem, no entanto, esse aumento de produção não está diretamente relacionado com a qualidade do pasto, visto que em gramíneas do tipo C4 o aumento da produção se deve em grande parte ao acúmulo do pseudocolmo (POMPEU, 2006). Por este motivo, tão importante quanto estimar a massa seca de forragem total, é fragmentar essa massa de forragem, para se obter informações mais precisas sobre o comportamento da planta e a qualidade da forragem ofertada aos animais (CUTRIM JUNIOR, 2006).

A canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*) é uma forrageira bastante usada principalmente em áreas de represas de açudes e lagoas, margens de rios e em áreas de várzeas. No estado do Ceará muitas das áreas de várzeas, principalmente devido ao mau uso da irrigação durante anos sucessivos de cultivo com arroz, foram degradadas por acúmulo excessivo de sais, não bastando isto, muitas destas terras são sujeitas ao encharcamento por boa parte do ano. Com a decadência da cultura do arroz no estado, estes solos tornaram-se impróprio ao cultivo da maioria das culturas tradicionalmente produzidas nesta região.

A partir daí, foi verificado que o capim-canarana além de conseguir sobreviver nestas condições tão inóspitas para a maioria das culturas, produz forragem com qualidade e quantidade bastante atraentes para a criação de ruminantes. Mesmo apresentando um potencial bastante interessante, são quase inexistentes os trabalhos científicos sobre esta espécie. Desta forma este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade da água e de diferentes idades de corte sobre os componentes de biomassa do capim-canarana.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza, localizada sob as coordenadas 3°44' S de latitude e 38°44' W de longitude, no período de 20 de fevereiro a 05 de junho de 2008. O clima da região é classificado segundo Köppen como do tipo Aw', possui um clima tropical chuvoso.

As mudas de capim-canarana foram obtidas na Companhia de Alimento do Nordeste (Cialne), localizada no município de Maranguape, Ceará. No preparo das mudas, os colmos foram cortados, formando estacas com 3 gemas cada uma. Em seguida foram plantadas em vasos com volume de 8 L contendo terra seca ao ar, sendo enterradas até a segunda gema. O solo classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO textura arenosa, foi coletado na fazenda Guarany, no município de Pacajus, Ceará, na camada superficial de 0-30 cm e peneirado com peneira de malha de 4 mm. Antes do início do experimento foi realizada análise do solo e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

Característica	
Classificação Textural	Areia Franca
Densidade global (g cm^{-3})	1,24
pH em água	5,6
CE (dS m^{-1})	0,12
Ca^{2+} ($\text{cmol}_c \text{g}^{-1}$)	1,7
Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$)	1,7
Na^+ (mg kg^{-1})	11
K^+ (mg kg^{-1})	70
Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$)	0,05
PST (%)	1,08

Após o plantio, as plantas foram irrigadas com água de torneira com condutividade elétrica (CEa) de $0,75 \text{ dS m}^{-1}$ (controle) até os 56 dias após o plantio, quando foi feito o corte de uniformização. A partir daí passaram a ser aplicados os tratamentos.

O experimento foi constituído de cinco níveis de sais (0,75; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS/m) e cinco idades de corte (21, 28, 35, 42 e 49 dias), com cinco repetições,

distribuído em delineamento em parcelas subdivididas, sendo os níveis de salinidade na parcela principal e a idade de corte na subparcela, constituindo 125 unidades experimentais, onde uma unidade experimental foi constituída de um vaso contendo três plantas. O corte de uniformização foi feito no dia 16 de abril de 2008, a uma altura de 20 cm da superfície do solo e os cortes para coleta de dados com 21, 28, 35, 42 e 49 dias após o corte de uniformização.

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre CEa e concentração ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = \text{CE} \times 10$), conforme Rhoades et al. (1992). A quantidade de água aplicada foi calculada para atender as necessidades da cultura e adicionar uma fração de lixiviação de 15% para evitar o acúmulo excessivo de sais (AYRES e WESTCOT, 1999). A adubação das plantas foi feita por meio de aplicações semanais de 200 mL da solução nutritiva de Hoagland (EPSTEIN, 1975) utilizando um recipiente graduado.

Após cada corte o material foi fracionado em folha, colmo mais bainha e material morto, levado ao laboratório de nutrição animal da Universidade Federal do Ceará, onde foi pesado e posto para secar em estufa de ventilação forçada a 55⁰C até peso constante. Através dos dados gerados foram calculados os seguintes componentes de biomassa da forragem: massa seca de forragem total (massa de folhas + colmos mais bainha + massa do material morto); massa seca de forragem verde (massa de folhas + massa de colmos mais bainha); massa seca de forragem morta; massa seca de lâmina foliar verde; massa seca de colmo verde; relação material vivo/material morto (massa de forragem verde/ massa de forragem morta) e relação folha/colmo (massa de folhas/massa de colmos).

Os dados foram submetidos a análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para as estimativas de idade de corte e níveis de salinidade, realizou-se análise de regressão utilizando-se o pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação significativa ($p>0,05$) entre níveis de salinidade e idade de corte para nenhuma das características avaliadas (Tabela 1A – no apêndice).

Houve efeito dos níveis de sais ($p<0,05$) sobre massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de lâmina foliar verde (MSLV) e massa seca de colmo verde (MSCV) (Tabela 2). Os valores de MSFT e MSFV não foram diferentes entre os tratamentos com 0,75 e 2,0 dS/m. No entanto, os valores em 0,75 dS/m foram superiores aos demais e o tratamento com 4,0 dS/m foi semelhante tanto ao tratamento com 2,0 dS/m como ao 6,0 e 8,0 dS/m. Não foi verificada diferença nos valores de MSLV e MSCV entre os tratamentos 0,75, 2,0 e 4,0 dS/m. Os valores alcançados em 0,75 e 2,0 foram superiores aos de 6,0 e 8,0 dS/m, que foram semelhantes aos de 4,0 dS/m. Não foi verificada diferença entre os tratamentos para MSFM, MV/MM e F/C.

TABELA 2 Efeito dos tratamentos sobre a massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de forragem morta (MSFM), massa seca de lâmina foliar verde (MSLV), massa seca de colmo verde (MSCV), relação material vivo/material morto (MV/MM) e relação folha/colmo (F/C) de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação

Variável	Níveis de Salinidade (CEa)				
	0,75	2,0	4,0	6,0	8,0
	-----dS/m-----				
MSFT	8,80 ^a	8,48 ^{ab}	7,54 ^{bc}	7,12 ^c	6,58 ^c
MSFM	1,893 ^a	1,86 ^a	1,78 ^a	1,69 ^a	1,68 ^a
MSFV	6,94 ^a	6,81 ^{ab}	5,76 ^{bc}	5,23 ^c	4,90 ^c
MSLV	2,64 ^a	2,62 ^a	2,22 ^{ab}	2,08 ^b	2,05 ^b
MSCV	4,30 ^a	4,19 ^a	3,54 ^{ab}	3,17 ^b	2,81 ^b
MV/MM	6,97 ^a	6,72 ^a	7,26 ^a	4,99 ^a	5,13 ^a
F/C	0,66 ^a	0,68 ^a	0,68 ^a	0,69 ^a	0,77 ^a

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem ($p>0,05$), pelo teste de Tukey.

A massa seca de forragem total foi influenciada significativamente pela salinidade, apresentando uma relação linear inversa (Figura 1). Segundo Greenway e Munns (1980) a redução do crescimento se dá em função de desequilíbrios metabólicos, provocados pelos sais, em nível de fotossíntese, respiração, síntese protéica, entre outros processos.

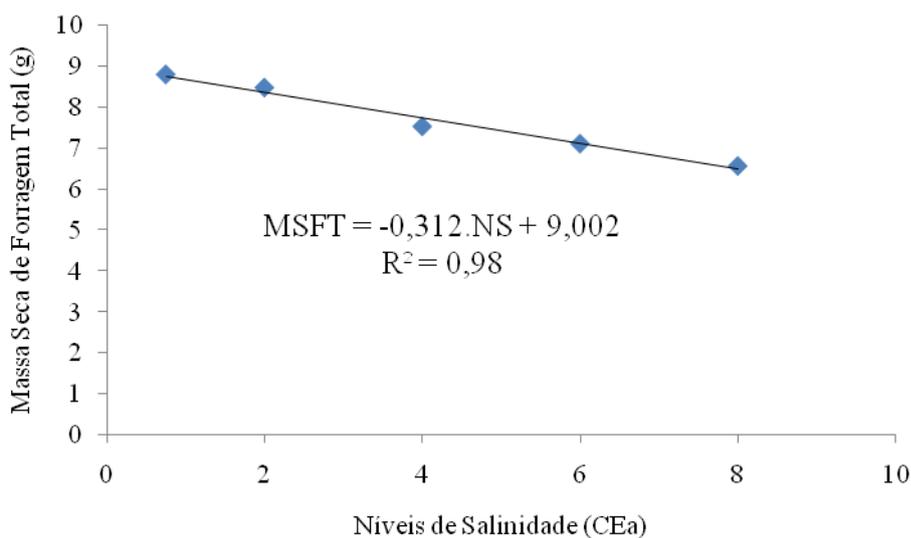


FIGURA 1 Variação da massa seca de forragem total (MSFT) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

O decréscimo desta variável com a elevação da salinidade da água de irrigação foi influenciado pelo declínio na MSFV, como pode ser observado na Figura 2. Já a MSFM (Figura 3) não exerceu muita influencia, visto que não houve efeito significativo entre esta variável e os níveis de salinidade. Estes resultados divergem do que é relatado por Prisco e O'Leary (1972) e Lutts et al., (1996), ao sugerirem que o estresse salino provoca uma aceleração da senescência das folhas.

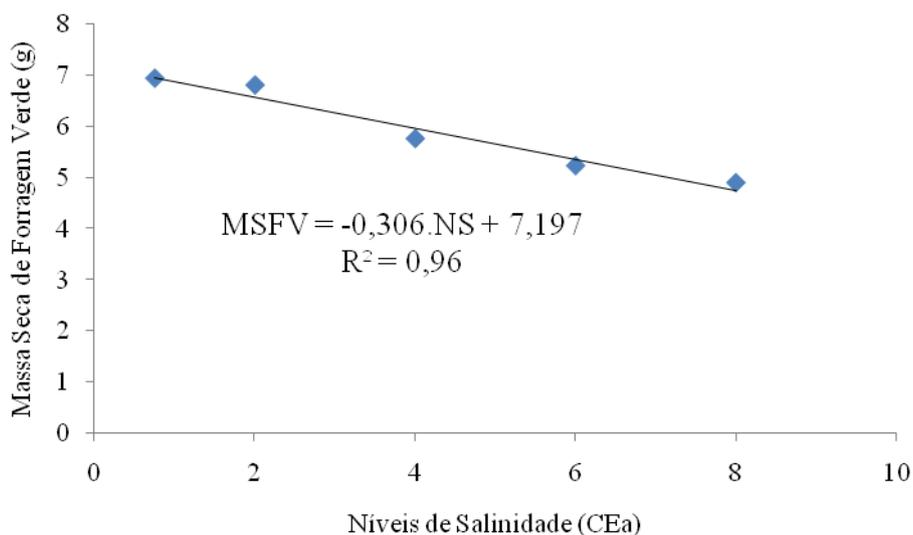


FIGURA 2 Variação massa seca de forragem verde (MSFV) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

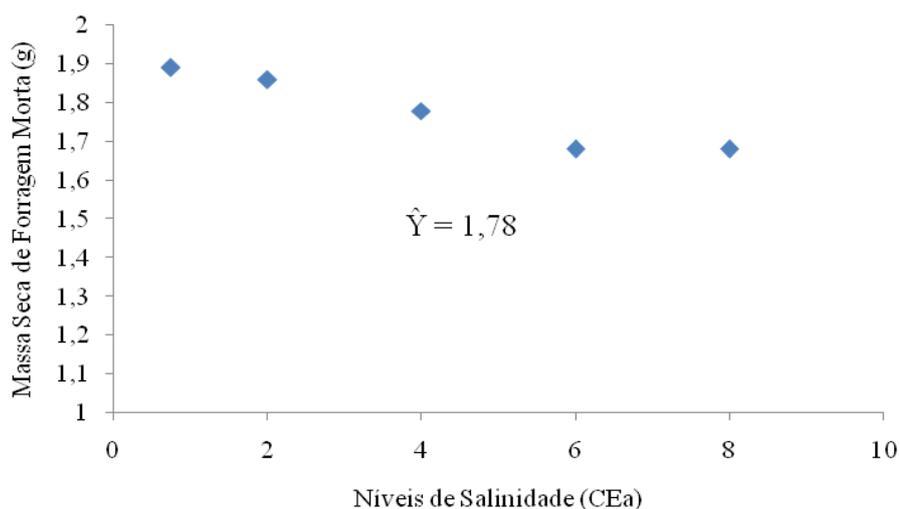


FIGURA 3 Variação massa seca de forragem morta (MSFM) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

A redução na MSFV foi afetada mais intensamente pelo declínio na MSCV (Figura 4) que da MSLV (Figura 5), pois houve um decréscimo de 52,79% na MSCV, enquanto que na MSLV foi verificado uma redução de apenas 28,48%, ambos os decréscimos entre o tratamento de 0,75 e 8,0 dS/m. Verificou-se ainda, que em termos de partição da matéria seca total, a MSLV representou 29,91% e 31,21% enquanto que a MSCV foi equivalente a 48,84% e 42,74% nos tratamentos 0,75 e 8,0 dS/m, respectivamente.

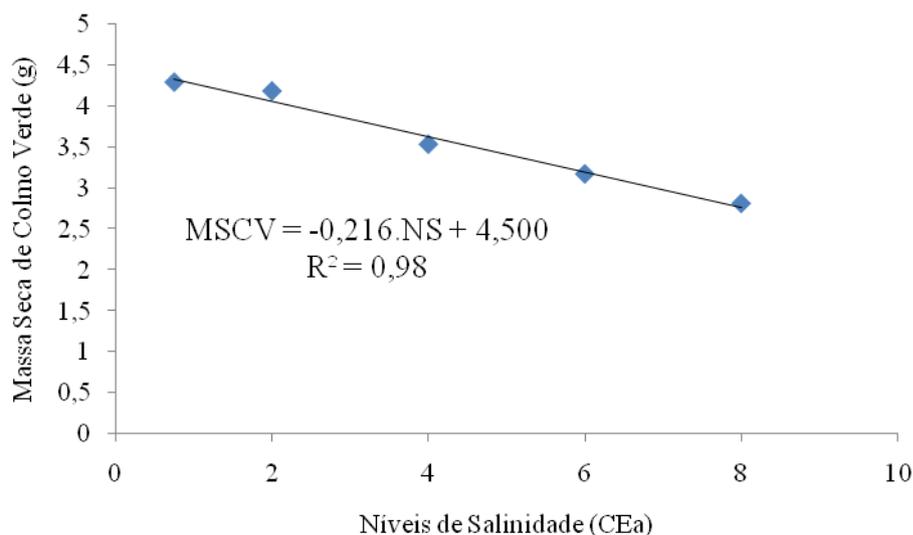


FIGURA 4 Variação massa seca de colmo verde (MSCV) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

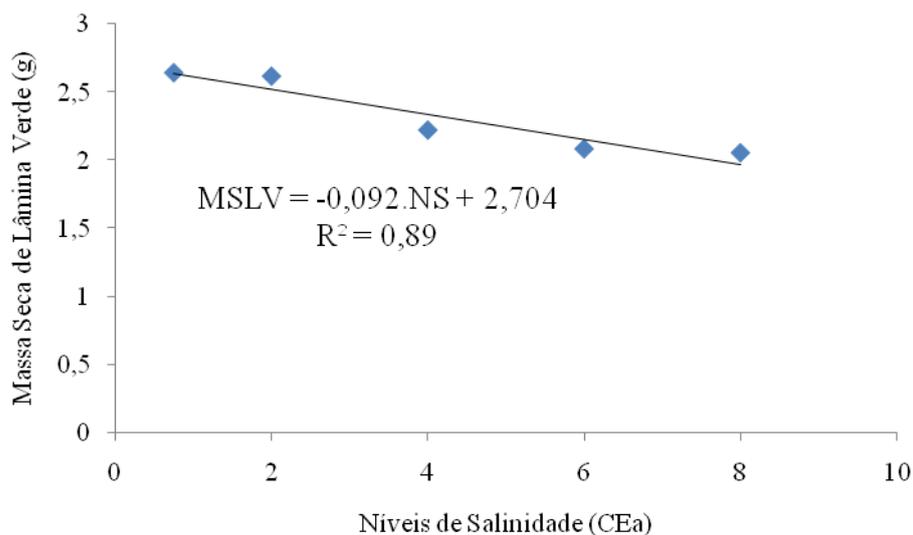


FIGURA 5 Variação massa seca de lâmina foliar verde (MSLV) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

Observou-se que enquanto que a MSLV aumentou sua percentagem na MSFT, a MSCV apresentou declínio com o aumento da salinidade.

O aumento percentual da MSLV em relação à MSFT, em resposta ao aumento da salinidade da água, pode representar as diferentes sensibilidades dos órgãos vegetativos ao estresse salino ou os diferentes mecanismos de proteção que as plantas utilizam para suas diversas partes (AQUINO, 2007). Estas variações nos percentuais da MSFT provocada pelo aumento da salinidade condizem com o fato de que a salinidade,

além de reduzir a produção de biomassa pode também alterar a partição de fotoassimilados entre as partes das plantas (GREENWAY e MUNNS,1980; SILVA et al., 2003). Estas diferenças na partição da MSFT podem contribuir para a aclimatação das plantas ao estresse salino, compensando a redução na área foliar destinada à assimilação de carbono. Essas alterações nas proporções fonte/dreno podem, também, compensar os aumentos no gasto metabólico necessário para o ajustamento da planta ao estresse imposto (MUNNS, 2002; AQUINO, 2007).

O efeito da salinidade não proporcionou diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos nas variáveis MV/MM (Figura 6) e F/C (Figura 7). Verificou-se que mesmo não tendo sido significativa a diferença entre os tratamentos na variável F/C, ocorreu um ligeiro aumento nesta relação, melhorando a relação fonte/dreno.

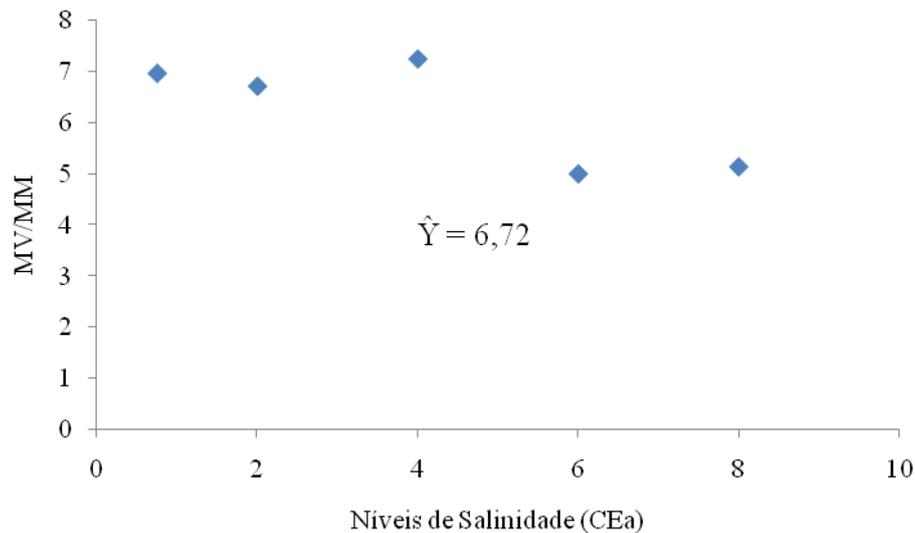


FIGURA 6 Variação da relação material vivo/material morto (MV/MM) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

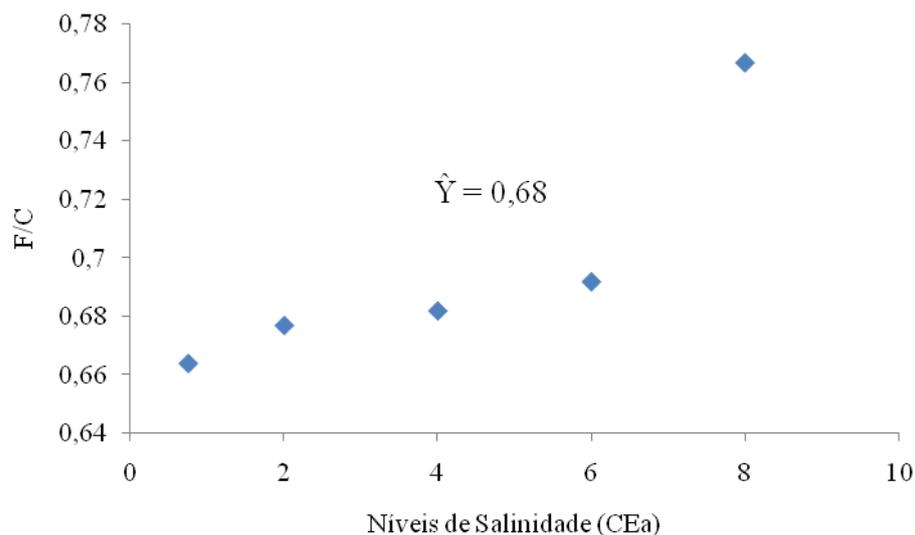


FIGURA 7 Variação da relação folha/colmo (F/C) em função dos níveis de salinidade da água de irrigação

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3 observa-se diferença ($p < 0,05$) entre as idades de corte nas variáveis analisadas. Nas idades de corte (IC) 21 e 28 dias, foram verificados os menores valores de MSFT e MSFV, elevando-se à medida que a idade avançou, havendo diferença estatística entre as demais idades. Na MSFM percebeu-se uma tendência linear crescente, sendo significativa entre todas as idades analisadas. O menor valor de MSLV foi na IC de 28 dias, sendo este inferior apenas ao da IC de 49 dias. A MSCV apresentou-se semelhante nas IC de 21 e 28 dias, tendendo a se elevar a partir daí, onde os valores nas IC de 35 e 42 dias não diferiram entre si e na IC 49 dias ocorreu maior produção. A idade de corte de 21 dias alcançou um valor da relação MV/MM acima dos observados nas demais idades. A maior relação F/C foi observada na idade de 21 dias e esta variável foi reduzindo com o passar do tempo.

TABELA 3 Efeito de idades de corte sobre a massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de forragem morta (MSFM), massa seca de lâmina foliar verde (MSLV), massa seca de colmo verde (MSCV), relação material vivo/material morto (MV/MM) e relação folha/colmo (F/C) de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco idades de corte

Variável	Idade de Corte				
	21	28	35	42	49
MSFT	5,31 ^d	5,84 ^d	7,85 ^c	9,05 ^b	10,50 ^a
MSFM	0,38 ^e	1,01 ^d	1,93 ^c	2,56 ^b	3,01 ^a
MSFV	4,92 ^d	4,83 ^d	5,91 ^c	6,48 ^b	7,50 ^a
MSLV	2,29 ^{ab}	2,06 ^b	2,35 ^{ab}	2,37 ^{ab}	2,55 ^a
MSCV	2,64 ^c	2,77 ^c	3,56 ^b	4,12 ^b	4,94 ^a
MV/MM	16,40 ^a	6,07 ^b	3,38 ^b	2,71 ^b	2,61 ^b
F/C	0,90 ^a	0,77 ^b	0,68 ^{bc}	0,60 ^{cd}	0,54 ^d

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem ($p>0,05$), pelo teste de Tukey.

A MSFT foi influenciada significativamente pela IC (Figura 8) a partir de 28 dias. Este fato é reflexo do aumento da MSFM (Figura 9) e MSFV, podendo ainda se afirmar que a MSFM contribuiu mais intensamente que a MSFV para que este fato tenha ocorrido, uma vez que a MSFM teve acréscimo de 688,71% entre as IC de 21 e 49 dias, enquanto que a MSFV aumentou apenas 52,24% entre as mesmas IC. Existem vários estudos avaliando forrageiras em diferentes idades, e muitos destes obtiveram comportamento da MSFT semelhante ao deste trabalho (CÂNDIDO, 2003; BUENO, 2003; BARBOSA, 2004; SILVA, 2004; CUTRIM JUNIOR, 2006).

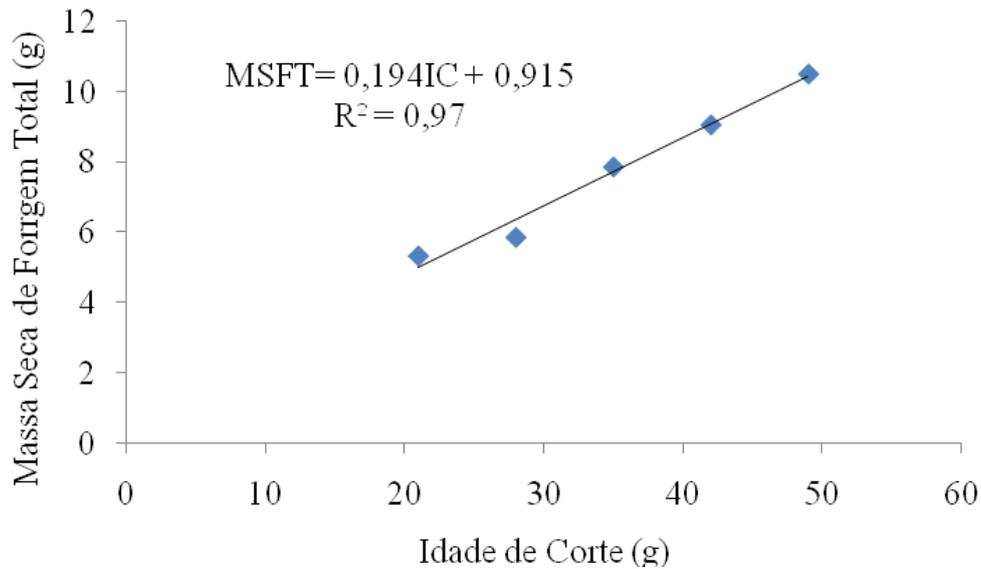


FIGURA 8 Massa seca de forragem total (MSFT) de *Echinochloa pyramidalis* em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação

Com o avançar da idade, a área foliar aumenta causando o sombreamento das camadas inferiores do dossel, chegando a atingir o índice de área foliar crítico (IAF crítico), que de acordo com Brougham (1958) é aquele em que o dossel intercepta 95% da radiação fotossinteticamente ativa (RFA). A partir deste ponto, devido o sombreamento mútuo o processo de senescência inicia-se (HUNT, 1965; KORTE et al., 1982). Diante disto estima-se que o IAF crítico tenha sido atingido na IC de 28 dias, o que poderia explicar o aumento tão brusco na massa seca de forragem morta logo após esta idade (165,09% entre a IC 21 e 28 dias) (Figura 9).

Andrade et al. (2008) avaliando as características morfológicas em diferentes idades de rebrotação da mesma espécie estudada neste trabalho, verificaram que até o vigésimo quinto dia de rebrotação a taxa de senescência foi lenta e que após esta idade, houve um aumento considerável.

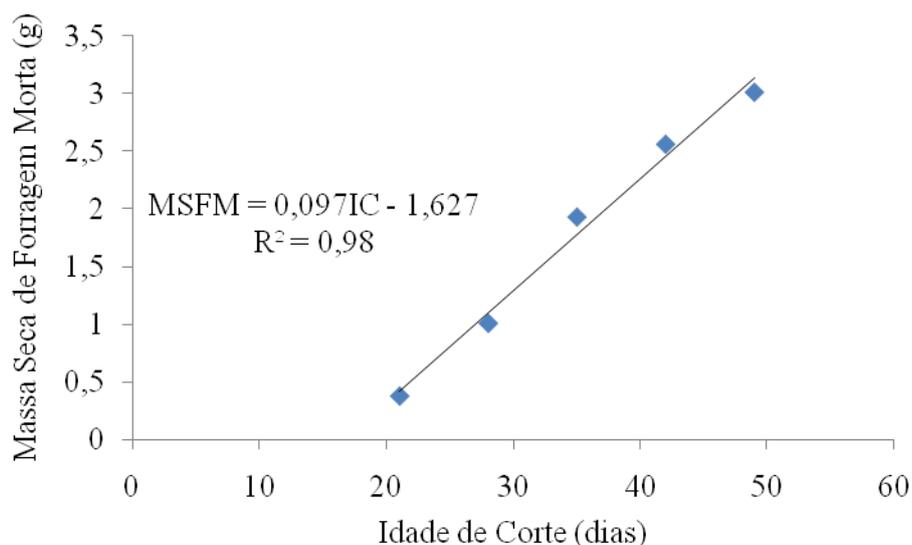


FIGURA 9 Massa seca de forragem morta (MSFM) de *Echinochloa pyramidalis* em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação

O aumento da massa seca de forragem verde deveu-se a elevações tanto das MSLV (Figura 10) como da MSCV (Figura 11). Esta última contribuiu mais fortemente na MSFV, uma vez que teve um incremento de 87,41%, enquanto que o acúmulo da MSLV foi de apenas 11,67% no último corte em relação ao primeiro. No trabalho de Andrade et al. (2008), o capim-canarana *erecta lisa* estabilizou o seu número de folhas vivas por perfilho (5,5) aos 25 dias de rebrotação, o que pode justificar o baixo acréscimo da MSLV com o avanço da idade, uma vez que o primeiro corte foi realizado aos 21 dias de rebrotação, ou seja, já muito próximo do número de dias em que esta espécie atinge o platô da curva de produção de lâminas foliares.

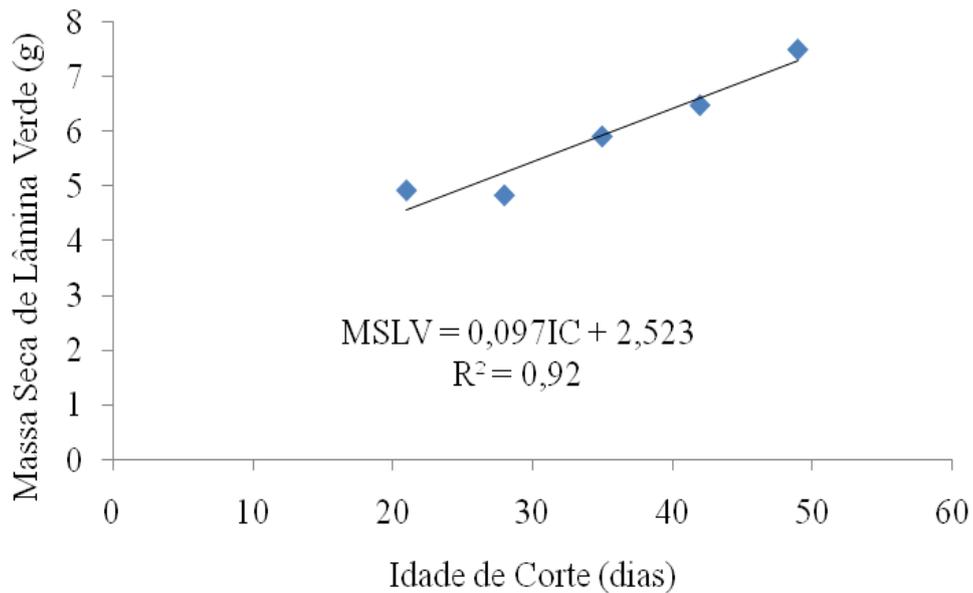


FIGURA 10 Massa seca de lâminas foliares verdes (MSLV) de *Echinochloa pyramidalis* em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação

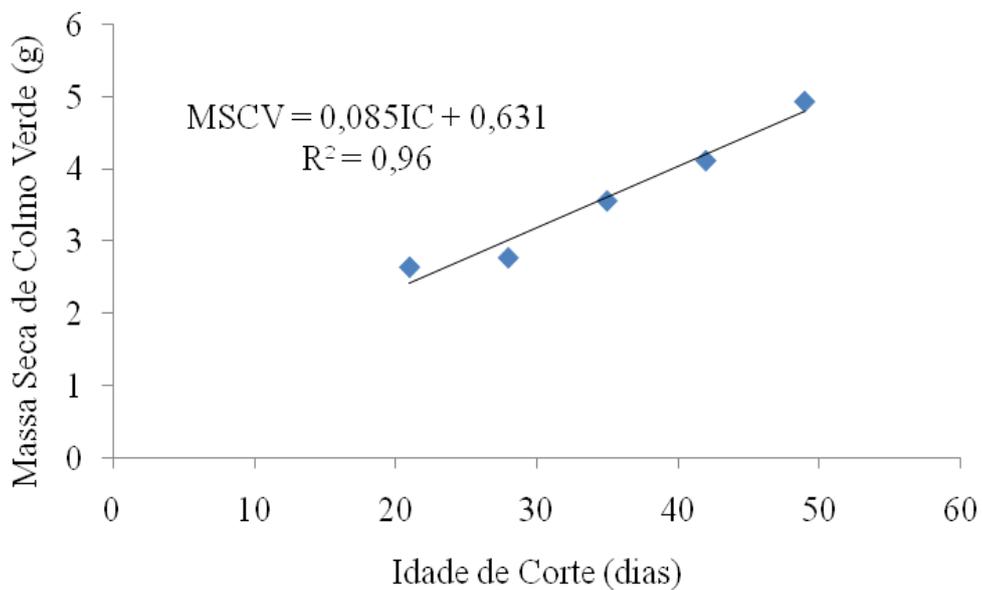


FIGURA 11 Massa seca de colmos verdes (MSCV) de *Echinochloa pyramidalis* em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação

À medida que a massa de forragem aumenta, aumenta também o sombreamento das camadas inferiores do dossel, ocorrendo alterações na quantidade e qualidade da luz que chega à base da planta. No que se refere à qualidade, a mudança mais significativa é na relação dos comprimentos de onda vermelho/vermelho extremo (V/VE). Como o

vermelho é mais efetivo na fotossíntese, a relação V/VE tende a diminuir a medida que a luz penetra no dossel. Essas alterações na quantidade e qualidade da luz ao longo do perfil do dossel, não afetam somente a capacidade fotossintética das folhas, mas podem, também, desencadear processos morfofisiológicos de ajustamento da planta ao novo ambiente luminoso (CÂNDIDO, 2003). Segundo Taiz e Zeiger (2004) após a mudança na qualidade luminosa ser detectada pelo filocrono, ocorre o início do processo de alongamento das hastes, para tentar minimizar temporariamente o sombreamento nas camadas inferiores. Geralmente este processo inicia-se após o IAF crítico ter sido alcançado.

Pode-se explicar o maior acúmulo da MSCV se comparado com a MSLV e sua maior proporção na MSFV, uma vez que o IAF crítico do capim-canarana neste trabalho, deve ter sido alcançado por volta de 28 dias e isto tenha desencadeado o processo de alongamento das hastes, causando aumento significativo da MSCV. Cutim Junior (2006), avaliando o capim-tanzânia manejado sob diferentes níveis de interceptação da RFA, verificou similaridade entre os valores de MSCV nos pastos com 85% e 95% (IAF crítico) de interceptação da RFA. No entanto, no tratamento com 97% de interceptação, constatou-se um aumento significativo da MSCV. Cândido (2003) verificou que no capim-mombaça, ao se atingir o IAF crítico, o processo de alongamento das hastes era desencadeado.

A relação MV/MM (Figura 12) apresentou um valor aos 21 dias superior às demais idades, que pode ser explicado pela aceleração do processo de senescência após esta idade. A partir do momento em que se intensificou o processo de senescência, também ocorreu o acúmulo de hastes, elevando a quantidade de material vivo, causando assim um balanceamento desta relação, apresentando um comportamento quadrático.

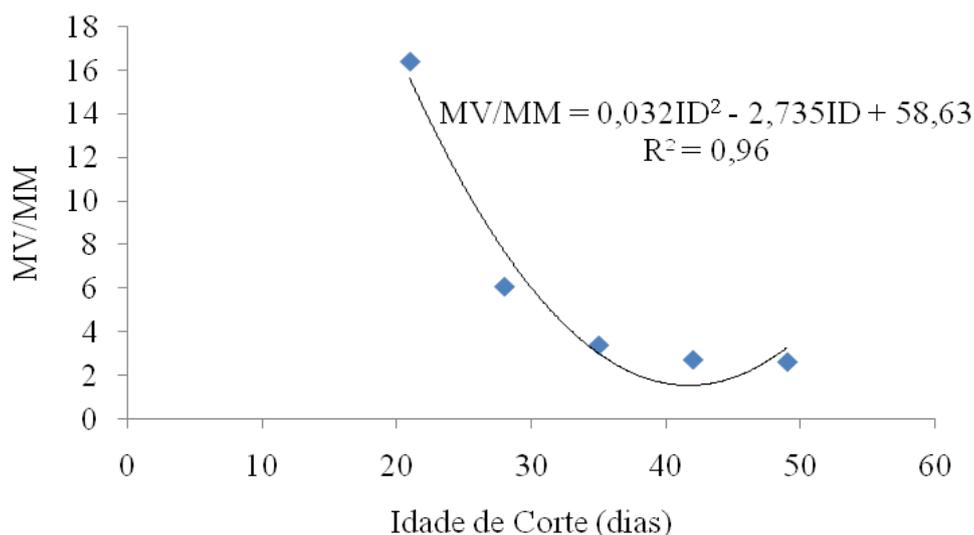


FIGURA 12 Relação material vivo/material morto (MV/MM) de *Echinochloa pyramidalis* em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis de salinidade na água de irrigação

A relação F/C variou ($p < 0,05$) inversamente ao aumento da IC (Figura 13). Isto se deveu à intensificação do acúmulo da MSCV com o avanço da IC. Segundo Cândido et al. (2005), com o alongamento das hastes a partir do IAF crítico, há um maior incremento de massa de colmo e diminuição da massa de lâmina verde por senescência, diminuindo assim a relação folha/colmo. De acordo com Cutrim Junior (2006) a relação folha/colmo é importante, pois relata além da qualidade da forragem a probabilidade de apreensão da parte mais nutritiva da planta (folhas verdes). Por isso Pinto et al. (1994) preconizaram como limite crítico (1,0) para a relação F/C. Verificou-se neste trabalho que todos os valores de F/C estão abaixo deste limite, corroborando com Oliveira et al. (2000) que também verificaram valores da relação folha/colmo de capim-tifton 85 em rebrotação, inferiores a 1 após os 28 dias.

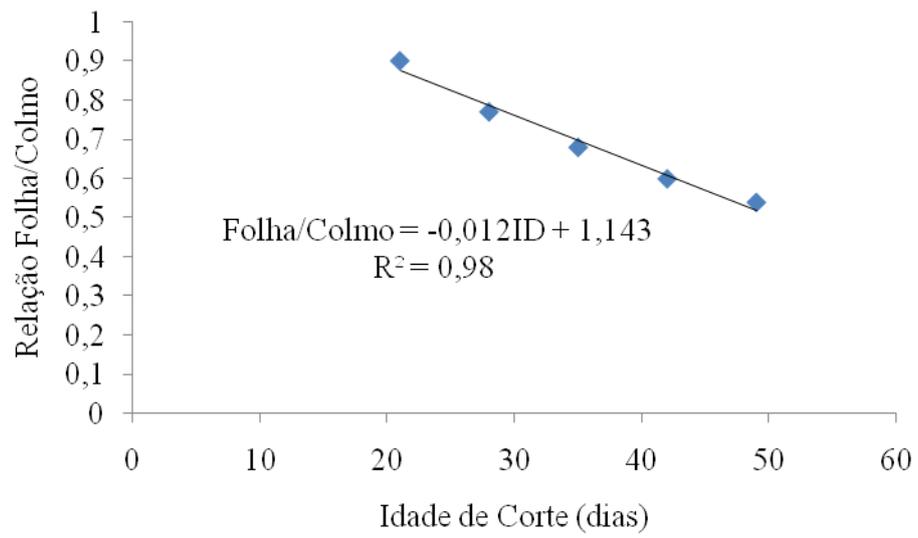


FIGURA 13 Relação folha/colmo de *Echinochloa pyramidalis* em diferentes idades de corte sob o efeito de níveis crescentes na água de irrigação

CONCLUSÕES

O capim canarana pode ser irrigado com água de condutividade elétrica de até 2,0 dS/m, sem que os seus componentes de biomassa sejam afetados.

O corte do capim canarana deve ser feito aos 21 dias por apresentar a melhor relação folha/colmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. C.; RODRIGUES, B. H. N.; AZEVEDO, D. M. M. R.; MAGALHÃES, J. A.; CARVALHO, K. S.; COSTA, N. L. Características morfológicas da Canarana-Erecta-Lisa (*Echinochloa pyramidalis* LAM.) em diferentes idades de rebrotação. In: XVIII Congresso Nacional de Zootecnia/X Congresso Internacional de Zootecnia, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Zootec, 2008.

ANNANDALE, J. G.; JOVANOVIĆ, N. Z.; BENADÉ, N.; TANNER, P. D. Modelling the long-term effect of irrigation with gypsiferous water on soil and water resources. **Agriculture, Ecosystem and Environment**. v.76, p. 109-119, 1999.

AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R. N. T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.31, p.961-971, 2007.

AYRES, R.S. & WESCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros e F.A.V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 153p. 1999.

BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. Viçosa, UFV, 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.9, n.1, p.39-52, 1958.

BUENO, A. A. de O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regime de lotação intermitente**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. 124f. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 2003.

CÂNDIDO, M. J. D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal, em *Panicum maximum*, cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa: UFV, 2003. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E.; et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 2, p. 338-347, 2005.

CUTRIM JUNIOR, J. A. A. **Crescimento e morfofisiologia do dossel do capim Tanzânia com três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo**.

Fortaleza-CE. UFC, 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2006.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo, EDUSP, 341p. 1975.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância SISVAR DEX/UFLA ver 4.0 (Build 34)**. 1999.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, n.1, p.79-88, 2001.

GREENWAY, H. e MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. **Plant Physiology**, v31, p. 149-190, 1980.

HUNT, L.A. Some implications of death and decay in pasture production. **Journal Br. Grassland Soc.** v.20, n.1, p.27-31, 1965.

KORTE, C.J., WATKIN, B.R., HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. v.25, p.309-319, 1982.

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

LUTTS, S.; KINET, J.M. e BOUHARMONT, J. NaCl - induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. **Annals of Botany**. v.78 p.389-398, 1996.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant and Cell Environment**. v. 25, p. 239-250, 2002.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; MARTINEZ Y HUAMAN, C. A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-Bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, p. 1939-1948, 2000.

POMPEU, R. C. F. F. **Morfofisiologia do dossel e desempenho bioeconômico de ovinos em capim Tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada**. Fortaleza: UFC, 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2006.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.23, p.313-326, 1994.

PRISCO, J. T.; O'LEARY, J. W. Enhancement of intact bean leaf senescence by NaCl salinity. **Physiology Plant**. v.27, p.95-100, 1972.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A. e MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

SECKLER, D.; AMARASINGHE, U; MOLDEM, D.; SILVA, R. & BAKER, R. **World water demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues**. Research Report 19, International Water Management Institute, 1998. 41p

SHARMA, D. P. E RAO, K. V. G. K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. **Soil e Tillage Research**. v.48, p.287-295, 1998.

SILVA, J. S., LACERDA, C. F; NETO, A. D. A; COSTA, P. H. A; PRISCO, J. T.; FILHO, J. E.; FILHO, E. G.. Crescimento e osmoregulação de dois genótipos de sorgo submetidos ao estresse salino. **Ciência Agrônômica**, 2003.

SILVA, R.G. **Morfofisiologia, valor nutritivo e produção animal em pasto de capim Tanzânia sob lotação rotativa por ovinos**. Fortaleza: UFC, 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2004.

SOUZA, E. M.; ISEPON, O. J.; ALVES, J. B.; et al. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.4, p.1146-1155, 2005.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

CAPÍTULO 3
EFEITO DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E DA IDADE DE
CORTE SOBRE AS TROCAS GASOSAS, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO
CAPIM-CANARANA ERECTA LISA

Efeito da salinidade da água de irrigação e idade de corte sobre as trocas gasosas, crescimento e produção da Canarana Erecta Lisa

RESUMO

Avaliaram-se o efeito da salinidade e da idade de corte sobre as trocas gasosas, crescimento e produção do capim-canarana (*Echinochloa pyramidalis*). As mudas foram plantadas em vaso com volume de 8 L contendo NEOSSOLO QUARTIZARÊNICO textura arenosa, em condições de casa de vegetação. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, composto por cinco idades de corte (21, 28, 35, 42 e 49 dias) e cinco doses crescentes de água salina (0,75, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS/m), com cinco repetições. A aplicação dos tratamentos teve início após o corte de uniformização, realizado aos 56 dias após o plantio. Foram realizadas quatro medições da taxa fotossintética líquida, taxa de transpiração e condutância estomática. Para cada idade foi determinada a área foliar específica, razão de peso foliar e razão de área foliar. Verificou-se a tolerância ao estresse salino em cada corte. A salinidade afetou as taxas fotossintética e de transpiração, mas não afetou a condutância estomática. As variações climáticas ocorridas nos diferentes dias em que foram feitas as medições de trocas gasosas, provocaram diferenças na taxa fotossintética, taxa de transpiração e condutância estomática. A salinidade não causou variações na área foliar específica, razão de peso foliar e razão de área foliar, no entanto estas três variáveis decresceram com o aumento da idade. A tolerância ao estresse salino diminuiu com o avanço da idade. Esta espécie mostrou-se moderadamente tolerante ao maior nível de salinidade e no maior tempo de exposição ao estresse.

Palavras chave: estresse salino, taxa fotossintética, tolerância.

EFFECT OF SALINITY OF IRRIGATION WATER AND CUTTING AGE OF GAS EXCHANGE, GROWTH AND PRODUCTION OF CANARANA ERECTA

ABSTRACT

The effect of salinity and cutting age of cut on gas exchange, growth and production of grass canarana (*Echinochloa pyramidalis*). Seedlings were planted in pot with volume of 8 L containing QUARTZARENIC NEOSOL sandy texture in terms of the greenhouse. The design was completely casualized in factorial scheme 5 x 5, composed of five cutting age (21, 28, 35, 42 and 49 days) and five increasing doses of saline water (0.75, 2.0, 4.0 , 6.0 and 8.0 dS / m) with five replications. The application of the treatments began after the cutting for uniformity, held for 56 days after planting. We performed four measurements of net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance. For each age was determined by specific leaf area, leaf weight ratio and ratio of leaf area. There was tolerance to salt stress in each cutting. The salinity affected the photosynthetic rate and transpiration rate, but did not affect stomatal conductance. Climatic variations occurring in different days on which measurements were made of gas exchange, causing differences in photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance. The salinity did not cause changes in specific leaf area, leaf weight ratio and ratio of leaf area, however these three variables decreased with increasing age. The tolerance to salt stress decreased with increasing age. This species proved to be moderately tolerant to higher levels of salinity and increased time of exposure to stress.

Keywords: salinity stress, photosynthetic rate, tolerance

INTRODUÇÃO

O rendimento de massa seca de forragem está diretamente relacionado com a atividade fotossintética do dossel, já que a mesma provê a estrutura de esqueletos carbônicos que constituirão todos os compostos orgânicos da planta e toda a energia necessária para os seus processos fisiológicos. A fotossíntese, por seu turno, é regulada pela disponibilidade quali-quantitativa dos fatores abióticos, especialmente radiação solar, temperatura, água e nutrientes (CANDIDO, 2003). A produção forrageira se baseia na transformação de energia solar em compostos orgânicos pela fotossíntese, onde o carbono proveniente do dióxido de carbono atmosférico é reduzido a carboidratos com a utilização da energia solar (RAVEN et al., 2001). Benicasa (2003) afirmou que aproximadamente 90%, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética.

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois apresenta atividade osmótica retendo a água, além da ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida em solução salina, de forma que o aumento da concentração dos sais torna a água cada vez menos disponível para a planta. Se os efeitos osmóticos e íons específicos, decorrentes da absorção de sais, excederem o nível de tolerância da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias. A fotossíntese é limitada, não somente devido ao fechamento estomático, mas, também pelo efeito do sal sobre os cloroplastos, em particular sobre o transporte eletrônico e sobre os processos secundários (LARCHER, 2000).

A análise de crescimento permite avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos para o crescimento total. A partir dos dados de crescimento, pode-se inferir atividade fisiológica, isto é, estimar, de forma bastante precisa as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas semelhantes crescendo em ambientes diferentes. Da mesma forma, a análise de crescimento pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a selecionar cultivares ou espécies que apresentem características funcionais mais apropriadas aos objetivos do experimentador (BENICASA, 2003).

O estresse salino provoca uma redução progressiva do crescimento, o que pode ser causado pela redução do potencial osmótico e/ou acumulação excessiva de íons, podendo induzir à toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos

simultaneamente (AZEVEDO NETO, 1997). Os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento e a produção de biomassa são critérios adotados para avaliação do grau de estresse, bem como a capacidade da planta em tolerar o estresse salino (LARCHER, 2000). Assim a interferência do ambiente sobre a produção das culturas pode ser evidenciada pelas alterações no crescimento dos vegetais (NILWIK, 1981). Para mensuração dessas alterações, o acúmulo de matéria seca é, talvez, o parâmetro mais significativo, já que o mesmo é resultante da associação de vários outros componentes (MAGALHÃES, 1985; COLL et al., 1988).

Neste sentido, este trabalho foi realizado objetivando avaliar o efeito da irrigação com águas salinas e idade de corte sobre as trocas gasosas, crescimento e a tolerância à salinidade do capim canarana (*Echinochloa pyramidalis*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza, localizada sob as coordenadas 3°44' S de latitude e 38°44' W de longitude, no período de 20 de fevereiro a 05 de junho de 2008. O clima da região é classificado segundo Köppen como do tipo Aw', possui um clima tropical chuvoso.

As mudas de canarana (*Echinochloa pyramidalis*) foram obtidas na Companhia de Alimento do Nordeste (Cialne), localizada no município de Maranguape, Ceará. No preparo das mudas, os colmos foram cortados, formando estacas com 3 gemas, em seguida foram plantadas em vasos com volume de 8 L contendo terra seca ao ar, sendo enterradas até a segunda gema. O solo classificado como NEOSSOLO QUARTIZARÊNICO textura arenosa, foi coletado na fazenda Guarany, no município de Pacajus, Ceará, na camada superficial de 0-30 cm e peneirado com peneira de malha de 4 mm. Antes do início do experimento foi realizada análise do solo.

Após o plantio, as plantas foram irrigadas com água da torneira com condutividade elétrica (CEa) de 0,75 dS/m (controle) até os 56 dias após o plantio, quando foi feito o corte de uniformização, e aplicados os tratamentos, correspondentes as águas salinas com condutividade elétrica de 0,75, 2,0, 4,0, 6,0 e 8,0 dS/m. Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre CEa e concentração ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = \text{CE} \times 10$), extraída de Rhoades et al. (1992). A quantidade de água aplicada foi calculada para atender as necessidades da cultura e adicionar uma de fração de lixiviação de 15% para evitar o acúmulo excessivo de sais (AYRES e WESTCOT, 1999). A adubação das plantas foi feita por meio de aplicações semanais de 200 mL da solução nutritiva de Hoagland (EPSTEIN, 1975).

O experimento obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, composto por cinco idades de corte (21, 28, 35, 42 e 49 dias) e cinco de níveis sais (0,75; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS/m), com cinco repetições.

O corte de uniformização foi realizado no dia 16 de abril de 2008, a uma altura de 20 cm da superfície do solo. Aos 21, 28, 35 e 49 dias foram realizadas medições da taxa fotossintética líquida, da taxa de transpiração e da condutância estomática em folhas completamente expandidas, utilizando-se um analisador de gás no infravermelho (IRGA, mod. LCI, ADC System, Hoddesdon, UK), em sistema aberto, com fluxo de ar

de 300 mL min⁻¹. As medições ocorreram sempre entre 9h e 10h30 utilizando-se uma fonte de radiação artificial (cerca de 1300 μmol m⁻² s⁻¹). Na idade de 42 dias, não foi possível fazer a medição por impossibilidade de uso do aparelho.

Imediatamente após o corte das plantas foi medida a área foliar com medidor de área modelo LI – 3100 (Li-Cor., Inc., Lincoln, Nebraska, USA) e realizada análise do crescimento de acordo com Benincasa (2003). A área foliar específica (AFE) foi obtida pelo quociente entre área foliar (AF) e massa seca de folhas (MSFV), a razão de peso foliar (RPF) obtida pelo quociente massa seca de folhas (MSFV) e massa seca de forragem total (MSFT), e a razão de área foliar (RAF) obtida pelo produto da área foliar específica e razão de peso de peso foliar, para cada idade de corte.

A tolerância foi avaliada medindo-se a redução da produção (RP) em percentagem, obtida em cada idade de corte através da equação: $RP = [(PTNS - PTS)/PTNS] \times 100$. Em que: PTNS é a produção do tratamento que não recebeu salinização (tratamento controle) e PTS é a produção do tratamento que recebeu salinização. Os resultados foram classificados de acordo com Dantas et al. (2002) (Tabela 1).

TABELA 1 Classificação de tolerância ao estresse salino, tomando-se como referência o peso de massa seca da forragem verde do capim canarana (*Echinochloa pyramidalis*)

Redução da Produção (%)	Classificação
0 – 20	Tolerante (T)
21 – 40	Moderadamente Tolerante (MT)
41 – 60	Moderadamente Sensível (MS)
>60	Sensível (S)

Os dados foram submetidos a análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% e para as estimativas de idade de corte e submetidas à análise de regressão utilizando-se o pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificada interação significativa ($p > 0,05$) entre níveis de salinidade e idade de corte para nenhuma das variáveis analisadas, Tabelas 2a e 3a, no apêndice. Dessa forma, os fatores foram analisados somente no efeito principal.

O aumento dos níveis de salinidade na água de irrigação provocou decréscimo linear ($p < 0,05$) nas taxas de transpiração e fotossíntese e não interferiu na condutância estomática (Tabela 2).

TABELA 2 Efeito dos tratamentos sobre transpiração, fotossíntese e condutância estomática de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco níveis de salinidade na água de irrigação

Variável	Níveis de Salinidade (dS/m)					Equações
	0,75	2,0	4,0	6,0	8,0	
Transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	2,312 ab	2,419 a	2,136 ab	2,115 ab	1,925 b	$Y = 2,397 - 0,053\text{NS}$
Fotossíntese ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	12,931 ab	14,417 a	12,574 ab	12,143 ab	11,154 b	$Y = 13,809 - 0,291\text{NS}$
Condutância ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	0,251 a	0,248 a	0,209 a	0,188 a	0,180 a	$Y = 0,215$

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey. NS = nível de salinidade.

A taxa de fotossíntese diminuiu no nível mais elevados de salinidade em 29,25% quando comparados com o tratamento 2,0 dS/m. Essa redução pode ser causada devido aos efeitos osmóticos e ao acúmulo íons tóxicos (Na^+ e Cl^-) nos cloroplastos decorrentes da alta concentração destes íons nos tecidos das plantas cultivadas em ambientes salinos (Larcher, 2000; Taiz e Zeiger, 2004). Se os efeitos osmóticos e íons-específicos decorrentes da absorção de sais excedem o nível de tolerância da planta a fotossíntese é limitada, não somente devido ao fechamento estomático, mas também, pelo efeito do sal sobre as atividades dos cloroplastos (LARCHER, 2000).

A salinidade provocou redução de 25,66% na taxa de transpiração, entre os tratamentos 2,0 e 8,0 dS/m. Esta redução pode ser explicada pelo fato de que, com o aumento da salinidade, o potencial total da água do solo torna-se progressivamente mais

baixo fazendo com que a água fique menos disponível às plantas que, como autodefesa, fecham seus estômatos na tentativa de manter a turgescência (SULTANA et al., 1999), evitando a intensificação do estresse hídrico provocado pela salinidade. Rozema e Van Diggelan (1991) demonstraram que, mesmo para algumas halófitas, quando os níveis de sais aplicados são elevados, pode ocorrer redução da abertura estomática, induzindo a diminuição da transpiração e, conseqüentemente, da produção primária.

Como observado, a condutância estomática não foi afetada pelo estresse salino, podendo ser um indicativo de algum mecanismo de tolerância, pois a redução da condutância estomática em plantas submetidas a estresse salino, possivelmente está relacionada ao estresse hídrico a que estão submetidas (GARCIA et al., 2007). Azevedo Neto et al. (2004) ao avaliar oito genótipos de milho, classificados como tolerantes a salinidade, verificaram que a condutância estomática não foi influenciadas pelo aumento dos níveis de NaCl, em solução nutritiva.

As taxas de transpiração, fotossíntese e a condutância estomática, apresentaram diferenças ($p < 0,05$) nas diferentes idades de corte (Tabela 3).

TABELA 3 Efeito da idade de corte sobre transpiração, fotossíntese e condutância estomática de *Echinochloa pyramidalis*

Variável	Efeito de Idade				Equações
	21 dias	28 dias	35 dias	49 dias	
Transpiração ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	2,24 b	2,68 a	2,16 b	1,65 c	$Y = 1,955 + 0,309NS - 0,026NS^2 + 0,0005NS^3$
Fotossíntese ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	11,47 bc	16,70 a	13,07 b	9,34 c	$Y = 9,09 + 2,57NS - 0,202NS^2 + 0,003NS^3$
Condutância ($\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	0,26 a	0,27 a	0,18 b	0,14 b	$Y = 0,237 + 0,041NS - 0,004NS^2 + 0,00008NS^3$

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey.

Aos 28 dias após o início dos tratamentos, as taxas de transpiração e de fotossíntese foram superiores ($p < 0,05$) aos valores obtidos nas demais idades de corte. Isto deve-se ao fato de que, neste dia ocorreram temperatura mais elevada (Tabela 4). A

condutância estomática foi semelhante aos 21 e 28, e superiores as demais idades de corte.

Aos 49 dias as taxas de fotossíntese e transpiração foram 62,52% e 78,81%, respectivamente, inferiores às daquelas de 28. Isto pode ser explicado pelo fato de que, neste dia ocorreu uma leve chuva no momento da medição e a temperatura foi inferior a todos os outros dias. Outro ponto a ser considerado é que, com o aumento da idade, o vaso começa a limitar o crescimento das raízes, o que pode ter contribuído para diminuição nas taxas fotossintética, de transpiração e condutância estomática.

TABELA 4 Temperatura média do ar por ocasião das medições de trocas gasosas de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação e cinco idades de corte

Variáveis	Dias da Medição			
	21 dias	28 dias	35 dias	49 dias
Temperatura (°C)	32,16	34,51	34,10	31,46

A salinidade não afetou ($p > 0,05$) a área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e razão de área foliar (RAF), mostrando que esta cultura resistiu ao estresse salino. As variáveis estudadas, expressam importantes características do crescimento, pois envolvem componentes morfológicos, anatômicos e fisiológicos, podendo-se destacar a eficiência de exportação, que é um fator importante para a produção agrícola, uma vez que, pequenas variações nesta eficiência, podem significar grandes diferenças na produtividade das culturas.

Houve uma variação de 183,552 à 193,217 cm^2/g , 0,308 à 0,330 g/g e 59,753 à 65,070 cm^2/g , para área foliar específica, razão de peso foliar e a razão de área foliar, respectivamente, quando o capim-canarana foi submetido ao estresse salino.

A área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a razão de área foliar (RAF) mostraram uma tendência inversa ($p < 0,05$) ao avanço da idade (Tabela 5). Segundo Benicasa (2003), o declínio da área foliar específica à medida que a planta cresce, é perfeitamente compreensível, pois com o crescimento, aumenta a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores (autosombreamento).

O decréscimo da razão de peso foliar pode ser explicado, pelo fato de que com a evolução do crescimento, menor fração é retida na folha, ou seja, com o avanço da idade, a folha exporta mais material para outros órgãos. Isto pode ser atribuído a uma

diminuição na relação folha/colmo, que é uma característica das gramíneas do tipo C4. Valores semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2000), que obtiveram valores de 0,59 a 0,27 g/g, nas idades de 14 a 70 dias, respectivamente, em capim-tifton 85.

O decréscimo da RAF foi mais influenciado pelo declínio da RPF, que pelo declínio da AFE, uma vez que estas duas são componentes da RAF. Os decréscimos foram de 45,2% e 30,02%, para a RPF e AFE, respectivamente, ao se comparar os valores obtidos nas idades de 21 dias e 49 dias de idade.

TABELA 5 Efeito de idades sobre área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a razão de área folia (RAF) de *Echinochloa pyramidalis*

Variável	Efeito de Idade					Equações
	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias	
AFE (cm ² /g)	233,84 a	196,59 b	186,10 b	166,20 c	163,62 c	AFE = 395,88 – 10,3NS + 0,12NS ²
RPF (g/g)	0,44 a	0,36 b	0,30 c	0,26 d	0,24 d	RPF = 0,79 – 0,02NS + 0,0002NS ²
RAF (cm ² /g)	102,72 a	70,06 b	49,58 c	48,78 c	38,15 d	RAF = 241,79 – 8,65NS + 0,09NS ²

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem (P>0,05), pelo teste de Tukey. NS = nível de salinidade.

Até 21 dias após o início dos tratamentos, a canarana mostrou-se tolerante à todos os níveis de salinidade estudados neste trabalho (Tabela 6). A partir daí o efeito dos sais passou a limitar a produção. Quando se aplicou água com 2,0 dS/m não houve redução da produção nas diferentes idades de corte. Ao se aplicar água com 6,0 dS/m as plantas aos 28, 35 e 49 dias tiveram uma redução na produção passando da classe tolerante para moderadamente tolerante. E ao se aplicar água com 8,0 dS/m somente aos 21 dias não ocorreu redução da produção.

Os efeitos da salinidade sobre a redução da produção dependem de vários fatores, dentre eles pode-se citar a intensidade e duração do estresse salino, (TESTER e DAVENPORT, 2003). Desta forma explica-se a diminuição da produção com avanço da idade. A redução da produção observada sugere que os íons absorvidos e transportados para a parte aérea possivelmente excederam o limite necessário ao ajustamento osmótico da planta, e desta forma acarretaram efeitos danosos ao crescimento (FLOWER e YEO, 1986). Isto pode ser em função de desequilíbrios

metabólicos, provocados pelos sais, em nível de fotossíntese, respiração, síntese protéica, entre outros processos (GREENWAY e MUNNS, 1980; WYN e GORHAM, 1983).

TABELA 6 Redução na produção de matéria seca de forragem verde (%) de *Echinochloa pyramidalis* em função do aumento da salinidade da água de irrigação e idades de corte

Tratamentos (dS/m)	Redução da Produção (%)				
	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias
0,75	100 ^T	100 ^T	100 ^T	100 ^T	100 ^T
2,0	4,48 ^T	13,09 ^T	-3,98 ^T	-2,38 ^T	0,81 ^T
4,0	0,11 ^T	31,16 ^{MT}	18,27 ^T	11,71 ^T	18,47 ^T
6,0	9,61 ^T	24,98 ^{MT}	30,12 ^{MT}	18,57 ^T	35,23 ^{MT}
8,0	18,12 ^T	38,63 ^{MT}	23,33 ^{MT}	26,41 ^{MT}	23,16 ^{MT}

T - Tolerante; MT – Moderadamente Tolerante.

As culturas respondem diferenciadamente à salinidade, algumas com rendimentos aceitáveis em condições de elevada salinidade do solo e da água de irrigação, enquanto outras são sensíveis em níveis relativamente baixos. A diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, as quais absorvem água em um nível compatível com o nível celular, mesmo em condições de alta salinidade (GARCIA et al., 2007). Essa capacidade de adaptação permite a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzirem em níveis economicamente aceitáveis, mesmo quando não se consegue manter a salinidade do solo abaixo do nível de tolerância da maioria das plantas (MARCUM, 2001).

CONCLUSÕES

A salinidade não teve efeito na condutância estomática, e afetou de maneira suave a taxa de fotossíntese e transpiração. As variações climáticas ocorridas nos dias de medições de trocas gasosas ocasionaram diferenças nestas três variáveis.

A área foliar específica, razão de peso foliar e razão de área foliar variaram com o avanço da idade, no entanto não sofreram efeitos da salinidade.

O capim-canarana pode ser irrigado com água de CEa de 2,0 dS/m. Sugerindo desta forma que novos estudos sejam feitos em nível de campo e com mais de um ciclo de cultivo, pois os resultados indicam que ele pode ser mais uma opção de cultivo em ambientes afetados por sais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, R.S. e WESCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H.R. Gheyi, J.F. de Medeiros e F.A.V. Damasceno. Campina Grande, UFPB, 153p. 1999.

AZEVEDO NETO, A.D. **Estudo do crescimento e distribuição de nutrientes em plantas de milho submetidas ao estresse salino**. 1997. 134 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). UFRPE, Recife, 1997.

AZEVEDO NETO, A.D. et al. Effects salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Brazilian Journal Plant Physiology**. Piracicaba, v.16, n.1, p.31-38, 2004.

BENICASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, 2003.

CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal, em Panicum maximum, cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa: UFV, 2003. 134f. Tese (Doutorado em agronomia), Universidade Federal de Viçosa, 2003.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TOMÉS, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Pirámide, 1988. 819p.

DANTAS, J.P.; MARINHO, F.J.L.; FERREIRA, M.M.M.; AMORIM, M.S.N.; ANDRADE, S.I.O.; SALES, A.L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.425-430, 2002.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo, EDUSP, 341p. 1975.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância SISVAR DEX/UFLA ver 4.0 (Build 34)**. 1999.

FLOWER, T. J.; YEO, A. R. Ion relations of plants under drought and salinity. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 113, p. 75-79, 1986.

GARCIA, G.O.; FERREIRA, P.A.; MIRANDA, G.V.; OLIVEIRA, F.G.; SANTOS, D.B. Índices fisiológicos, crescimento e produção do milho irrigado com água salina. **Irriga**. Botucatu, v. 12, n. 3, p. 307-325, 2007.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.31, p.149-190, 1980.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: **FERRI, M.G. (Coord.). Fisiologia vegetal. 2.ed. rev. atual.** São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, 1985. v.1, cap.8, p.333-350.

MARCUM, K.B. Salinity tolerance of 35 bent grass cultivars. **Hortscience**, Alexandria, v.36, n.2, p.374-376, 2001.

NILWIK, H.J.M. Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.): 2. Interacting effects of irradiance, temperature and plant age in controlled conditions. **Annals of Botany**, London, v.49, p.137-145, 1981.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; MARTINEZ Y HUAMAN, C. A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-Bermuda 'Tifton 85' (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, p. 1939-1948, 2000.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2001, 906p.

RHOADES, J.P.; KANDIAH, A. e MASHALI, A.M. **The use saline waters for crop production**. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

ROZEMA J.; VAN DIGGELAN, J. A comparative study of growth and photosynthesis of four halophytes in response to salinity. **Acta Oecologia**, Paris, v.12, n.5, p.673-681, 1991.

SULTANA, N.; IKEDA, T.; ITOH, R. Effect of salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v.43, p.211-220, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719p, 2004.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**. v.91, p.503-527, 2003.

WYN, J.R.G.; GORHAM, J. Aspects of salt and drought tolerance in higher plants. In: KOSUGE, T.; MEREIOITH, C.P.; HOLLAENDER, A. (Ed.) **Genetic engineering of plants: an agricultural perspective**. New York: Plenum Press, p.355-370, 1983.

APÊNDICE

Tabela 1a Valores dos quadrados médios e significância estatística da massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de farragem verde (MSFV), massa seca de forragem morta (MSFM), massa seca de lâmina verde (MSLV), massa seca de colmo verde (MSCV) relação material vivo/ material morto (MV/MM) e relação folha/ colmo (F/C) dos componentes de biomassa de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação e cinco idades de corte

Variáveis	Quadrado Médio				
	Tratamento	Idade	Tratamento x Idade	Erro 1	Erro 2
MSFT	21,367629*	118,134027*	2,243430 ^{ns}	1,670006	1,629407
MSFM	0,240294 ^{ns}	29,321989*	0,157095 ^{ns}	0,395521	0,310261
MSFV	20,950568*	31,199990*	1,933004 ^{ns}	1,615497	1,336085
MSLV	2,018257*	0,799527*	0,317121 ^{ns}	0,335876	0,227190
MSCV	10,206884*	23,066455*	1,079517 ^{ns}	0,811270	0,765944
MV/MM	28,4440 ^{ns}	857,257065*	15,419514 ^{ns}	31,80664	21,08668
F/C	0,040928 ^{ns}	0,497949*	0,021575 ^{ns}	0,022751	0,020815

*Significativo pelo teste F a 5%; ns = não significativo

Tabela 2a Valores dos quadrados médios e significância estatística transpiração, fotossíntese e condutância estomática de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação e cinco idades de corte

Variáveis	Quadrado Médio			
	Tratamento	Idade	Tratamento x Idade	Erro
Transpiração	0,729*	4,465*	0,0922 ^{ns}	0,241
Fotossíntese	28,508*	241,14*	5,311 ^{ns}	9,917
Condutância	0,022 ^{ns}	0,116*	0,0091 ^{ns}	0,0096

*Significativo pelo teste F a 5%; ns = não significativo

Tabela 3a Valores dos quadrados médios e significância estatística da área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF) e a razão de área folia (RAF) de *Echinochloa pyramidalis* sob cinco níveis de salinidade (CEa) na água de irrigação e cinco idades de corte

Variáveis	Quadrado Médio			
	Tratamento	Idade	Tratamento x Idade	Erro
AFE	347,314 ^{ns}	20249,907*	687,003 ^{ns}	615,497
RPF	0,0019 ^{ns}	0,157*	0,0011 ^{ns}	0,0020
RAF	131,670 ^{ns}	16380,092*	113,589 ^{ns}	152,213

*Significativo pelo teste F a 5%; ns = não significativo