



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ANDERSON DANTAS DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GIRASSOL SOB IRRIGAÇÃO E
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

Rio Largo
Alagoas – Brasil, 2012

ANDERSON DANTAS DA SILVA

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GIRASSOL SOB IRRIGAÇÃO E
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ligia Sampaio Reis

Rio Largo

Alagoas – Brasil, 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 09 (nove) dias do mês de Fevereiro do ano de 2012, às 9 h (nove) horas, sob a Presidência da Professora Dra. Ligia Sampaio Reis, em sessão pública na sala do Laboratório de Solos, Campus Delza Gitai, km 85 da BR 104 Norte, Rio Largo-AL, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE GIRASSOL SOB IRRIGAÇÃO E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS**” do aluno Anderson Dantas da Silva, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Agronomia, assim constituída: Prof^ª. Dra. Ligia Sampaio Reis, CECA/UFAL (orientadora); Dr. José Wilson da Silva e Msc. João Ribeiro da Silva Filho, foi dado a cada examinador um período máximo de 30 (trinta) minutos para a arguição ao candidato. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição: Dr. José Wilson da Silva, nota 9,5 (nove e meio); Msc. João Ribeiro da Silva Filho, nota 9,5 (nove e meio); Prof^ª. Dra. Ligia Sampaio Reis, nota 9,5 (nove e meio). Apuradas as notas, o candidato foi considerado **APROVADO**, com média final 9,5 (nove e meio). Na oportunidade o candidato foi notificado do prazo máximo de 30 (trinta) dias, a partir desta data de defesa, para entregar à Coordenação do Trabalho de Conclusão de Curso, a versão final corrigida com as alterações sugeridas pela Banca do trabalho hoje defendido, em 4 (quatro) vias, impressas e encadernadas e uma cópia digitalizada em CD, sem o que esta avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram suspensos para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora, pelo coordenador (a) do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e pelo coordenador (a) do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo/AL, 09 de Fevereiro de 2012.

1º Examinador *Ligia Sampaio Reis*

Prof^ª. Dra. Ligia Sampaio Reis

2º Examinador *José Wilson da Silva*

Dr. José Wilson da Silva

3º Examinador *João Ribeiro da Silva Filho*

Msc. João Ribeiro da Silva Filho

Coordenadora do TCC *Roseane Cristina Prêdes Trindade*

Prof^ª Dr^ª. Roseane Cristina Prêdes Trindade

Prof^ª Dr^ª. Roseane Cristina Prêdes Trindade
Coordenadora de TCC
do Curso de Agronomia

Coordenadora do Curso de Agronomia *Leila de Paula Rezende*

Prof^ª Dr^ª. Leila de Paula Rezende

Prof^ª Dr^ª. Leila de Paula Rezende
Coordenadora do Curso de Agronomia

Aos meus amados sobrinhos,
Joana Lara, Julia e Antony, que
representam o olhar do Criador e que
tanto me ajudaram, com sinceros
sorrisos.

Dedico

Agradecimentos

A Deus Pai, criador de todas as coisas, que sempre me concedeu, saúde, paz, inteligência e motivação para continuar a caminhada na luta pela realização dos sonhos.

Aos meus pais, Antônio Lira da Silva e Ledice Maria Dantas da Silva, por serem pessoas grandiosas em quem sempre me espelhei, pelo amor, carinho, atenção para comigo e incentivo nos meus estudos.

A minha orientadora, prof^a. Dra. Ligia Sampaio, pela atenção, carinho e toda ciência passada, sem jamais medir esforços.

As minhas irmãs, Lidiane, Leane, Liliane pelo carinho e incentivo e em especial ao meu irmão Alesson, por “Tudo”.

Aos tios e primos que sempre me apoiaram, depositando confiança e incentivando-me de maneira direta ou indireta, obrigado!

A minha querida, Miriam Emanuela, pela atenção dada, incentivo e por acreditar em mim. Pela paciência de escutar sempre minhas idéias, por horas... da área que tanto amo e que Ela não tem afinidade alguma!

A todos os professores do CECA que colaboraram para minha formação, exercendo o papel de verdadeiros mestres! Em especial a Prof^a Dra Fátima Muniz, Prof^a Dra. Roseane Cristina, ao Prof^o PhD Eurico Lemos e ao Dr. José Wilson. Muito Obrigado!

Aos colegas, David Vitor e Marcos Brito pela força de sempre. Ao Felipe, George e Alexandre pela colaboração com a força bruta, como “verdadeiros técnicos agrícolas” na condução do experimento. Agradeço pelo companheirismo demonstrado por suportar horas naquela “estufa”!

Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	09
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1. A BOTÂNICA DO GIRASSOL	12
2.2. CLIMA, SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL PARA A CULTURA	15
2.3. SALINIDADE	18
2.4. MATÉRIA ORGÂNICA	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÕES	34
6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo das análises de variância para: Comprimento do caule, (CC); Diâmetro do capítulo, (DC); Massa seca das raízes, (MSR); Massa seca da parte aérea, (MSPA) e Massa de aquênios (MA) 26
- Tabela 2.** Média dos tratamentos para: Comprimento do caule, (CC); Diâmetro do capítulo, (DC); Massa seca das raízes, (MSR); Massa seca da parte aérea, (MSPA) e Massa de aquênios (MA) 27
- Tabela 3.** Interação entre os fatores, condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação e substância húmica (SH) aplicada ao solo no comportamento do diâmetro do capítulo (DC) e na massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de girassol 29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comprimento do caule (CC) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	28
Figura 2 – Diâmetro do capítulo (DC) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	29
Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	31
Figura 4. Massa seca das raízes (MSR) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	32
Figura 5. Massa de aquênios (MA) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	33

RESUMO

SILVA, A. D. **Crescimento e produção de girassol sob irrigação e substâncias húmicas.**

Rio Largo: CECA-UFAL, 2012. 39 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

Regiões semi-áridas do nordeste brasileiro são características por apresentarem águas para a irrigação com elevada concentração de sais solúveis. Apesar da expansão da cultura do girassol para áreas com esta particularidade, existem ainda poucas pesquisas no que diz respeito a irrigação com água salina e o efeito das substâncias húmicas no seu desenvolvimento e produção. Assim sendo, este trabalho teve como finalidade estudar os componentes de produção e a produção de aquênios do girassol (*Helianthus annuus* L.), variedade Catissol 01, sob irrigação com diferentes níveis de salinidade e o efeito de um condicionante de solo. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, arranjado em um esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições, de modo que estudou-se cinco níveis de salinidade (S) da água de irrigação: S0 = 0,16 (Testemunha) ; S1 = 2,0; S2 = 3,0 ; S3 = 4,0 e S4 = 6,0 dS m⁻¹, combinados com dois níveis de substâncias húmicas, da fonte comercial (Biosolli 25[®]), (AH): AH0 = 0,0 L/ha (testemunha); AH1= 12,0 L/ha. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação pertencente à unidade acadêmica, CECA/UFAL, localizada no município de Rio Largo, AL. A salinidade da água de irrigação a partir de 0,16 dS m⁻¹ alterou linear e negativamente todos as variáveis estudadas. No entanto, não havendo diferença estatística para o comprimento do caule, massa seca das raízes e massa de aquênios nas salinidades, S0, S1 e S2. O condicionante de solo isoladamente, não provocou mudanças significativas nos componentes e nem na produção de aquênios.

Palavras chaves: Salinidade, Condutividade elétrica, *Helianthus annuus* L.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas de acumulação de sais solúveis e sódio trocável em regiões áridas e semi-áridas são tão antigos quanto a prática da irrigação, constituindo-se os efeitos da salinidade sobre as plantas como um dos principais fatores limitantes para a produção agrícola, principalmente devido ao aumento na pressão osmótica da solução do solo e problemas de toxidez causada por íons específicos (CORDEIRO, 2001).

Em todo o mundo a agricultura vem enfrentando problemas, conforme descreve Reed (1996), devido a escassez de recursos hídricos de boa qualidade o que tem feito com que os produtores façam uso em suas culturas irrigadas de água com alta concentração de sais solúveis.

Em muitas situações estas fontes se constituem na única disponível durante grande parte do ano, o que justifica a necessidade da ampliação de opções para a produção agrícola no ambiente do Semi-Árido (RESENDE e CORDEIRO, 2007).

Devido ao seu largo espectro de utilidades e boa adaptabilidade em diferentes regiões o girassol (*Helianthus annuus* L.), tem se destacado entre as culturas agrônômicas de grande potencial, já que neste, encontramos uma rica fonte de proteínas e outras substâncias essenciais ao organismo humano, como também alternativa de alimentação para diversas espécies animais, além de contribuir como melhoradora das propriedades do solo.

Lentz et al (2001), descreve que nas mais recentes pesquisas arqueológicas conduzidas no sitio de San Andrés, entre 1997 e 2000 em solo pantanoso na região de Tabasco, 10 km ao Sul do Golfo do México, descobriram-se os mais antigos resquícios de girassol, já que estes são cerca de 1.200 anos anteriores aos encontrados no leste dos Estados Unidos, consistindo em uma semente carbonizada de 2875-2575 a.C. e um aquênio parcialmente carbonizado de 2867-2482 a.C, preservados por milênios, graças a profundidade em que estavam localizados debaixo d'água.

Os maiores produtores atualmente são Rússia, EUA e Argentina. Segundo Oliveira e Cáceres (2005); Ungaro (2000), estes três países juntos, somam mais de 20 milhões de hectares plantados com a cultura, a qual coloca-se entre as quatro maiores produtoras de óleo vegetal e é para esta finalidade o maior percentual de produção, uma vez que o óleo de

girassol está entre os melhores no aspecto nutricional, principalmente pelo alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, destacando-se, o ácido linoléico, essencial e não sintetizado pelo organismo humano.

No Brasil, segundo dados do IBGE (2011), foram plantados em 2010, 77.883 ha com esta oleaginosa, o que correspondeu a 86.730 toneladas produzidas.

A espécie apresenta boa adaptabilidade, tolerância à seca, alto rendimento de grãos e de óleo e é pouco influenciada pela altitude e latitude adaptando-se a várias regiões de maneira satisfatória (CASTRO et al., 1997). Fator importante para o cultivo no Brasil, que apresenta condições edafoclimáticas distintas, em seu vasto território.

Boas condições para o cultivo do girassol, são encontradas no nordeste brasileiro, podendo ser uma cultura alternativa para a agricultura familiar frente as perspectivas de uma melhor exploração futura. Existe um mercado crescente para a aquisição do produto, quer seja por indústrias do setor de óleo comestível ou por atender a demanda de matéria-prima na produção de biodiesel, farelos, etc. Em função disto, espera-se que também ocorra uma melhor remuneração do produto, acompanhada por uma maior demanda (CARVALHO et al., 2008).

Quando se pretende explorar comercialmente determinada cultura, o conhecimento dos efeitos dos sais sobre esta e sobre o solo, bem como, os fenômenos envolvidos, são de fundamental importância, visando um manejo adequado da irrigação e do cultivo, afim do aproveitamento da água salina (DIAS e BLANCO, 2010).

Apesar de conhecida a importância da utilização de condicionadores de solo, ricos em ácidos orgânicos, pouco se conhece no âmbito das modificações causadas por estes, no comportamento desta oleaginosa. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi o de estudar os componentes de produção e a produção de aquênios do girassol sob irrigação com diferentes CE associada a aplicação de substâncias húmicas ao solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A BOTÂNICA DO GIRASSOL

O termo girassol (*Helianthus annuus* L.) explica não apenas o nome comum, mas também o nome botânico da planta, já que o gênero deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor, sendo esta dupla denominação refletida em todos os idiomas (VRÂNCEANU, 1977).

Segundo Joly (1993), o girassol é uma dicotiledônea anual pertencente a ordem Asterales, família Asteraceae, sub-família Asteroideae e tribo Heliantheae, Gênero *Helianthus* e espécie, *Helianthus annuus*. Apresentando $2n= 34$ cromossomos (CASTIGLIONE et al., 1997).

O gênero ao qual pertence é considerado complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes. Poucas espécies ocorrem de maneira bastante rara, já outras são plantas comuns fazendo parte da vegetação natural e algumas são quase plantas daninhas, desenvolvendo-se em ambientes modificados pelo homem e muitas espécies foram domesticadas pelas civilizações ao longo do tempo (UNGARO, 2000).

Com relação as fases de desenvolvimento da planta, estão descritas aqui, conforme apontam os trabalhos de Schneiter & Miller (1981). Deste modo, são definidas duas fases principais, a fase vegetativa (V) e a reprodutiva (R), sendo a primeira dividida em V-E, V-1, V-2, V-3, V-n, e a última compreendendo os estágios de, R1 à R9.

A fase vegetativa (V), inclui da germinação ao início da formação do broto floral. Referindo-se o estágio, V-E ao período entre o plantio, considerando umidade adequada para germinação, até o aparecimento da primeira folha acima dos cotilédones. Já, V-1, V-2, V-n, diz respeito ao período de formação de folhas, podendo ser definido de acordo com o número de folhas medindo mais que 4 cm de comprimento. Por exemplo, uma planta que apresenta 18 folhas, dentro do parâmetro supracitado, está na fase V-18.

Já a fase denominada reprodutiva (R), inclui do aparecimento do broto floral até a maturação fisiológica dos aquênios. Esta é dividida em R1, que refere-se à fase, em que olhando-se a planta de cima, observa-se um pequeno broto floral. R2, faz referência a 1ª fase de alongamento do broto floral, distanciando-se de 0,5 à 2,0cm da última folha. Considera-se

como última folha aquela que está unida ao caule. A R3 é a segunda fase de alongamento do botão floral, encontrando-se a uma distancia maior que 2,0cm acima da última folha. Da fase R4 à R6, acontece o florescimento, sendo R1 a primeira deste fenômeno, caracterizando-se por apresentar as primeiras flores liguladas, geralmente de cor amarela. R5 representa a segunda fase do florescimento e, inclui as subdivisões R5.1, R5.2 e R5.n, referentes a porcentagem de tubulares do capítulo que se encontram abertas liberando pólen. Assim, R5.1, configuraria um capítulo com 10% de flores abertas e R5.5, 50% das flores abertas, caracterizando na prática a fase de floração plena.

R7 e R8, são caracterizados pelo processo de enchimento dos aquênios. Sendo R7 a terceira fase de florescimento e 1ª do processo de desenvolvimento dos frutos, distinguindo-se das demais por já ter ocorrido a abertura de todas as flores tubulares e as liguladas mostrarem-se murchas, ainda nesta, o dorso do capítulo converte-se de uma cor verde para uma coloração amarelo-escuro. Em R8, encontramos a 2ª fase do desenvolvimento dos aquênios. O dorso do capítulo torna-se amarelo-escuro e as brácteas ainda estão verdes. E por fim o estágio R9, ou da maturação fisiológica dos aquênios. Estando as brácteas, entre as cores amarelo e castanho.

Para Silva (1990), é possível tentar definir como os dias máximos que ocorrerão as diferentes fases do desenvolvimento. Sendo para germinação e emergência até 30 dias, formação das folhas até 54 dias (1º estágio), diferenciação do receptáculo até 78 dias (2º estágio), crescimento ativo (3º estágio) até 88 dias, floração (4º estágio) até 116 dias, formação da semente e acumulação de óleo (5º estágio) até 136 dias e maturação física até 161 dias.

O girassol apresenta dois tipos de raiz, primária e secundária. A primária é a principal, sendo do tipo pivotante, comprida e pode alcançar grandes profundidades (2 à 3m). A secundária apresenta-se em maior número, formando as cabeleiras, que abrangem um maior volume; é do tipo fasciculada, o que permite maior fixação das plantas e resistência às secas e tombamento. Os dois tipos de raiz permitem um aumento na absorção de ar e de nutrientes pela maior área exposta e em contato com o solo (SILVA, 1990).

Castro e Farias (2005), descrevem que a raiz pivotante, tem a função de alcançar as camadas mais profundas do solo, absorvendo água e nutrientes e também servindo como âncora, já as raízes secundárias têm como principal função, além da sustentação, neste caso, a lateral, a absorção de água e nutrientes através de seus pêlos absorventes.

Este sistema, segundo Ungaro (2000), é denominado explorativo, o qual significa que grande volume de solo pode ser explorado com uma combinação entre raízes grossas e finas e, quando na presença de solo com características favoráveis, como ausência de acidez excessiva tanto na camada superficial, quanto em profundidade e não apresenta compactação ou obstáculos à penetração, as raízes se aprofundam trazendo benefícios, como a reciclagem de nutrientes.

De acordo com Castro e Farias (2005), o caule do girassol é herbáceo de crescimento vigoroso, principalmente a partir dos 30 dias após a emergência, cilíndrico, altamente pubescente, com interior aquoso e esponjoso, tornando-se oco e quebradiço no período da maturação.

Segundo Merrien (1992), citado por Castro e Farias (2005), a filotaxia das folhas do girassol ocorre de duas formas. Até as fases V4 e V8 as folhas se desenvolvem em disposição oposta, e a partir dessas fases, de maneira gradual, o arranjo das folhas apresenta-se como uma espiral em filotaxia alternada. A mudança na configuração das folhas no caule demonstra a passagem da planta da fase vegetativa para a fase reprodutiva, quando ocorre a diferenciação do botão floral.

A inflorescência, característica da família Asteraceae, é um capítulo formado por inúmeras flores arrançadas em arcos radiais. Sucessivos círculos, de um a quatro discos florais, abrem-se diariamente durante 5 à 10 dias, dependendo do tamanho e da temperatura ambiente (UNGARO, 2000); (SILVA, 1990).

De acordo com Castro et al (1997), o capítulo é onde se desenvolvem os grãos, denominados aquênios. Nos genótipos comerciais, o peso de 1000 aquênios varia de 30 a 60g e o número mais freqüente de aquênios pode variar entre 800 e 1700 por capítulo.

“A fecundação do girassol é do tipo cruzada (alógama), sendo que a polinização é feita por insetos, particularmente por abelhas. Atualmente, algumas cultivares têm alto grau de autocompatibilidade, produzindo mesmo na ausência de insetos polinizadores” (CASTRO et al., 1997, p. 8).

Segundo Ungaro, (2000) o pólen desta flor, se move muito pouco pela ação do vento devido ao seu peso elevado. Este, contém protuberâncias que lembram espinhos, tornando-se

adaptado, por ser facilmente aderido as pernas do inseto facilitando seu transporte. A abelha, *Apis mellifera* é o principal agente polinizador do girassol.

2.2. CLIMA, SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL PARA A CULTURA

Segundo Ungaro (2000), a tolerância tanto a altas quanto a baixas temperaturas contribui para a adaptação desta oleaginosa a diferentes ambientes. Mesmo sendo a temperatura ideal para a maior produção estar entre 21 e 24°C, esta não é tão fortemente alterada na faixa de 18 a 33°C..

Oliveira et al (2008), consideram ainda mais ampla a faixa de temperatura na qual esta planta se adapta (8 a 34°C), mas indica que as melhores temperaturas são aquelas próximas aos 27°C. Quando há pouca umidade no solo, temperaturas a partir dos 35°C afetam diretamente o desenvolvimento desta oleaginosa. De maneira geral, espera-se que temperaturas mais altas favoreçam na diminuição do ciclo da cultura. Além do que, após a formação dos grãos um período seco é favorável.

A principal limitação à expressão do potencial de rendimento das culturas agrícolas é a variabilidade na disponibilidade hídrica durante a estação de crescimento, independentemente do ciclo da cultivar, da época de semeadura e do local (FARIAS, 2005).

Para Ungaro (2000), o girassol não é uma planta altamente tolerante a falta de água, no entanto, pode se desenvolver e produzir satisfatoriamente onde outras culturas não suportariam tal condição. Mas, existem duas fases cruciais nas quais a baixa disponibilidade de água no solo pode prejudicar significativamente a produção de aquênios, ou seja, entre a formação da inflorescência até o início do florescimento e o período de enchimento dos grãos.

A necessidade de água pela planta vai aumentando de acordo com a fase de desenvolvimento, partindo de valores em torno de 0,5 a 0,7 mm/dia, durante a fase da semeadura à emergência, chegando ao máximo do consumo diário do ciclo na fase da floração e de enchimento dos grãos alcançando de 6 a 8 mm/dia e decrescendo a necessidade hídrica após este período até a fase de maturação fisiológica (CASTRO e FARIAS, 2005).

Esta dicotiledônea apresenta baixa eficiência no uso da água. No entanto, sob condições de déficit hídrico, sua eficiência aumenta em tomo de 20% a 50%. A presença de

um sistema radicular profundo e bem desenvolvido lateralmente e sua capacidade de manutenção da fotossíntese, mesmo em condições adversas, colaboram para que a cultura tolere melhor períodos curtos de seca quando comparada a outras espécies, que nestas condições não conseguiriam produzir (CASTRO et al, 1997).

Mesmo adaptando-se bem a vários tipos de solo, os melhores rendimentos são alcançados naqueles com mais de 35% de argila, de textura média, bem drenados, profundos e férteis, facilitando o desenvolvimento normal das raízes e tornando possível uma melhor absorção de água e nutrientes (CASTRO et al., 1997).

De maneira geral, as condições de fertilidade do solo adequadas ao girassol não diferem das exigidas para a soja ou para o milho, havendo, no entanto, uma maior necessidade de monitoramento da compactação e da acidez dos solos. É considerada sensível à acidez do solo, devendo ser cultivado em solos corrigidos com pH em torno de 6,5 e sem a presença de alumínio trocável. Para a saturação por bases (V), é variável de acordo com o estado ou região e equivale aos valores indicados para as principais culturas de verão, soja e milho (LEITE et al., 2007).

Segundo Castro e Oliveira (2005), esta produtora de óleo pode também ser considerada como planta melhoradora da fertilidade do solo por apresentar uma considerável ciclagem de nutrientes extraídos em camadas profundas e apresentar uma reduzida taxa de exportação dos mesmos.

A deficiência em nitrogênio tem sido apontada como a desordem nutricional que mais freqüentemente tem limitado o crescimento e a produtividade do girassol (LEITE et al., 2007). Este macro nutriente é importante para o bom desenvolvimento da superfície foliar e para os componentes de rendimento, especialmente o número de aquênios (UNGARO, 2000).

Quando em baixos níveis de disponibilidade o fósforo parece ser o elemento que mais problemas traz a cultura. A observação da deficiência por P é bastante difícil, conforme aponta Ungaro (2000), pois visualmente, somente há uma diminuição no crescimento das plantas e devido a sua baixa mobilidade característica deste elemento no solo, deve-se aplicá-lo na linha de plantio.

Com relação ao potássio, sua disponibilidade no solo deve ser de média a alta, visto que o girassol extrai grandes quantidades deste nutriente, observando-se em torno de 171 kg

de K_2O na biomassa da parte aérea para cada tonelada de aquênios produzida (CASTRO e OLIVEIRA, 2005). A deficiência por K é difícil de ser verificada visualmente, mas pode aparecer como uma clorose nas folhas baixas, especialmente nas bordas e na ponta das folhas (UNGARO, 2000).

“Para o fósforo (P) e para o potássio (K), as maiores produtividades de girassol cultivado em solos de textura argilosa e com teores médios a altos de P e de K no solo, foram alcançadas com níveis de adubação variando entre 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 e 80 kg ha⁻¹ de K₂O” (LEITE et al., 2007, p. 2).

De acordo com Zobiolo et al (2010), em ensaio com o híbrido BRS 191, a ordem de extração de macronutrientes pelas plantas foi a seguinte: K > N > Ca > Mg > P = S. Devendo-se ser dada atenção especial à manutenção da adequada disponibilidade de N, K e Ca, devido à alta demanda da cultura por esses nutrientes.

Segundo Castro et al (1997), o girassol é sensível a níveis baixos de boro no solo, e apresenta, freqüentemente, nas principais regiões agrícolas do país, sintomas de deficiência desse micronutriente, principalmente nas fases de florescimento e maturação.

Leite et al (2007), também descreve o boro (B) como o micronutriente mais limitante ao cultivo, de um modo geral, causando desde sintomas leves, até a perda total da produção pela queda dos capítulos e indica para a correção da deficiência de B identificada pela análise de solo, a recomendação da aplicação de 1,0 a 2,0 kg há⁻¹ do nutriente, juntamente com a adubação de base ou com a adubação de cobertura, principalmente nas áreas onde já foi detectada a sua deficiência.

2.3. SALINIDADE

Segundo dados da FAO (2006), em todo o mundo cerca de 77 milhões de hectares sofrem com problemas de acumulação de sais. No Brasil estima-se que de 20 a 25% das áreas irrigadas enfrentem problemas de salinização.

A salinidade limita a produção agrícola, atingindo grandes áreas, fazendo com que diversas culturas que são cultivadas em solos salinos ou irrigadas com água com esta mesma característica, exibam reduções significativas em suas produções (AZEVEDO NETO et al., 2011).

Em regiões áridas e semi-áridas, conforme Neves et al. (2009), é comum a ocorrência de fontes de água com elevadas concentrações totais de sais e de sódio, fatores estes que fazem com que este recurso seja bastante limitante à irrigação, fazendo diminuir a capacidade de produção dos solos e gerando problemas socioeconômicos.

No Nordeste brasileiro, de acordo com Cordeiro (2001), o déficit hídrico nas regiões semi-áridas atinge mais de 2000 mm anualmente, favorecendo a acumulação de sais solúveis e sódio trocável em algumas áreas irrigadas.

Cordeiro (2001), descreve que com o aumento da concentração de sais o solo passa a exibir mudanças como menor disponibilidade de água ocasionada pela elevação da tensão osmótica da solução, além de alterações químicas como variações no pH, o que pode influenciar na solubilidade de alguns nutrientes e os tornarem indisponíveis às plantas. Ainda segundo este autor, quando a concentração de sódio é excessiva há a desestruturação dos agregados causada pela presença deste íon com caráter dispersante, como também menor capacidade de retenção de água, menor aeração e menor velocidade de infiltração.

Conforme Dias e Blanco (2010), as maiores implicações no solo com relação a salinidade, são a perda da fertilidade e a predisposição ao processo erosivo, assim como também, a contaminação das águas subterrâneas.

Dentro da planta os efeitos negativos dos sais podem ser classificados como, tóxicos, iônicos, osmóticos, antagônicos e fisiológicos. Conforme Cordeiro (2001), sendo os efeitos tóxicos aqueles decorrentes do acúmulo de determinado sal nos tecidos da planta, acima dos níveis suportados por esta; originados devido a características eletroquímicas dos íons; os

osmóticos como sendo todos os efeitos que intervêm nas mudanças osmóticas da planta; aqueles que criam uma competição ou seletividade em certas reações ou funções; todos os que provocam mudanças na fisiologia da planta.

Os efeitos adversos causados pelos sais nas plantas é considerado como um fator bastante limitante à expressão do potencial agrícola das culturas, sendo tal limitação decorrente em grande parte, ao aumento da pressão osmótica da solução do solo, assim a planta tende a dispensar mais energia, água e nutrientes (LEONARDO et al., 2003).

Plantas que se desenvolvem em ambientes onde a concentração salina na solução do solo é alta em vez de absorver água, podem deixar de absorve-la ou até perde-la do seu interior. Tal fenômeno é descrito fisiologicamente, como plasmólise, devendo-se sua ocorrência ao contato das células vegetais com um meio muito concentrado (DIAS e BLANCO, 2010).

A concentração excessiva de sais faz com que aumente a força de retenção da água no solo, tornando-a mais fortemente presa a este, de modo que a força de embebição presente nas raízes da planta não consegue absorve-la, mesmo o solo estando aparentemente bastante úmido, caracterizando assim, a chamada, “seca fisiológica” (DIAS e BLANCO, 2010).

A característica mais comum em plantas que se desenvolvem sob estas condições, é a inibição do crescimento, decorrente do efeito dos sais, geralmente, há uma marcada desuniformidade no campo, apresentando manchas desnudas, plantas definhadas e uma grande variação em altura, o que resulta freqüentemente em baixas produtividades (CORDEIRO, 2001).

Os principais sintomas nas folhas são queimaduras ou necroses ao longo das bordas, evoluindo para o centro com a intensificação dos níveis tóxicos ao longo dos dias ou semanas, sendo as folhas mais velhas as primeiras a apresentarem tais sintomas (DIAS e BLANCO, 2010).

2.4. MATÉRIA ORGÂNICA

“O carbono é o quarto elemento mais abundante do universo, logo depois do hidrogênio, do hélio e do oxigênio. No ambiente se encontra no ar, na matéria orgânica do solo, nos combustíveis fósseis, nas rochas carbonadas, assim como também nos seres vivos” (GALANTINI, 2008b, p. 1).

Galantini (2005), descreve que a manutenção e o aumento dos conteúdos de matéria orgânica, são os principais objetivos nos sistemas agrícolas sustentáveis, face aos efeitos considerados, chave, nas propriedades físicas, químicas e biológicas, contribuindo significativamente com a fertilidade edáfica dos solos.

“A matéria orgânica pode ser separada em componente morto e componente vivo. O componente morto pode atingir até 98 % do carbono orgânico total (COT) e pode ser separado em fração leve ou matéria macrororgânica e fração pesada, que contém húmus” (LEITE e ARAÚJO, 2007 p. 9).

Conforme Carreira (2005), encontra-se constituída por uma série de compostos carbonados, bastante extensa, nos quais é encontrada em diferentes estados de degradação e síntese, provenientes de restos vegetais e animais e da própria biota que nela se desenvolve. Ainda segundo este autor, os complexos mecanismos pelos quais estas se relacionam com a matriz mineral do solo continuam sendo pouco conhecidos, no entanto, não restam dúvidas sobre o relevante efeito que exercem sobre as propriedades do mesmo.

Galantini (2008a), descreve que a matéria orgânica do solo pode ser dividida em três frações, com características bem marcantes que as diferenciam em, resíduos orgânicos, no qual estão contidos o material vegetal e animal em diferentes fases de transformação, e que representam em torno de 10 a 35% de todo o carbono do solo; a chamada biomassa microbiana viva, que detém entre 1 e 5% e, por fim, o material humificado, com peso molecular relativamente elevado, amorfo, coloidal, de coloração amarelo clara a escura, que representa entre 50 e 85% do material orgânico, sendo a fração mais estável entre as três.

As substâncias húmicas são divididas em três frações com distintas características físico-químicas em, ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e humina (HUM) (PRIMO et al., 2011), estas, consistindo numa mistura heterogênea de compostos que não podem ser

descritos como sendo uma molécula definida, mas que através do conhecimento da sua composição e de suas características, torna-se possível atribuir a estas uma estrutura geral de sua molécula típica, aspectos que estão relacionados com sua funcionalidade e reatividade no solo. (GALANTINI, 2005).

Canellas et al (2005), descrevem que através dos grupamentos funcionais presentes, as substâncias húmicas providenciam uma grande quantidade de ligantes estáveis para a formação de complexos, com cátions metálicos. Como Fe, Cu, Ca e Mg, além de combinarem-se com óxidos de Fe e Al, argilas e outros compostos orgânicos e apresentarem propriedades redutoras (SILVA FILHO e SILVA, 2002).

Como se sabe, os ácidos húmicos são produtos muito estáveis da decomposição biológica da matéria orgânica, sendo considerados misturas de polímeros de alto peso molecular, nos quais a unidade básica da estrutura é um núcleo aromático que pode ser fenólico ou quinônico, ao qual se unem cadeias alifáticas, poliurônidos, polissacarídeos e peptídeos (RUCKS et al., 2004).

O peso molecular dos ácidos orgânicos em geral é alto conforme Rucks et al (2004), mas que cresce muito significativamente com o grau de polimerização, atribuindo-se aos ácidos húmicos pardos 5000 e os húmicos cinza de 50000 a 100000 μg , sendo a importância relativa dos núcleos aromáticos e das cadeias alifáticas também variáveis nestes compostos.

São incluídas na faixa dos colóides já que apresentam-se em tamanho maior que 250 μm , exibindo características próprias, destacando-se sua elevada superfície de contato, a qual lhe confere alta reatividade, sendo esta característica responsável, por elevada porcentagem da CTC e CTA, mesmo estando em baixos conteúdos no solo (SILVA FILHO e SILVA, 2002).

Além de fornecer nutrientes para as plantas por meio da mineralização as substâncias húmicas também podem estimular diretamente o desenvolvimento e o metabolismo das plantas (CANELLAS, 2005). E exerce papel de reserva de nutrientes, detendo 95% do N, entre 40 e 80% do P e em torno de 90% do S do solo (GALANTINI 2008 b).

Segundo Nannipieri et al (1983), citado por Canellas et al (2005), os principais efeitos diretos das substâncias húmicas sobre o metabolismo das plantas que resultariam em maior crescimento e desenvolvimento do sistema radicular foram resumidos: Na Influência positiva sobre o transporte de íons facilitando a absorção; aumento da respiração e da velocidade das

reações enzimáticas do ciclo de Krebs, resultando na maior produção de ATP; Aumento no conteúdo de clorofila; Aumento na síntese de ácidos nucléicos; Efeitos sobre a síntese protéica; Aumento ou inibição da atividade de várias enzimas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Campus Delza Gitaí da Universidade Federal de Alagoas, localizado no Centro de Ciências Agrárias no Município de Rio Largo- AL.

A variedade estudada foi a CATISSOL 01 que possui ciclo precoce, boa uniformidade de maturação, porte baixo, rústica, boa tolerância a doenças e teor de óleo acima de 40%. A semeadura foi realizada em vasos de polietileno com capacidade de 15 L os quais foram preenchidos com uma camada de 0,9 kg de brita nº 1 no fundo, e completados com 14 L de material de solo, classificado como, Latossolo Amarelo coeso argissólico, previamente destorroado. Em cada vaso foi instalado na base uma mangueira de 2 mm que serviu como dreno.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, arranjado em um esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições, de modo que estudou-se cinco níveis de salinidade (S) da água de irrigação: S0 = 0,16 (Testemunha) ; S1 = 2,0; S2 = 3,0 ; S3 = 4,0 e S4 = 6,0 dS m⁻¹, combinados com dois níveis de substâncias húmicas, da fonte comercial (Biosolli 25[®]), (SH): SH0 = 0,0 L/ha (testemunha); SH1= 12,0 L/ha. Desta maneira, avaliou-se dez tratamentos com cinco repetições cada, totalizando cinquenta parcelas, um vaso por parcela, e uma planta por vaso.

Durante o ciclo da cultura foi necessário a eliminação para fins de avaliação de biomassa aos 45 e 70 DAP (aqui não analisadas), 2 (duas) repetições de cada tratamento, restando 3 (três) repetições para análise das variáveis finais do ensaio.

Todas as unidades receberam calagem na dose de 3,35 t ha⁻¹. No momento do plantio fez-se uma adubação recebendo cada parcela 1000 kg ha⁻¹, da fórmula 04-10-12 + 100 kg ha⁻¹ de FTE BR-12. E aos 40 dias foi realizado uma adubação de cobertura com 500 kg da mesma fórmula usada em fundação.

No início do experimento, o solo de cada unidade foi elevado à capacidade de campo, segundo a metodologia descrita por Gervásio (2000), para isso, os vasos foram saturados com água sem sal, envolvidos individualmente com plástico, de forma a forçar a perda de água apenas por drenagem. Logo após o final da drenagem, foi realizado à semeadura,

depositando-se três sementes a uma profundidade de 2 cm. Após a emergência das plântulas, quando as mesmas estavam no estágio v-4, foi realizado o desbaste deixando-se uma plântula por vaso.

A irrigação ao longo do ciclo da cultura foi realizada de acordo com a umidade do solo determinada através das pesagens dos vasos, com o auxílio de uma balança digital pendular portátil com precisão de 0,1g, para isto, no momento da capacidade de campo de cada parcela, efetuou-se suas respectivas pesagens, e ao longo do ciclo da cultura, estes eram monitorados de forma que a diferença entre o peso na capacidade de campo inicial e àquele na ocasião da pesagem, representava em peso de água a quantidade que seria repostas. Repetia-se o procedimento para todos os tratamentos. A cada 15 dias, a partir da data de plantio, foi adicionado em cada tratamento mais 0,1kg de água (100 ml), face ao acúmulo de biomassa.

Para o preparo das soluções salinas, utilizou-se NaCl PA, com o auxílio de um condutivímetro portátil modelo, AT – 230.

A relação da condutividade elétrica da solução com as concentrações de NaCl, foi determinada a partir da seguinte equação:

$$\text{TSD (g/l)} = (\text{CE}_E - \text{CE}_a) \times 0,64$$

Onde:

TSD = totais de sais dissolvidos;

CE_E = condutividade elétrica estimada por tratamento;

CE_a = condutividade elétrica da águas usada para irrigação;

0,64 = constante.

Na ocasião do surgimento de plantas invasoras o controle foi realizado manualmente.

Para o controle da mosca branca e minadora foram realizadas 2 pulverizações, sendo uma aos 15 e a outra aos 40 DAP com o inseticida Paration Metílico (Folisuper[®]) à (0,04%).

A polinização foi realizada manualmente, na ocasião da floração, já que o ensaio foi realizado em ambiente protegido que não permitia a entrada dos agentes polinizadores naturais.

No final do ciclo da cultura foram avaliadas as seguintes variáveis: a) Comprimento do caule (CC) (cm); b) Diâmetro do capítulo (DC) (cm); c) Massa seca da parte aérea (MSPA) (g); d) Massa seca das raízes (MSR) (g); e) Massa de aquênios (MA)(g) / planta. Para todas estas, as medições foram realizadas ao final do ciclo da cultura.

Para a realização das medições do comprimento do caule e diâmetro do capítulo, utilizou-se fita métrica maleável de 1,5m de comprimento. Já para a determinação da massa de aquênios/planta, foi coletado o capítulo inteiro de cada planta, realizando-se o seccionamento transversal do caule à altura de inserção neste, na ocasião da umidade apropriada dos aquênios para a colheita, levando-se em seguida para retirada dos aquênios do capítulo manualmente. Após a retirada, os aquênios foram limpos através de ventilação. Para a avaliação da massa seca da parte aérea, efetuou-se o corte do caule rente ao solo, sendo este, acondicionando em saco de papel do tipo Kraft e levado à estufa para secagem por 24 h à 60 °C. Para as raízes, a parcela já sem caule, vou vertida sobre peneira de 10 mm, sendo peneirado o excesso de solo e as raízes remanescentes, lavadas em água corrente ainda sobre a mesma peneira. Posteriormente também foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft, e levadas à estufa até atingirem peso constante à 60 °C. Para as pesagens das três últimas variáveis estudadas foi utilizada balança digital de bancada com precisão de 0,01g.

Os dados foram submetidos a análise de variância que, nos casos de significância, realizou-se análise de regressão linear. Além do estudo de regressão, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico Sisvar® (Ferreira, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo da análise de variância (Tabela 1), houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação sobre todas as variáveis avaliadas, diâmetro do capítulo (DC), comprimento do caule (CC), massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa de aquênios (MA).

Não ocorrendo efeito significativo na aplicação das substâncias húmicas para nenhuma variável. No entanto, houve efeito significativo na interação entre os fatores estudados para o diâmetro do capítulo (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para: Comprimento do caule, (CC); Diâmetro do capítulo, (DC); Massa seca das raízes, (MSR); Massa seca da parte aérea, (MSPA) e Massa de aquênios (MA).

Fonte de Variação	QM					
	GL	CC	DC	MSR*	MSPA	MA
Salinidade	4	740,9666*	13,2708*	0,6337*	5991,6427*	264,4441*
Subst. Hum.	1	2,7000 ^{ns}	2,4083 ^{ns}	0,0254 ^{ns}	223,4778 ^{ns}	4,7441 ^{ns}
Sal x Subst. H.	3	40,8666 ^{ns}	1,5958*	0,1090 ^{ns}	471,1129 *	26,2909 ^{ns}
Erro	20	62,7666	0,5583	0,2221	243,7932	30,0336
CV		8,23	6,54	23,16	23,49	21,35

*,^{ns}: Respectivamente, significativo ao nível de 5% e não significativo

MSR* - Dados apresentados transformados em \sqrt{x} .

De acordo com as médias dos dados (Tabela 2), o maior comprimento do caule (cm), foi observado no tratamento que recebeu água de condutividade elétrica (CE_a) $0,16 \text{ dSm}^{-1}$, com mais de 105,0 cm. No entanto, não houve diferença significativa entre este, e os tratamentos que receberam água com condutividade elétrica, (CE_a) de, 2 dSm^{-1} e 3 dSm^{-1} , sendo respectivamente seus comprimentos, 97,0 e 102 cm. Tal resultado é semelhante ao observado por Moraes et al (2011), que descreveram não haver diferenças entre a altura das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de até $3,53 \text{ dSm}^{-1}$. No presente estudo só houve decréscimo significativo do comprimento do caule, a partir da água com condutividade 4 dSm^{-1} . Já as plantas que receberam água de CE 4 e 6 dSm^{-1} , demonstraram redução no

comprimento do caule de 20,38 e 23,88%, respectivamente, quando comparadas à testemunha. Coerente com Cordeiro (2001), que descreve os efeitos negativos da maior concentração de sódio na solução do solo, provocando acentuada redução do crescimento das plantas e desuniformidade no estande em campo.

Tabela 2. Média dos tratamentos para: Comprimento do caule, (CC); Diâmetro do capítulo, (DC); Massa seca das raízes, (MSR); Massa seca da parte aérea, (MSPA) e Massa de aquênios (MA).

Fonte de Variação	Média				
	CC (cm)	DC (cm)	MSR (g)	MSPA (g)	MA (g)
Níveis de Salinidade (CEa)					
0,16	104,6666 a	15,1666 a	6,9466 a	125,4683 a	33,2466 a
2,0	97,0000 a	13,7500 b	4,2050 ab	68,5700 b	28,8733 ab
3,0	102,0000 ab	13,0833 bc	4,4433 ab	65,0500 b	27,3783 ab
4,0	83,8333 bc	12,0833 cd	3,3950 ab	52,9150 b	21,0000 bc
6,0	79,6666 c	11,3333 d	2,9500 b	45,3033 b	16,4900 c
Subst. Hum. (lha⁻¹)					
0,0	93,1333 a	13,3666 a	4,1993 a	68,7320 a	25,7953 a
12,0	93,7333 a	12,8000 a	4,1766 a	74,1906 a	25,0000 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O comportamento deste componente de produção do girassol, pôde ser explicado pelo modelo de regressão linear que adequou-se aos dados desta variável conforme (Figura 1), verificando-se um decréscimo no comprimento do caule das plantas, proporcionalmente ao aumento da salinidade da água de irrigação, com perdas na média do comprimento do caule de aproximadamente 4,53 cm para cada unidade de salinidade aumentada na solução.

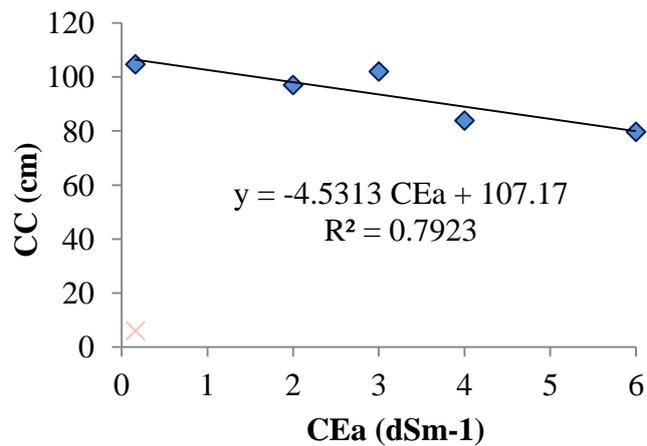


Figura 1. Comprimento do caule (CC) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Para a variável, diâmetro do capítulo (DC), foi observada redução face ao aumento da salinidade da água de irrigação. Os tratamentos S0 e S1 dSm^{-1} , diferiram entre si, sugerindo uma maior sensibilidade desta variável à salinidade da água de irrigação quando comparada ao comprimento do caule (CC), visto que houve uma redução na média de S0 para S1 de 1,4166 cm (9,3%), o que não ocorreu entre S1 e S2. Já entre, S1 e S2, S2 e S3 e por fim entre S3 e S4 não houve diferença estatística. As médias do diâmetro do capítulo, para a condutividade elétrica de 0,16 e 2 dSm^{-1} , foram respectivamente, 15,16 cm e 13,75 cm; 3 dSm^{-1} foram 13,08 cm, para 4 dSm^{-1} , 12,08 cm e para a água de irrigação com a maior condutividade elétrica, 6 dSm^{-1} , foi de 11,41 cm. Diferente das médias desta variável, observadas por Travassos et al (2011), que trabalhando com níveis de 0,5 a 5 dSm^{-1} , encontrou diâmetros muito inferiores aos do presente estudo, variando de 7,41 na menor concentração salina a 5,47 cm na maior. Conforme o estudo de regressão aplicado no presente trabalho, o modelo que melhor adequou-se aos dados desta variável, foi o linear (Figura 2), verificando-se decréscimo no diâmetro dos capítulos, conforme se aumentou a CE da água de irrigação, verificando-se perda nos valores médios dessa característica de aproximadamente 0,67 cm ($y = - 0,6733 \text{ CEa} + 15,125$) para cada incremento unitário na CEa. Demonstrando poder haver uma acentuada redução na massa de aquênios ou em número total bastante significativa a partir da CEa igual a 6 dSm^{-1} , já que estes estão dispostos no capítulo.

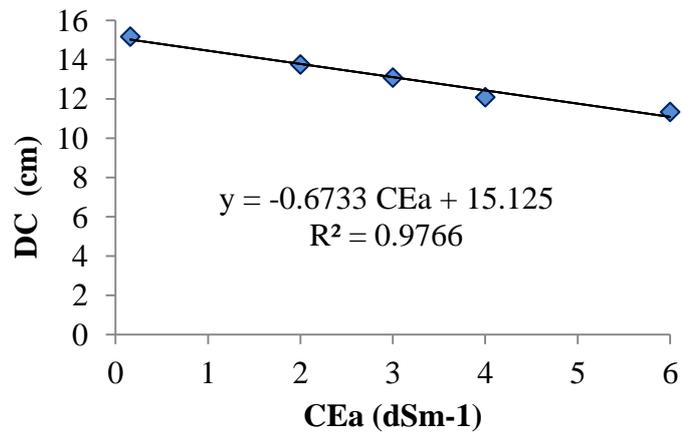


Figura 2 – Diâmetro do capítulo (DC) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Houve interação significativa entre os tratamentos S4 e SH1, para esta variável conforme os dados da (Tabela 3). Entretanto, o efeito da substância húmica não foi positivo para este componente de produção, visto que o tratamento que recebeu o condicionante teve média inferior àquela do tratamento que não recebeu substância húmica. Isto se deu provavelmente pela desuniformidade característica de variedades de girassol, como a estudada no presente trabalho. Conforme Camargo et al (2001), uma outra hipótese para explicar tal fenômeno, seria o fato dos ácidos orgânicos em algumas situações poderem exercer certo grau de toxidez as plantas, fazendo vários componentes das culturas agrônomicas sofrerem mudanças indesejáveis reduzindo assim seu potencial produtivo.

Tabela 3. Interação entre os fatores, condutividade elétrica (CEa) da água de irrigação e substância húmica (SH) aplicada ao solo no comportamento do diâmetro do capítulo (DC) e na massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de girassol.

Fonte de Variação	Massa seca da parte aérea (g)	Diâmetro do capítulo (cm)
	CEa (dSm ⁻¹)	
SH (Lha ⁻¹)	0,16	6,0
0	106,9633 a	12,3333 a
12	143,9733 b	10,3333 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação a massa seca da parte aérea das plantas de girassol, de acordo com os dados da análise de variância não houve efeito significativo entre os tratamentos S1, S2, S3 e S4. Havendo apenas diferença estatística entre estes e aquele tratamento que recebera irrigação com CEa igual a $0,16 \text{ dSm}^{-1}$. Segundo o estudo de regressão aplicado o comportamento desta variável face aos diferentes níveis de salinidade, pôde ser explicado por uma equação linear (Figura 3). Mesmo não havendo diferença estatística entre os quatro maiores níveis de salinidade da água de irrigação, podemos notar (Tabela 2) um decréscimo na massa seca da parte aérea conforme aumentou a concentração salina da solução.

É possível observar que esta variável quando comparada a MSR, se comportou mais sensivelmente à salinidade da água de irrigação, visto que a relação da massa seca das raízes entre os tratamentos S1/S0 foi igual a 0,6, e para a MSPA a mesma relação retorna um valor igual a 0,54, o que sugere uma maior perda em massa desta última, entre o menor ($0,16 \text{ dSm}^{-1}$) e o segundo menor (2 dSm^{-1}) nível de salinidade. As plantas podem sofrer modificações morfológicas ou fisiológicas como redução do número de folhas, ou na biomassa, quando submetidas ao estresse salino (TAIZ e ZEIGER, 2006). Este comportamento da MSPA pode ser entendido como um possível mecanismo para diminuir os efeitos da salinidade sobre a cultura, evitando que a espécie não se perpetue.

De acordo com o estudo de regressão linear aplicado o comportamento desta característica pôde ser explicado através da equação, $y = -12,985 \text{ CEa} + 110,83$, com $r^2 = 0,8046$. Da análise da equação acima proposta é possível verificar um decréscimo de 12,985 g por incremento unitário da CEa, resultado este, superior aos de Travassos et al (2011), e Nobre et al (2011), que trabalhando com outra cultivar a Embrapa 122/V-2000, para a mesma variável encontraram médias de 8,46 e 8,89g respectivamente.

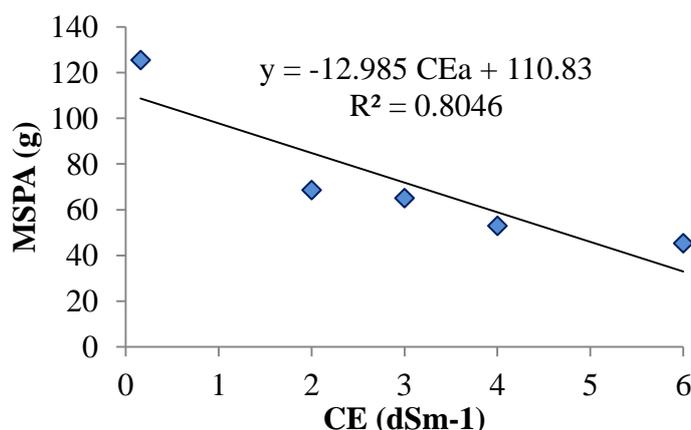


Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Ainda com relação a MSPA, a substância húmica isoladamente não surtiu nenhum efeito sobre esta característica. No entanto, foi verificada interação significativa entre os fatores estudados, sendo esta, entre o nível de substância húmica igual a 12 Lha⁻¹ e aquele tratamento que recebeu irrigação com água de CEa igual a 0,16 dSm⁻¹. Na tabela 3, encontram-se os dados das médias da interação entre os fatores para esta variável. Verificou-se um incremento na massa da ordem de 25% no tratamento que recebeu aplicação da substância húmica (SH) quando comparado com aquele que não recebeu.

Tal fenômeno pode ser explicado conforme Cunha et al (2009), e Canellas (2000) ao descreverem a importância das SHs na fertilidade dos solos agrícolas, já que estas participam efetivamente de reações importantes, colaborando para o aumento nas produções. Canellas (2000), relata que além do fornecimento de nutrientes às plantas por meio da mineralização as chamadas substâncias húmicas também podem estimular diretamente o desenvolvimento e o metabolismo das plantas. Há ainda conforme Galantini (2008 b), uma reserva de nutrientes realizada por estas substâncias que detém grandes percentuais de macro nutrientes como N, P e S do solo.

Para a massa seca das raízes (MSR), esta foi influenciada negativamente conforme se aumentou a concentração salina na água de irrigação. A aplicação da (SH) não influenciou significativamente no desenvolvimento das raízes das plantas de girassol, nem de maneira isolada ou como resultado da interação com os diferentes níveis salinos aplicados. Através da equação, $y = - 0,6501 \text{ CEa} + 6,359$ do estudo de regressão, onde r^2 sugere que mais de 83%

dos dados podem ser explicados pelo modelo linear acima, é possível observar o comportamento da MSR frente as diferentes CEa (Figura 4).

Foi observado decréscimo, mas, não significativo entre os tratamentos S0, S1, S2 e S3. No entanto, somente o tratamento de CEa igual a $0,16 \text{ dSm}^{-1}$, diferiu estatisticamente daquele que recebeu água com a maior concentração de sal.

De acordo com as médias (Tabela 2) dos dados desta variável, o tratamento que recebeu água de CEa $0,16 \text{ dSm}^{-1}$ apresentou massa de $6,94 \text{ g}$, já aqueles que receberam solução de CEa $6,0 \text{ dSm}^{-1}$, alcançaram apenas $2,95 \text{ g}$ de média. Tal resultado é diferente, do observado por Travassos et al (2011), com relação ao tratamento que recebeu água com a menor concentração salina. Sendo constatado por estes autores na CEa de $0,5 \text{ dSm}^{-1}$, massa média igual a $16,24 \text{ g}$. No entanto, com relação ao tratamento que recebeu a maior CEa da água de irrigação, tanto neste trabalho quanto no citado acima as médias foram muito semelhantes, sendo respectivamente $2,95$ e $2,69 \text{ g}$.

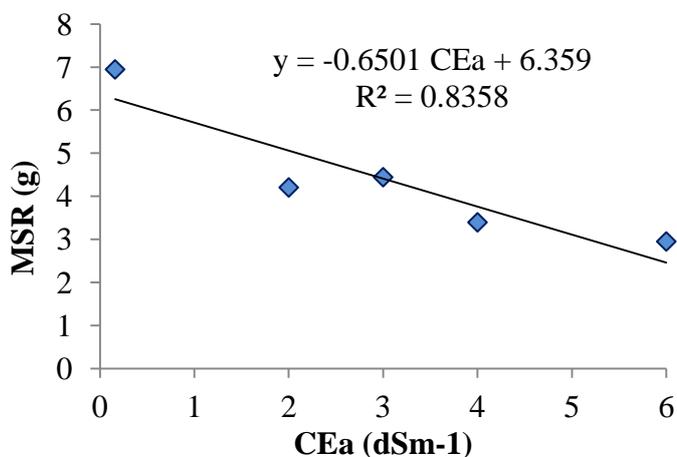


Figura 4. Massa seca das raízes (MSR) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

Para a massa de aquênios (MA) por planta (g), a salinidade também influenciou negativamente a produção de aquênios. Já a (SH) aplicada ao solo não diferiu estatisticamente daqueles tratamentos que não a receberam. Para esta variável também não houve interação entre os fatores (CEa) e (SH). Em si tratando dos níveis de CEa estudados, os tratamentos que receberam aqueles de $0,16$, $2,0$ e $3,0 \text{ dSm}^{-1}$, não apresentaram diferença significativa, sendo respectivamente, $33,24$, $28,78$ e $27,37 \text{ g}$ a produção média de cada tratamento. Médias superiores as observadas por Santos Junior et al (2011), que trabalhando com níveis de

salinidade entre 1,7 e 11,5 dSm⁻¹, nesta mesma cultura, verificou produção de 30,53 g para a menor CE_a e 15,33 g para a CE_a, de 4,3 dSm⁻¹.

No presente estudo foi verificado conforme a equação de regressão linear, $y = -2,9846 \text{ CE}_a + 34,447$ em que $r^2 = 0,9631$, o comportamento do girassol para a produção de aquênios face aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, (Figura 5) onde é possível observar uma redução da ordem de 2,98 g por incremento unitário da CE_a. Resultado inferior ao observado por Nobre et al (2010), que trabalhando com salinidades de 0,5 à 4,9 dSm⁻¹, nesta mesma cultura constatou um decréscimo de 3,95 g para cada incremento unitário na CE_a.

Aqueles tratamentos que receberam solução de condutividade 4 e 6 dSm⁻¹, não diferiram estatisticamente entre si, mas ainda apresentaram produção em kg ha⁻¹, de 882 e 693 respectivamente, considerando-se um estande de 42000 plantas ha⁻¹. Já o tratamento que recebeu o menor nível de salinidade alcançou uma produção média de 1.396 kg ha⁻¹.

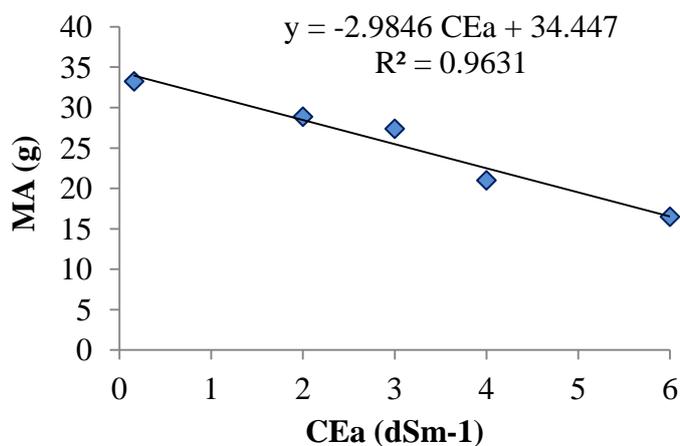


Figura 5. Massa de aquênios (MA) de plantas de girassol, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a).

5. CONCLUSÕES

A CEa a partir de $0,16 \text{ dSm}^{-1}$, afetou reduzindo o desenvolvimento das plantas de girassol bem como a produção de aquênios de forma linear;

O girassol apresentou tolerância à salinidade até $3,0 \text{ dSm}^{-1}$, nas variáveis comprimento do caule (CC), massa seca das raízes (MSR) e massa de aquênios (MA). Já o diâmetro do capítulo (DC) e a massa seca da parta aérea (MSPA), foram sensíveis a CEa a partir do tratamento S1 ($2,0 \text{ dSm}^{-1}$);

A massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de girassol, foram mais sensíveis à salinidade quando comparadas com a massa seca das raízes (MSR);

Na produção de aquênios, houve uma redução da ordem de 700 Kg ha^{-1} na média entre os tratamentos S0 e S4;

O condicionante de solo usado, não mostrou-se eficiente no controle dos efeitos causados pela irrigação com água salina no girassol.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETO, A. D. ; PEREIRA, P.P.A. ; COSTA, D. P. ; SANTOS, A. C. C. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta para seleção de tolerância ao estresse salino em girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 893-897, 2011.

CAMARGO, F. A. O. ; ZONTA, E.; SANTOS, G.A.; ROSSIELLO, R. O. P. Aspectos fisiológicos e caracterização da toxidez de ácidos orgânicos voláteis em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 341-350, 2001.

CANELLAS, L.P. SANTOS, G.A.. Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. UENF, 2005. 309 p.

CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; MOARES, A.A.; RUMJANEK, V.M. & OLIVARES, F.L. Avaliação de características de ácidos húmicos de resíduos de origem urbana: I. Métodos espectroscópicos (UV-vis, IV, RMN 13C, C-PP/MAS) e microscopia eletrônica de varredura. **Revista brasileira de ciência do solo**. v. 24, p. 741-750, 2000.

CARREIRA, D. Carbono oxidable: Una forma de medir la materia orgánica del suelo. *En: MARBÁN, L.; RATTO S. (eds.). Tecnologías en análisis de suelos. Argentina: Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 2005. p. 91-102.*

CARVALHO, H.W.L. et al. Cultivares de milho, feijão, girassol e mandioca para o agreste sergipano com foco na agricultura familiar e no agronegócio, Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. 31p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, 131).

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: Embrapa Soja, 1997. 24p. (Embrapa Soja. Documentos, 59).

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAN, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. A cultura do girassol. Londrina: Embrapa Soja, 1997. 38p.

CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M. & CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, 2005. p.163- 218.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, 2005. p.317-373.

CORDEIRO, G. G. Salinidade em agricultura irrigada: conceitos básicos e práticos. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 2001. 38p. (Documentos, 180).

CUNHA T.J.F.; BASSOI L. H.; SIMÕES, M L.; MARTIN-NETO, L.; PETRERE V.G.; RIBEIRO P.R.A. Ácidos húmicos em solo fertirrigado no vale do São Francisco. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 33, p. 1583-1592, 2009.

FAO. Water in agriculture: opportunity untapped. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.

FARIAS, J.R.B. Déficit hídrico em culturas. In: Encontro de plantio direto no cerrado. Tangará da Serra, MT. **Proceedings...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches Ltda., 2005. p. 145-151.

FERREIRA, D.F. SISVAR 4.6. Sistema de análises estatísticas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003.

GALANTINI, J. ADinámica y balance de la materia orgánica del suelo: Fertilidad actual o captura de carbono. Lincoln, 2008 b. 12 p. AACS (Jornada Actualización para Profesionales).

GALANTINI, J.A. Fraccionamiento de la materia orgánica del suelo. En: Estudio de las Fracciones Orgánicas en Suelos de la Argentina. Argentina, 2008 a. p. 19-39. (Ed. J.A. Galantini), AACS-UNS.

GALANTINI, J.A. Separación y análisis de las fracciones orgánicas. En: Manual Tecnología en Análisis de Suelos: Alcances a laboratorios agropecuarios. Argentina, 2005. p. 103-114. AACS (Eds. L. Marban y S. Ratto).

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 Janeiro de 2012.

JOLY, A.B. **Botânica introdução à taxonomia vegetal**. 11.ed. São Paulo: Editora Nacional, 1993. 777p.

LEITE, L. F. C. ; ARAUJO, A. S. F. . Ecologia Microbiana do Solo. Teresina: EMBRAPA Meio Norte, 2007. 24 p. (Embrapa – Meio Norte, Documentos 164).

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima, Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4p. (Embrapa Soja, Comunicado Técnico, 78).

LENTZ, D.; POHL, M.E.D.; POPE, K.O.; WYATT, A.R. Prehistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. **Economic Botany**, New York, v.55, n. 3, p. 370 – 376, 2001.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; GODOY, L.J.G. & MARCHESE, J.A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 1-4, 2003.

MORAIS, F. A. ; GURGEL, M. T. ; OLIVEIRA, F. H. T. ; MOTA, A. F. . Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Impresso), v. 42, p. 327-336, 2011.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, p.758-765, 2009.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol bo estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista brasileira de ciência do solo**. v. 35, p. 929-937, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.358-367, 2010.

OLIVEIRA, I. R. ; CARVALHO, H. W. L. ; CARVALHO, C. G. P. ; MELO, K. E. O. ; FEITOSA, L. F. ; MENEZES, A. F. . AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE GIRASSOL NO ESTADO DE SERGIPE. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. 6p. (Circular Técnica).

OLIVEIRA, M. D. S.; CÁCERES, D.R. **Girassol na alimentação de bovinos**. 1 ed. 20 p.

PRIMO, D. C. ; MENEZES, R. S. C ; SILVA, T. O . Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**. v. 7, p. 1-13, 2011.

REED, D. W. Combating poor water quality with water purification systems. In: Reed, D.W. (Ed). *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops*. Illinois: USA, Ball Publishing, 1996, p.51-67.

RESENDE, G. M.; CORDEIRO, G. G. Uso da Água Salina e Condicionador de Solo na Produtividade de Beterraba e Cenoura no Semi-Árido do Submédio São Francisco. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4 p. (Circular Técnica 128 *on line*).

RUCKS, L.; GARCÍA, F.; KAPLÁN, A.; PONCE, J.; HILL, M. *Propiedades Físicas del Suelo*. Montevideo, 2004. 68 p.

SANTOS JÚNIOR, J. A. ; GHEYI, H.R. ; GUEDES FILHO, D. H. ; DIAS, N. da S. ; SOARES, F.A.L. . Cultivo do girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. *Revista Ciência Agronômica (UFC. Impresso)*, v. 42, p. 842-849, 2011.

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v.21, p. 901-903, 1981.

SILVA FILHO, A. V. da; SILVA, M. I. V. da. Importância das Substâncias Húmicas para a Agricultura. Disponível em: <<http://w.emepa.org.br/anais/volume2/av209.pdf>> Acesso em: 12 de maio de 2010.

SILVA, M.N. **A cultura do girassol**. Jaboticabal: Funep: Jaboticabal-SP, 1990. 67p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2006. 719p.

TRAVASSOS, K.D.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; SILVA, D.R.S.; NASCIMENTO, A.K.S. do; DIAS, N. da S. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, p. 371-376, 2011.

UNGARO, M.R.G. Cultura do girassol. Campinas: Instituto Agronômico de São Paulo, 2000. 36p. (Boletim Técnico, 188).

VRÂNCEANU, A. V. **El girasol**. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1977. 379p.

ZOBIOLE, L. H. S. ; CASTRO, C. ; OLIVEIRA, F. A. ; OLIVEIRA JUNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista brasileira de ciência do solo**. v. 34, p. 425-433, 2010.