



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**DOSES DE GESSO E BIOFERTILIZANTE NA REDUÇÃO DA
SALINIDADE DE UM SOLO SALINO-SÓDICO E CRESCIMENTO
INICIAL DO GIRASSOL**

JUCIMAR DANTAS DA COSTA

CATOLÉ DO ROCHA-PB

2012

JUCIMAR DANTAS DA COSTA

**DOSES DE GESSO E BIOFERTILIZANTE NA REDUÇÃO DA
SALINIDADE DE UM SOLO SALINO-SÓDICO E CRESCIMENTO INICIAL
DO GIRASSOL**

ORIENTADOR (A): PROF. DR. EVANDRO FRANKLIN DE MESQUITA

Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como um dos requisitos para obtenção do grau em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias.

Orientador (A): Prof^o: DR^o. EVANDRO FRANKLIN DE MESQUITA.

CATOLÉ DO ROCHA-PB

2012

C837d Costa, Jucimar Dantas da.

Doses de gesso e biofertilizante na redução da salinidade de um solo salino-sódico e crescimento inicial do girassol / Jucimar Dantas da Costa. – Catolé do Rocha, PB, 2012.

37 f. : il.

Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

Orientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita, Departamento de Ciências Agrárias.

1. Salinidade. 2. Corretivo. 3. Biofertilizante. 4. Girassol. I. Título.

21. ed. CDD 631.67

JUCIMAR DANTAS DA COSTA

**DOSES DE GESSO E BIOFERTILIZANTE NA REDUÇÃO DA
SALINIDADE DE UM SOLO SALINO-SÓDICO E CRESCIMENTO
INICIAL DO GIRASSOL**

Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como um dos requisitos para obtenção do grau em Licenciatura Plena em Ciências Agrárias.

Orientador (A): Prof^o: DR^o. EVANDRO FRANKLIN DE MESQUITA.

Aprovado em: 06/12/2012

Evandro Franklin de Mesquita

Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita/UEPB
Orientador

Francineide Pereira Silva

Prof. Msc. Francineide Pereira Silva/UEPB
Examinadora

Irton Miranda dos Anjos

Prof. Msc. Irton Miranda dos Anjos/UEPB
Examinador

DEDICATÓRIA

A **DEUS**, pois sem ele nada é possível.

Aos meus pais, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la de forma humilde e honesta, apoiando sempre em todas as minhas decisões e escolhas.

Aos meus colegas e amigos por mais uma conquista, pela amizade, apoio e colaboração.

Aos professores que mim ensinaram e mim orientaram, pois sem eles essa jornada seria impossível.

AGRADECIMENTOS

ADEUS, por estar sempre presente em todos os momentos de minha vida renovando minhas forças, para que eu continue a minha jornada honestamente.

Aos meus **PAIS**, meus **IRMÃOS** e a minha **ESPOSA**, sem eles não sou absolutamente nada, amo muito vocês, obrigado por tudo.

A todos os meus familiares e amigos que de alguma forma me ajudaram e me incentivaram a não desistir.

Ao professor orientador **DR. EVANDRO FRANKLIN DE MESQUITA** que confiou na minha capacidade, e me orientou.

Aos amigos **FRANCISCO VANIES DA SILVA SÁ** e **ANTONIO MICHAEL PEREIRA BERTINO** pelo apoio e colaboração na pesquisa.

Aos professores **Msc. FRANCINEIDE PEREIRA SILVA** e **Msc. IRTON MIRANDA DOS ANJOS**, por ter aceitado o convite e participar da banca examinadora.

DEDICO

A **DEUS**, pois sem ele nada é possível.

Aos meus pais, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la de forma humilde e honesta, apoiando sempre em todas as minhas decisões e escolhas.

Aos meus colegas e amigos por mais uma conquista, pela amizade, apoio e colaboração.

Aos professores que mim ensinaram e mim orientaram, pois sem eles essa jornada seria impossível.

Resumo

Diante dos problemas ocasionados pela salinidade do solo em regiões semi-áridas do nordeste brasileiro objetivou-se avaliar os efeitos de doses de gesso e de biofertilizante na redução da salinidade de um solo salino-sódico e o crescimento inicial de plantas de girassol. No primeiro experimento, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4x2 com quatro doses de gesso agrícola na correção do solo salino-sódico (25; 50; 75; 100% da NG) na ausência e na presença de biofertilizante bovino (0 e 10% v/v), com 3 repetições e 3 vasos por repetição totalizando 72 vasos com 1 dm³ de solo com incubação de 45 dias, onde foram avaliados quanto CE_{ES} (condutividade elétrica), pH, a PST (percentagem de sódio trocável) e RAS (relação de adsorção de sódio). No segundo experimento o delineamento empregado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2, (25; 50; 75; 100% da NG) na ausência e na presença de biofertilizante bovino (0 e 10% v/v), tratamentos obtidos no primeiro experimento onde foi avaliada a tolerância do girassol cultivar CF/01 ADVANTA com 3 repetições com 3 plantas por repetição, totalizando 72 plantas experimentais avaliadas durante 30 dias onde foram avaliadas as variáveis altura, diâmetro caulinar, área foliar e matéria seca total. A aplicação do gesso contribuiu na redução de sais do solo, com destaque para a dose de 100% da necessidade de gesso. O uso do biofertilizante na correção do solo promoveu efeitos benéficos, com ênfase para o desenvolvimento das plantas. O tratamento 100% da necessidade de gesso mais biofertilizante obtiveram os melhores resultados no crescimento inicial do girassol.

PALAVRAS CHAVE: Salinidade. Corretivo. Biofertilizante. Girassol.

ABSTRACT

Given the problems caused by soil salinity in semi-arid regions of northeastern Brazil aimed to evaluate the effects of doses of gypsum and biofertilizer in reducing the salinity of saline-sodic soil and early growth of sunflower plants. In the first experiment, the experimental design was completely randomized in a 4 x 2 factorial arrangement with four doses of gypsum in the correction of saline-sodic soil (25, 50, 75, 100% NG) in the absence and presence of Biofertilizer (0 and 10% v/v) with 3 replications and 3 pots per replication totaling 72 vessels with 1 dm³ of soil with incubation of 45 days, where they were evaluated forces (electrical conductivity), pH, PST (percentage of exchangeable sodium) and SAR (sodium adsorption ratio). In the second experiment, the experimental design was completely randomized with treatments arranged in a 4 x 2 factorial, (25, 50, 75, 100% NG) in the absence and presence of biofertilizer (0 and 10% v/v) treatments obtained in the first experiment where we evaluated the tolerance of sunflower cultivar CF/01 ADVANTA with 3 repetitions with 3 plants per replication, totaling 72 experimental plants evaluated for 30 days where the variables were assessed height, stem diameter, leaf area and dry matter total. The application of gypsum contributed in reducing soil salts, particularly the dose of 100% of the need to plaster. The use of bio-fertilizer on soil amendment promoted beneficial effects, with emphasis on the development of plants. Treatment need to 100% of plaster over biofertilizer achieved the best results for the initial growth of the sunflower.

Keywords: Salinity. Corrective. Biofertilizer. Sunflower.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas da amostra do solo salino-sódico, coletado no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. Catolé do Rocha-PB, 2012.....	17
Tabela 2. Características da pasta de saturação de um solo salino-sódico, coletado no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. Catolé do Rocha-PB, 2012.....	18
Tabela 3. Valores de pH, condutividade elétrica e da composição do biofertilizante bovino, aos 45 dias após o início da fermentação anaeróbia.....	20
Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis condutividade elétrica (CE_{ES}) dSm^{-1} , pH, relação de absorção de sódio (RAS) e percentagem de sódio trocável (PST) da pasta saturada do solo salino-sódico após aplicação do gesso e de biofertilizante por 45 dias de incubação e após duas lavagens. Catolé do Rocha - PB, 2012.	21
Tabela 5. Influencia de doses de gesso e biofertilizante nas características químicas do solo segundo sistema de classificação de solos afetados por sais (Richards, 1954). Catolé do Rocha- PB, 2012.....	25
Tabela 6. Resumo da análise de variância das variáveis, altura de planta (AT), diâmetro caulinar (DC), área foliar (AF) e matéria seca total (MST) de plantas de girassol cultivar CF/01 ADVANTA após 30 dias de cultivo em um solo salino sódico corrigido com doses de gesso e de biofertilizante. Catolé do Rocha - PB, 2012.....	26

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1.** Condutividade elétrica da pasta saturada do solo salino-sódico após correção aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 22
- Figura 2.** Resultados do pH da pasta saturada do solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 23
- Figura 3.** Relação de absorção de sódio do solo salino sódico após aplicação do corretivo e biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 23
- Figura 4.** Percentagem de sódio trocável do solo salino-sódico após aplicação do corretivo e biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 24
- Figura 5.** Crescimento em altura de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 25
- Figura 6.** Crescimento em diâmetro caulinar de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 28
- Figura 7.** Ganho de área foliar de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 29
- Figura 8.** Matéria seca total de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após correção com gesso na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012..... 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. SALINIDADE DO SOLO E CORRETIVOS.....	13
2.2. MATÉRIA ORGÂNICA E BIOFERTILIZANTE.....	15
2.3. CULTURA DO GIRASSOL.....	16
2.4. TOLERÂNCIA DE ESPÉCIES A SALINIDADE.....	17
3. METODOLOGIA.....	17
3.1. Local do experimento e coleta e caracterização do solo.....	17
3.2. Delineamento experimental e condução dos experimentos.....	18
3.2.1. Experimento 1: Efeitos do corretivo na recuperação do solo salino-sódico.....	18
3.2.2. Experimento 2. Avaliação da tolerância do girassol após aplicação do corretivo.....	20
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1. Experimento 1: Efeito dos corretivos sobre o solo salino-sódico.....	21
5.2. Experimento 2: Tolerância das plantas de girassol após a aplicação dos tratamentos de correção do solo.....	26
6. CONCLUSÃO.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

Os solos com excesso de sais e sódio estão distribuídos em todo o mundo, especialmente em regiões secas do globo, onde a evapotranspiração supera a precipitação pluviométrica, especificamente em regiões áridas e semi-áridas. No Brasil, embora de maneira geral sejam de pouca ocorrência, na região semiárida do Nordeste, a degradação do solo pelo excesso de sais esódio proporciona reduções na produtividade agrícola em perímetros irrigados (Ribeiro et al., 2003).

São visíveis os impactos causados pela salinidade e sodicidade, os quais proporcionam alterações químicas e físicas no solo, as quais em última instância se refletem no comportamento das espécies vegetais nos quais são cultivadas (Qadiret al., 2007). A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas resultando em interações iônicas, osmótica, nutricionais e hormonais (Hazegawa et al., 2000; Taiz&Zeiger, 2004). O elevado pH, o excesso de sais e de sódio trocável, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidade de nutrientes invariavelmente prejudicam o crescimento normal das culturas nesses solos, embora o efeito ocorra em diferentes intensidades conforme a tolerância das espécies vegetais (Hasegawa et al., 2000; Chaves et al., 2009).

Dentre os corretivos, o gesso tem sido o mais empregado, principalmente devido ao seu baixo custo em relação aos demais. Apesar de muitos trabalhos atestarem seus efeitos positivos na melhoria dos atributos químicos e físicos (Zia et al., 2007; Stamford et al., 2007; Leite et al., 2007; Pazhanivelan et al., 2008; Gharalbeh et al., 2009), o corretivo é de reação neutra e pouco contribui para abaixar o pH destes solos, embora alguns trabalhos têm mostrado que o mesmo é capaz de reduzir o pH de solos salinos alcalinos (Verma&Sharma, 2000; Duran et al., 2000; Gomes et al., 2000; Vital et al., 2005; Leite et al., 2007).

O uso de matéria orgânica em solos degradados por excesso de sais e sódio é uma prática com potencial a ser avaliada. Muitos trabalhos mostraram efeitos positivos da adição de matéria orgânica na recuperação de tais solos (Gomes et al., 2000; Hussain et al., 2001; Zaka et al., 2003; El-Dardiry, 2007; Gill et al., 2008; Gill et al., 2009). O efeito benéfico da matéria orgânica nestes solos tem sido atribuído ao seu efeito condicionador do solo, promovendo melhorias na

redistribuição dos poros do solo, levando a uma melhor permeabilidade do solo e consequentemente melhorando o movimento de água (El-Dardiry, 2007). Entretanto são raros os relatos do uso de biofertilizantes no condicionamento de solos salinos e salino-sódicos.

A aplicação do biofertilizante ao solo pode induzir aumento do ajustamento osmótico às plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos (CAVALCANTE et al., 2009). Além disso, pode contribuir para melhorar a tolerância das plantas aos sais, promovendo melhores condições na emergência das plântulas, crescimento vegetativo e produção de biomassa (Ghoulam et al., 2002; Lacerda et al., 2003; Baalousha et al., 2006).

A maior importância do biofertilizante como fertilizante, não está nos quantitativos dos seus nutrientes, mas na diversidade da composição mineral, que pode formar compostos quelatizados e serem disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (Prates & Medeiros, 2001).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie de semente oleaginosa de grande importância mundial explorada em áreas onde a seca e problemas com salinidade ocorrem com frequência. Sendo considerada, com base em indicadores de estresse hídrico, uma espécie de tolerância moderada a salinidade (Katerjiet al., 2000; Caterina et al., 2007).

Em regiões áridas e semi-áridas, como o Nordeste Brasileiro, o excesso de sais no solo exerce efeitos adversos em plantas, incluindo distúrbios osmóticos, que dificulta a absorção de água pelas raízes, toxicidade por íons e desequilíbrio nutritivo (Torres et. al., 2004). Altos níveis de salinidade têm limitado a produção agrícola, sendo fator determinante para o crescimento e a produção de culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores (Ashraf & Harris, 2004; Munns, 2005; Conus, 2009). Para garantir a sua sobrevivência a condições ambientais desfavoráveis, as plantas acumulam solutos compatíveis que aumentam a habilidade das células em reter a água sem afetar o metabolismo normal (Hamilton & Heckathorn, 2001).

Além do uso de corretivos, o cultivo de espécies mais tolerantes à salinidade, é uma das medidas que podem acelerar o processo de recuperação destes solos reintegrando as áreas salinizadas mais rapidamente a produção agrícola (Qadiret al., 2007). O girassol apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, resistência à seca, ao frio, ao calor, sendo que seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo (CASTRO et al., 1996). Entretanto são escassos resultados de seu desenvolvimento em solos degradados por

sais e sódio. Contudo, são praticamente inexistentes trabalhos avaliando o crescimento inicial desta espécie em solo degradado pela salinidade.

Com tudo objetivou-se avaliar os efeitos de doses de gesso e de biofertilizante na redução de sais de um solo salino-sódico e o crescimento inicial de plantas de girassol.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Salinidade do solo e corretivos

Conforme o tipo de problema que afeta os solos salinizados, eles podem ser classificados em salinos, salino-sódicos e sódicos. Os solos salinos correspondem a solos com elevado teor de sais de Na, K, Ca, Mg que se acumulam no perfil do solo (Ribeiro et al., 2003). Nestes solos a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é maior que 4 dS m^{-1} a 25°C , com uma percentagem de sódio trocável (PST) menor que 15%, geralmente apresentam valores de pH menor que 8,5. Tais solos quase sempre são reconhecidos no campo pela presença de crostas brancas de sal em sua superfície. Em tais solos, o estabelecimento de um sistema de drenagem eficiente permite, através da lavagem, eliminar o excesso de sais na zona radicular das plantas (Richards, 1954). Neste caso o aumento da força iônica da solução do solo pelo excesso de sais diminui a energia livre da água, dificultando sua absorção pelas plantas.

Solos salino-sódicos são aqueles que apresentam elevados teores de sais solúveis associados a elevados teores de sódio trocável. Esses solos apresentam CEes maior que $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C , PST superior a 15% e pH em geral, maior que 8,5. Nestes solos a simples lavagem não é suficiente para sua recuperação. Nesta condição, o excesso de sódio aliado ao seu elevado raio hidratado, promove dispersão de argilas, as quais são iluviadas no perfil do solo, entupindo os poros e promovendo a formação de camadas adensadas ou impermeáveis. Em geral, sua recuperação requer o uso de corretivos para a remoção do sódio trocável, melhorar a estruturação do solo antes de ser procedida a aplicação de uma lâmina de lixiviação (Gupta &Goi, 1992; Santos &Muraoka, 1997).

O solos sódicos são aqueles cuja PST é maior que 15%, com CEes menor que $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C e valores de pH que variam de 8,5 a 10,0. Neste solo, a fração argila e a matéria orgânica em geral encontram-se dispersa, o que causa um escurecimento característico na superfície do

mesmo. A infiltração e a percolação da água nestes solos são extremamente afetadas, causando dificuldade na sua reabilitação/recuperação. Assim como nos solos salino-sódicos, o uso de corretivos químicos antes da aplicação de uma lâmina de lixiviação é fundamental de importância para sua recuperação.

A minimização dos impactos ambientais e sociais proporcionados pelas áreas degradadas pelo excesso de sais em áreas irrigadas passa necessariamente pela adoção de técnicas de recuperação. O emprego de corretivos químicos como o gesso, o ácido sulfúrico, o enxofre elementar e matéria orgânica, em solos salino-sódicos têm sido largamente difundido na literatura pertinente (Pitman&Laüchili, 2002; Qadiret al., 2007). Quando empregado corretamente, tais corretivos têm se mostrado eficientes na melhoria das condições químicas e físicas do solo, pela remoção do excesso de sódio trocável e estabelecimento de um pH mais apropriado para o adequado desenvolvimento das plantas e melhoria da estrutura do solo (Tanji, 1990; Suarez, 2001).

É relativo que à salinidade e a sodicidade, são condições de solos que ocorrem principalmente nas regiões áridas e semi-áridas da terra. Uma avaliação nessas áreas revela que os solos afetados por sais ocupam uma superfície de 952,2 milhões de hectares, constituindo 7% da área total das terras ou 33% dos solos potencialmente aráveis do mundo (GUPTA & ABROL, 1990).

No Brasil as áreas salinas localizam-se na região Nordeste ou mais especificamente nos perímetros irrigados, encontrados no Polígono das Secas, que perfazem 57% da área total da região semi-árida. São vários os perímetros irrigados no Nordeste: Morada Nova – CE (3611 ha), Lima Campos – CE (353 ha), Moxotó – PE (9147 ha), Curu Paraibana – CE (1941 ha), São Gonçalo – PB (4600 ha), Sumé – PB (147 ha) e Capoeira – PB (320 ha). Na Paraíba a avaliação de 850 ha no perímetro irrigado de São Gonçalo, revela 40% da área afetada por sais (CORDEIRO et al., 1988).

São visíveis os impactos causados pela salinidade e sodicidade, os quais proporcionam alterações químicas e físicas no solo, as quais em última instância se refletem no comportamento das espécies vegetais nos quais são cultivadas (Qadiret al., 2007). A salinidade exerce efeitos complexos sobre as plantas resultando em interações iônicas, osmótica, nutricionais e hormonais (Hazegawaet al., 2000; Taiz&Zeiger, 2004). O elevado pH, o excesso de sais e de sódio trocável, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidade de nutrientes invariavelmente

prejudicam o crescimento normal das culturas nesses solos, embora o efeito ocorra em diferentes intensidades conforme a tolerância das espécies vegetais (Hasegawa et al., 2000; Chaves et al., 2009).

Dentre os corretivos, o gesso tem sido o mais empregado, principalmente devido ao seu baixo custo em relação aos demais. Apesar de muitos trabalhos atestarem seus efeitos positivos na melhoria dos atributos químicos e físicos (Zia et al., 2007; Stamford et al., 2007; Leite et al., 2007; Pazhanivelan et al., 2008; Gharalbeh et al., 2009), o corretivo é de reação neutra e pouco contribui para abaixar o pH destes solos, embora alguns trabalhos têm mostrado que o mesmo é capaz de reduzir o pH de solos salinos alcalinos (Verma&Sharma, 2000; Duran et al., 2000; Gomes et al., 2000; Vital et al., 2005; Leite et al., 2007).

O uso de matéria orgânica em solos degradados por excesso de sais e sódio é uma prática com potencial a ser avaliada. Muitos trabalhos mostraram efeitos positivos da adição de matéria orgânica na recuperação de tais solos (Gomes et al., 2000; Hussain et al., 2001; Zaka et al., 2003; El-Dardiry, 2007; Gill et al., 2008; Gill et al., 2009). O efeito benéfico da matéria orgânica nestes solos tem sido atribuído ao seu efeito condicionador do solo, promovendo melhorias na redistribuição dos poros do solo, levando a uma melhor permeabilidade do solo e consequentemente melhorando o movimento de água (El-Dardiry, 2007).

2.2. Matéria orgânica e biofertilizante

A matéria orgânica do solo também desempenha um papel fundamental na nutrição das plantas por meio dos efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (SANTOS et al., 2001).

A aplicação do biofertilizante ao solo pode induzir aumento do ajustamento osmótico às plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos (CAVALCANTE et al., 2009). Além disso, pode contribuir para melhorar a tolerância das plantas aos sais, promovendo melhores condições na emergência das plântulas, crescimento vegetativo e produção de biomassa (GHOULAMET al., 2002; LACERDA et al., 2003; BAALOUSHA et al., 2006).

A maior importância do biofertilizante como fertilizante, não está nos quantitativos dos seus nutrientes, mas na diversidade da composição mineral, que pode formar compostos quelatizados

e serem disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (PRATES & MEDEIROS, 2001).

2.3. Cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie de semente oleaginosa de grande importância mundial explorada em áreas onde a seca e problemas com salinidade ocorrem com frequência. Sendo considerada, com base em indicadores de estresse hídrico, uma espécie de tolerância moderada a salinidade (Katerjiet al., 2000; Caterina et al., 2007). No Brasil, o crescimento da cultura em relação à área plantada está em ascensão, com estimativa de uma produção para a safra 2009-2010 de 98.708 toneladas, para uma área plantada de 72.267 hectares (IBGE, 2010).

Dentre as plantas com potencial de produção de óleo, para compor o biodiesel, o girassol (*Helianthus annuus* L.) possui inúmeras vantagens agrônômicas. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, resistência à seca, ao frio, ao calor, sendo que seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo (CASTRO et al., 1996).

De acordo com Nobre et al. (2008) aproveita-se do girassol todas as suas partes e, dentre os seus usos, estão a produção de forragem alternativa, planta melífera, ornamental, produção de óleo para alimentação humana e biocombustíveis. Para Oliveira et al. (2003), apesar de ter sido introduzido no Brasil como oleaginosa, a cultura do girassol tem sido estudada também como forrageira alternativa. Muzubutiet al. (2002) compararam silagem de sorgo, de milho e de girassol e, concluíram que as silagens de milho e de girassol foram qualitativamente superiores as de sorgo; sua silagem e de elevado valor nutritivo (30% de matéria seca, 11,7% de proteína bruta e 4993 kcal de energia bruta) além de ser bem aceita pelos animais.

O girassol também é indicado como boa alternativa no sistema de rotação e sucessão de cultivo sendo excelente recicladora de nutrientes - já que possui um sistema radicular axial profundo que disponibiliza grande parte do fósforo e potássio para a cultura sucessora - e promotora de colonização micorrizica, proporcionando ganhos expressivos de produtividade nas culturas que lhe seguem: soja após girassol teve aumento de 15%, e milho após girassol teve aumento de 30% (MORGADO et al., 2002).

2.4. Tolerância de espécies a salinidade

Além do uso de corretivos, a utilização de espécies tolerantes à salinidade é uma das medidas auxiliares na recuperação de solos degradados por excesso de sais e de sódio, de forma que os efeitos dos corretivos químicos na recuperação de solos salinizados podem ser potencializados quando são empregadas espécies mais tolerantes às condições adversas de tais solos, em especial as espécies arbóreas (QADIR et al., 2007). Entretanto, pouco se conhece sobre a tolerância à salinidade nas plantas oleaginosas, como o girassol.

3. METODOLOGIA

3.1. Local do experimento e coleta e caracterização do solo

Dois experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba (CCHA-UEPB), *Campus IV* Catolé do Rocha-PB. Foram utilizadas amostras de um NEOSSOLO FLÚVICO, salino-sódico, textura franco arenosa e com porosidade de 43% obtidas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, localizado a 10 km do município de Sousa-PB. As amostras coletadas na camada de 0-20 cm e levadas para laboratório onde foram analisadas quanto às características químicas do solo e do extrato de saturação da pasta de saturação.

Tabela 1. Características químicas da amostra do solo salino-sódico, coletado no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. Catolé do Rocha-PB, 2012.

pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	T	V	m	PST	M.O
CaCl ₂	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----			-----%	-----	g kg ⁻¹	
9,96	0,64	0,23	0,40	0,00	22,96	0,00	0,00	0,63	23,59	2,67	0,00	97,32	2

P, K, Na: extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: extrator KCl 1,0 mol L⁻¹; SB=Ca+2+Mg+2+K++Na+; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0; CTC=SB+H++Al+3; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável((Na⁺/CTC)* 100).

Tabela 2. Características da pasta de saturação de um solo salino-sódico, coletado no perímetro irrigado de São Gonçalo-PB. Catolé do Rocha-PB, 2012.

pH	CE _{es}	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	RAS	PST
	dSm ⁻¹	-----mmol _c L ⁻¹ -----							(mmol _c ⁻¹) ^{-0,5}	%	
10,29	24,38	0,88	0,6	0,0	210,3	4,95	7,1	8,6	7,1	121,4	64

RAS= Relação de Absorção de Sódio; PST= Percentagem de Sódio Trocável.

Após secas ao ar, destorroa25 das e passadas em peneira de malha de 2,0 mm, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solo do CCTA/UFCG para sua caracterização química. Foi determinado o pH em CaCl₂ a 0,01 mol L⁻¹; os teores de Ca⁺², Mg⁺², H + Al, Na⁺, K⁺ trocáveis e P disponíveis, de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (1997). Os teores de H + Al foram estimados pelo método da solução tamponada SMP e os teores de Al⁺³ pelo método da titulação com NaOH (Embrapa, 1997). Os foram trocáveis de Ca⁺², Mg⁺² serão obtidos por complexação com EDTA, enquanto os teores de Na⁺ e K⁺ serão determinados por fotometria de chamas. Os teores de fósforo foram determinados colorimetricamente pelo método do azul de molibdênio (Embrapa, 1997). De posse desses atributos foi obtidos os valores de capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva) saturação por base (V%), saturação por alumínio (m%) e percentagem de sódio trocável (PST) (Tabela 1). As análises de salinidade seguiram metodologia descrita por Richards (1954) (Tabela 2). Os teores de carbonato e bicarbonato foram determinados por titulação com H₂SO₄ a 0,003 molL⁻¹, os teores de cloreto foram determinados por titulação com AgNO₃ a 0,00 molL⁻¹ e a determinação do enxofre foi por titulação com cloreto de bário a 10%.

3.2. Delineamento experimental e condução dos experimentos

3.2.1. Experimento 1: Efeitos do corretivo na redução de sais do solo salino-sódico

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4x2 com quatro doses de gesso agrícola na correção do solo salino sódico (25; 50; 75; 100% da NG) na

ausência e na presença de biofertilizante bovino (0 e 10% v/v), com 3 repetições, sendo três plantas por repetição, perfazendo 72 unidades experimentais vasos. Os vasos utilizados no experimento tinham capacidade para 1 dm³ de solo e seguiram o modelo dos vasos de Leonard, utilizando-se de garrafas pet de 2 litros (Santos et al., 2009) permitindo assim a incubação do solo por meio do fluxo capilar da água .

A dose de sulfato de cálcio correspondente a NG foram calculadas com base no teor de sódio trocável do solo, visando diminuir sua PST para 15%. A necessidade de gesso foi estimado conforme Richards (1954). Equação 1 descrita por Richards(1954).

$$NG = \frac{PSTi - PSTf * CTC * 86 * F * Ds}{100} \quad \text{Eq.1}$$

Onde:

PSTi= Porcentagem de sódio trocável inicial dos solo.

PSTf= Porcentagem de sódio trocável desejada.

CTC= Capacidade de sódio trocável.

F= Profundidade de correção.

Ds= Densidade do solo.

Após a aplicação dos corretivos, os solos foram incubados por 45 dias sendo 30 dias com umidade correspondente a capacidade de campo, onde passara por uma lavagem com duas vezes a capacidade dos poros. A fase seguinte corresponderá a mais 15 dias de encubação com umidade correspondente a da capacidade de campo, após isso será novamente aplicado a lavagem do solo, aplicando-se um volume de água equivalente a duas vezes a porosidade total do solo. O biofertilizante foi aplicado duas vezes, sendo a primeira no primeiro dia de incubação e a segunda após oito dias de incubação nas respectivas doses acima citadas. Após a lavagem, serão retirados de cada vaso cerca de 100 g de solo, com os quais será realizada uma nova caracterização química do solo, avaliado no extrato de saturação a CE_{ES} (condutividade elétrica), pH, a PST (percentagem de sódio trocável) e RAS (relação de adsorção de sódio) conforme procedimentos descritos em Richards (1954). Os valores da RAS foram estimados conforme Richards (1954). Equações 2 e 3 descritas por Richards(1954).

$$RAS = \frac{Na}{(Ca + Mg)/2} \quad \text{Eq. 2}$$

$$PST = \frac{100(0,01475RAS - 0,0126)}{1 - (0,01475RAS - 0,0126)} \quad \text{Eq. 3}$$

O biofertilizante bovino é produzido de forma anaeróbica com período de incubação de 45 dias para fermentação dos resíduos orgânicos (esterco bovino e raiz de plantas leguminosas).

Tabela 3. Valores de pH, condutividade elétrica e da composição do biofertilizante bovino, aos 45 dias após o início da fermentação anaeróbia.

pH	CE _{es}	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	dS m ⁻¹cmol _c L ⁻¹							
6,34	1,08	3,71	2,40	3,27	1,69	5,59	0,43	2,03	3,02

CE = condutividade elétrica do biofertilizante.

3.2.2. Experimento 2. Desenvolvimento do girassol em resposta a aplicação do corretivo

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2, (25; 50; 75; 100% da NG) na ausência e na presença de biofertilizante bovino (0 e 10% v/v), tratamentos obtidos no primeiro experimento onde foi avaliada a tolerância do girassol cultivar CF/01 ADVANTA com 3 repetições com 3 plantas por repetição, totalizando 72 plantas experimentais.

A cultura empregada foi escolhida em decorrência do seu potencial produtivo e pela importância econômica que vem exercendo na região. As sementes foram germinadas em bandejas de isopor de 128 células, preenchidas com substrato composto por solo de barranco e areia de rio. Após atingirem cerca de 8 cm de altura, as plântulas foram selecionadas e transferidas para os mesmos vasos empregados no primeiro experimento, com os respectivos tratamentos.

Após o transplante das mudas, em todos os vasos, foi realizada uma nova adubação com biofertilizante correspondente a 5% do volume do solo. A adubação foi dividida em duas aplicações de 2,5% do volume do solo, sendo que a primeira foi aplicada cinco dias antes do transplante e a segunda, quinze dias após o mesmo.

Durante 30 dias após o transplante das plântulas, as mesmas passaram por medições semanais do diâmetro do caule e altura de planta e área foliar, com as quais serão determinados o crescimento em diâmetro, altura e área foliar correspondente ao desenvolvimento vegetativo da planta sobre as condições de estresse salino. Posteriormente as partes aéreas das

plantas, separadas das raízes, as quais foram secas em estufa a 65-70°C para a obtenção da matéria seca total (MST). A área foliar foi estimada pela equação proposta por Maldaner et al., (2009). Equação 4 descritas por Maldaner et al., (2009).

$$AF = 1,7582L^{1,7067} \quad \text{Eq. 4}$$

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística constou da análise de variância (Teste F), teste de médias (Tukey), utilizando e análise de correlação linear simples entre variáveis utilizando-se o *software* SAEG 9.0 ao nível de 5% de significância (SAEG, 2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimento 1: Efeito dos corretivos sobre o solo salino-sódico

As variáveis relacionadas à salinidade do solo foram influenciadas significativamente, ao nível de 1% de probabilidade em função das diferentes doses de gesso aplicado ao mesmo, entretanto, o biofertilizante não teve efeito significativo sobre a relação de absorção de sódio e porcentagem de sódio trocável (Tabela 4). A interação gesso biofertilizante não exerceu efeito significativo sobre as variáveis analisadas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis condutividade elétrica (CE_{ES}) dSm^{-1} , pH, relação de absorção de sódio (RAS) e porcentagem de sódio trocável (PST) da pasta saturada do solo salino-sódico após aplicação do gesso e de biofertilizante por 45 dias de incubação e após duas lavagens. Catolé do Rocha - PB, 2012.

FV	GL	QM			
		CE_{es}	pH	RAS	PST
NG	3	12,49**	7,63**	1579,48**	969,62**
BIO	1	6,79**	1,01**	5,23 ^{NS}	3,52 ^{NS}
NG x BIO	3	1,01 ^{NS}	0,18 ^{NS}	5,45 ^{NS}	1,69 ^{NS}
ERRO	24	0,69	0,10	7,67	3,25
CV		10,12	3,49	10,05	6,72

**= 1% de probabilidade, *= 5% de probabilidade NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

Observou-se que a condutividade elétrica do solo teve efeito linear decrescente em função das doses de gesso aplicadas, valendo salientar que a dose 100% da necessidade de gesso promoveu uma condutividade elétrica do solo de 7,24 e 6,35 dSm^{-1} na presença e ausência do biofertilizante bovino, sendo 3,4 e 3,9 três vezes menor ao valor inicial ante da aplicação do gesso (Tabela 2), que era de 24,38 dSm^{-1} (Figura 1). A condutividade elétrica do solo na presença do biofertilizante bovino se sobrepusera às aquelas a CE do solo na ausência do insumo, evidenciando maior eficiência do gesso na presença do insumo. Acredita-se que o biofertilizante melhorou as características químicas e físicas do solo promovendo uma maior lixiviação dos mesmos assim favorecendo a redução da salinidade do solo (Figura 1). Esses resultados assemelham-se as constatações de Sousa et al., (2012) que observaram efeitos benéficos da matéria orgânica sobre a condutividade elétrica do solo.

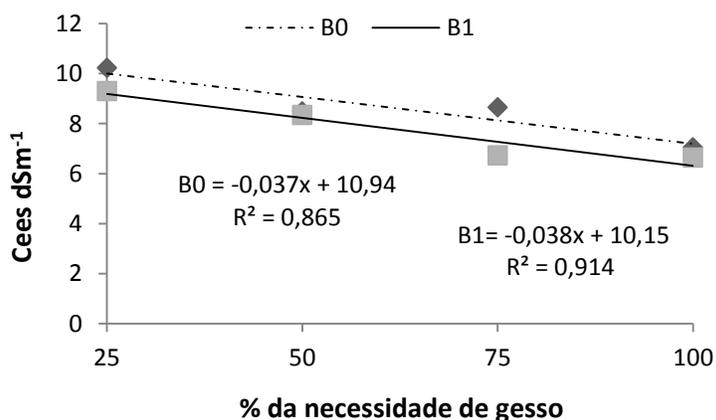


Figura1. Condutividade elétrica da pasta saturada do solo salino-sódico após correção aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

Os melhores resultados de pH do solo foram obtidos com aplicação da dose de 100% da necessidade de gesso com valores de 8,26 e 8,08, proporcionando reduções de 13,0% e 20,67% na presença e ausência do biofertilizante bovino, respectivamente, para o solo antes da aplicação do corretivo (Tabela 2), cujo valor de 10,29 (Figura 2). Observa-se que o menor valor do pH do solo na presença do biofertilizante, isto pode ter ocorrido devido a substâncias húmicas contidas no insumo, proporcionando a produção de ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares como a

sacarose e outros solutos orgânicos de acordo com Lacerda et al. (2003) e Nunes et. al. (2009). A redução do pH em função da aplicação de gesso no solo salino-sódico também foi observada por Leite et al., (2007).

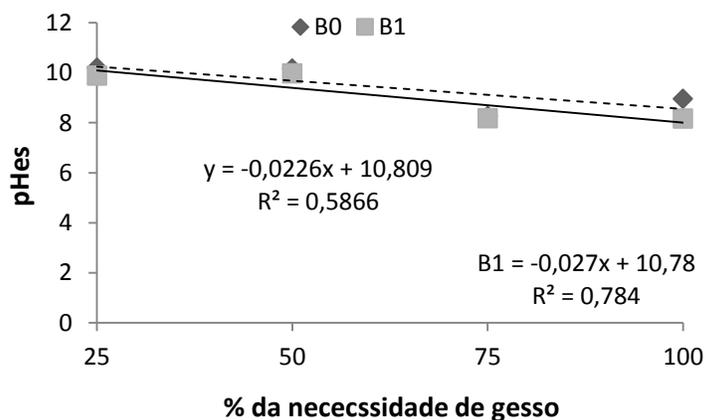


Figura 2. Resultados do pH da pasta saturada do solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- - -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

A relação de absorção de sódio foi à variável mais influenciada pela adição das doses de gesso, com redução de 69,9% da dose de 100% da necessidade de gesso com $12,92 \text{ mmol/L}^{-1}$ em relação à menor dose de 25% que obteve o resultado de $42,98 \text{ mmol/L}^{-1}$ (Figura 3). Vale salientar que a aplicação da maior dose de gesso reduziu 9,4 vezes a relação de absorção de sódio em relação ao solo antes da aplicação do corretivo que apresentava $121,4 \text{ mmol/L}^{-1}$ (Tabela 2). O feito benéfico do gesso sobre a relação de absorção de sódio também observada em Sousa et al., (2012).

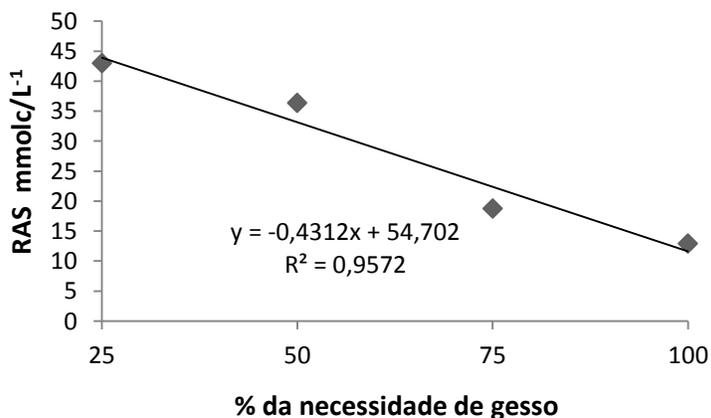


Figura 3. Relação de absorção de sódio do solo salino sódico após aplicação do corretivo e biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

O aumento das doses de gesso exerceu efeito muito eficiente sobre a porcentagem de sódio trocável, reduzindo a mesma para menos 15% valor tido como indicador de sodicidade do solo para a dose de 100% da necessidade de gesso (Figura 4). A solubilização do gesso promove a liberação de cálcio e sulfato no solo, sendo que o primeiro tem a função de deslocar o sódio trocável para a solução que por sua vez faz reação com o sulfato formando assim o sulfato de sódio que é de fácil lixiviação e é removido pela lavagem. Porém a adição da matéria orgânica na forma de biofertilizante não exerceu efeito direto sobre a PST do solo. A redução da porcentagem de sódio trocável em função da aplicação de gesso também é observada em Holanda et al., (2007), Leite et al., (2007) e Sousa et al., (2012) e o comportamento benéfico da matéria orgânica pode ser observada em Miranda et al., (2011).

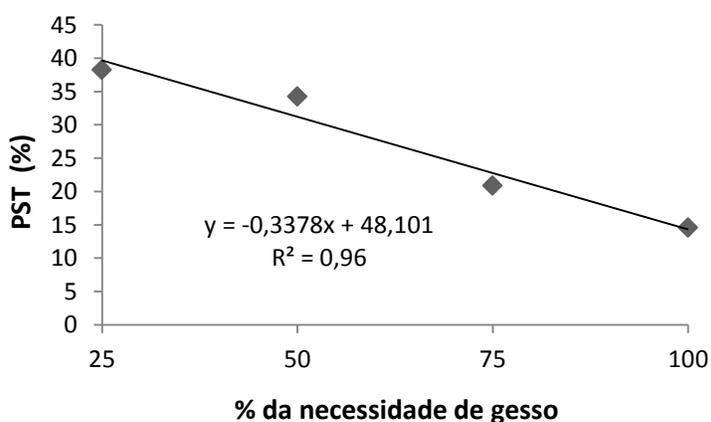


Figura 4. Percentagem de sódio trocável do solo salino-sódico após aplicação do corretivo e biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

Na (Tabela 4) observa-se a classificação de solos afetados por sais após a aplicação dos tratamentos. Independentemente do biofertilizante, apenas a dosagem de 100% de necessidade de gesso a classificação do solo passou de salino-sódico para salino, evidenciando a importância da correção dos solos sódico e salino-sódico com aplicação de gesso agrícola. O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é um sub produto da fabricação de ácido fosfórico. Com isso, a utilização da gessagem ocorre à capacidade de troca de cátions do solo, isto é, Na trocável será substituído por Cálcio trocável na solução do solo. De acordo Kelly (1951 apud Freire e Freire, 2007), a aplicação de gesso caracteriza-se por duas reações químicas no solo: 1) íons Ca substituem o Na trocável,

convertendo argila-Na em argila-Ca, e 2) o gesso tende a reagir com Na_2CO_3 , originando o CaCO_3 e o Na_2SO_5 , que é lixiviado, obtendo-se, assim, a redução dos teores de Na do solo.

Tabela 5. Influência de doses de gesso e biofertilizante nas características químicas do solo segundo sistema de classificação de solos afetados por sais (Richards, 1954). Catolé do Rocha- PB, 2012.

% de Gesso	CEes		PST	RAS	pH		Classificação
	B0	B1			B0	B1	
	dS m ⁻¹		%	mmol _c L ⁻¹	-		
25	10,1	9,2	47,25	43,92	10,2	10,1	Salino-sódico
50	9,1	9,2	31,21	33,14	9,7	9,4	Salino-sódico
75	8,2	8,3	22,77	22,36	9,1	8,7	Salino-sódico
100	7,3	6,4	14,32	11,58	8,5	8,1	Salino

5.2. Experimento 2: Tolerância das plantas de girassol após a aplicação dos tratamentos de correção do solo.

A aplicação do corretivo ao solo exerceu efeito significativo sobre as variáveis relacionadas ao crescimento vegetal do girassol, apresentando interação significativa ao nível de 1% de probabilidade entre as doses de gesso e as doses de biofertilizante (Tabela 5). Tais resultados demonstram a eficiência da associação, corretivo x biofertilizante para o desenvolvimento vegetal, pois o biofertilizante pode fornecer ao solo compostos quelatizados a serem disponibilizados pela atividade biológica e pela liberação de ativadores enzimático do metabolismo vegetal (PRATES & MEDEIROS, 2001).

Tabela 6. Resumo da análise de variância das variáveis, altura de planta (AT), diâmetro caulinar (DC), área foliar (AF) e matéria seca total (MST) de plantas de girassol cultivar CF/01 ADVANTA após 30 dias de cultivo em um solo salino sódico corrigido com doses de gesso e de biofertilizante. Catolé do Rocha - PB, 2012.

FV	GL	QM			
		AT	DC	AF	MST
NG	3	156,50**	0,51**	1854,64**	0,56**
BIO	1	20,11**	0,37E-01**	274,96**	0,29**
NGxBIO	3	5,23**	0,43E-01**	112,22**	0,72E-01**
ERRO	24	0,33	0,41E-02	11,78	0,13E-02
CV		9,59	12,37	16,01	6,91

**= 1% de probabilidade, *= 5% de probabilidade NS= não significativo; GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação.

As maiores doses de gesso favoreceram ao maior ganho de altura pelas plantas de girassol, obtendo-se o melhores resultados para a dose de 100% da NG, com valor de 12,77cm para o solo com biofertilizante e 9,26 cm para o solo sem a aplicação do biofertilizante (Figura 5). Observa-se que adição do biofertilizante promoveu um efeito benéfico sobre o ganho de altura das plantas de girassol de 27, 48% superior ao solo onde esse insumo esteve ausente na dose de 100% da NG Nunes et al. (2009), observaram maiores valores de altura em mudas de nim com salinidade e biofertilizante. A eficiência do gesso na correção da salinidade do solo e no desenvolvimento em altura de plantas cultivadas foi observado em por Menezes Junior et al., (2010), em plantas de milho. Entretanto aplicação do biofertilizante ao solo pode induzir aumento do ajustamento osmótico às plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes em meios adversamente salinos (CAVALCANTE et al., 2009).

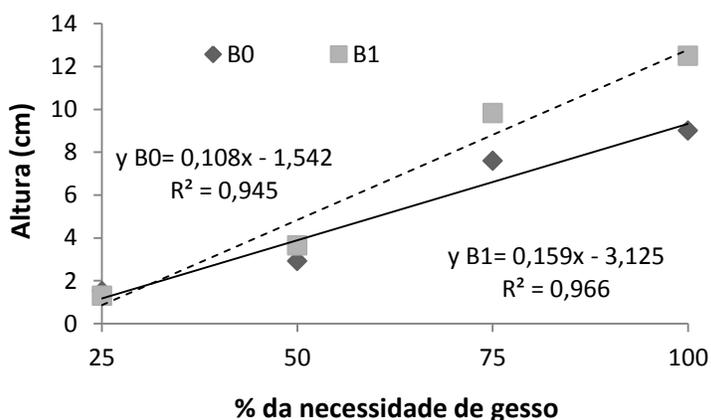


Figura 5. Crescimento em altura de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- - -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

O diâmetro caulinar das plantas de girassol ajustou ao modelolinear crescente. O aumento unitário da NG variou de 0,005 e 0,009 mm para as plantas cultivadas na ausência e presença do biofertilizante bovino, respectivamente, alcançando valores máximos de 0,62 e 0,96 mm com a utilização de 100% da necessidade de calagem (Figura 6). Com isso, observa-se a eficiência da associação gesso e biofertilizante para se obter um melhor desenvolvimento das plantas, considerando que além da redução dos impactos promovidos pela salinidade, a decomposição desses insumos libera nutrientes as plantas reduzindo assim o estresse nutricional. Os efeitos

benéficos da aplicação de gesso em solos degradados por sais para desenvolvimento caulinar também foi observado por Sousa et al., (2012) em plantas nativas da caatinga.

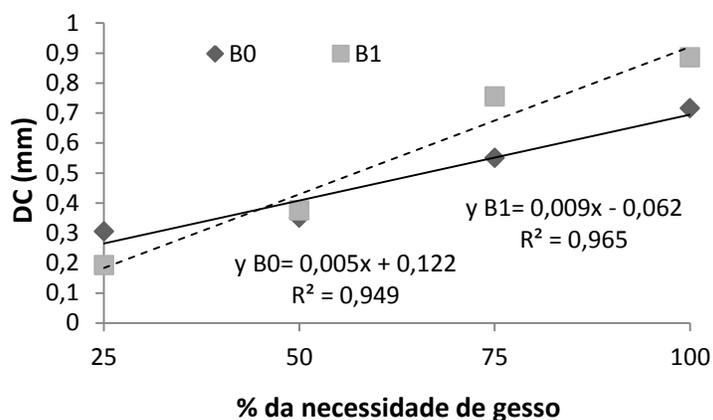


Figura 6. Crescimento em diâmetro caulinar de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- - -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

A redução da classificação de salino-sódico para salino (Tabela 5), referente à dose de 100% da necessidade de gesso promoveu, independentemente da utilização do biofertilizante bovino. Maiores valores da área foliar de 33,73 e 44,04 cm², alcançado com a dose de 100% da NG na ausência e presença do biofertilizante bovino (Figura 7), com superioridade de 30,56% na área foliar das plantas cultivadas com insumo orgânico em comparação a àquelas formadas na ausência, evidenciando a importância da interação gesso e biofertilizante bovino em reduzir o efeito inibidor da salinidade no crescimento das plantas. Tais resultados também foram observados por Cavalcante et al., (2009), em plantas de maracujazeiro amarelo cultivado formada em um solo salino com aplicação do biofertilizante.

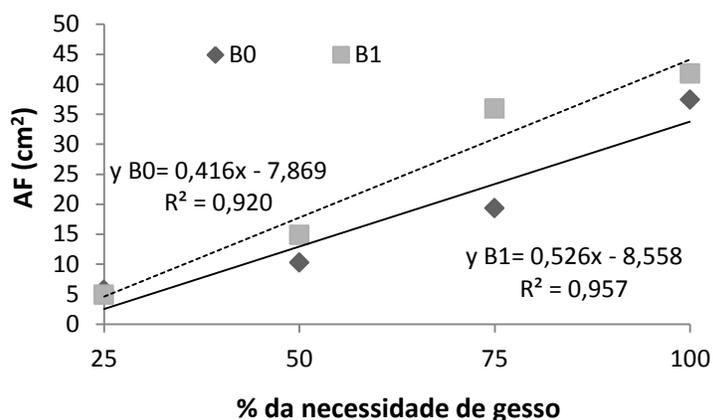


Figura 7. Ganho de área foliar de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após aplicação do corretivo na presença (—) e ausência (- - -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

A matéria seca total das plantas de girassol segue o mesmo comportamento do crescimento; os dados se ajustaram ao modelo linear crescente. Com isso, o maior peso de matéria seca foi observado na dose de 100% da necessidade de gesso com valores de 0,6 e 0,93 g planta⁻¹ a ausência e adição do biofertilizante bovino (Figura 8). A redução da salinidade e fornecimento pelo corretivo e os nutrientes essenciais ao crescimento das plantas fornecido pelo insumo agrícola proporcionaram melhores condições para o crescimento, com isso, maior peso da matéria seca total, ao contrário, do que ocorre nas menores doses de gesso e na ausência do biofertilizante onde o caráter salino-sódico impede o desenvolvimento das plantas por proporcionar interações iônicas, osmótica, nutricionais e hormonais (Hazegawa et al., 2000; Taiz & Zeiger, 2004).

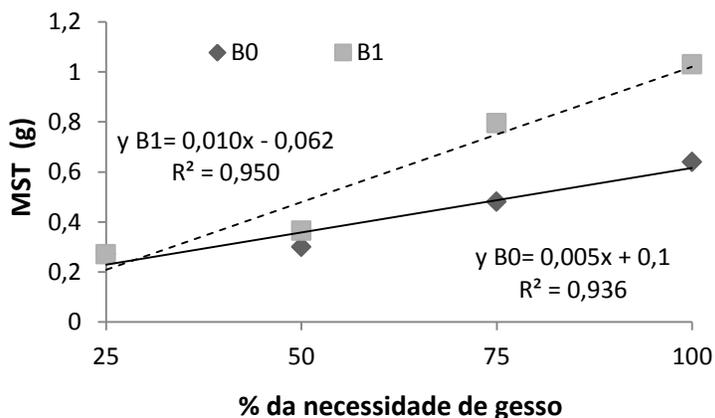


Figura 8. Matéria seca total de plantas de girassol cultivado em um solo salino-sódico após correção com gesso na presença (—) e ausência (- - -) do biofertilizante. Catolé do Rocha - PB. 2012.

6. CONCLUSÕES

1. A aplicação do gesso, correspondente a 100% da necessidade de gesso, o solo foi classificado como salino.
2. Em geral, o uso do biofertilizante bovino no solo promoveu efeitos maiores benéficos na redução da salinidade do solo, proporcionando melhor crescimento e fitomassa em mudas de girassol
3. A aplicação correspondente a 100% da necessidade de gesso causou diminuição da sodicidade para valores de RAS e PST inferiores a $12 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$ e 15% respectivamente.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ASHRAF M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, p.3-16, 2004.

BAALOUSHA, M.; HEINO, M.M.; LE COUSTOMER, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. *Colloids and surfaces*. **Physicochemical and engineering aspects**, v. 222, n.1-2, p.48-55, 2006.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B. A cultura do girassol. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1996. 38p. **Circular técnica, 13**.

CATERINA, R. Di; GIULIANI, M. M.; ROTUNNO, T.; CARO, A. De & FLAGELLA, Z. Influence of salt stress on seed yield and oil quality of two sunflower hybrids. **Annals of Applied Biology**, v. 151, p.145-154, 2007.

CAVALCANTE, L. F; SILVA, G. F; GHEYI, H. R; DIAS, T. J; ALVES, J. C; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.414-420, 2009.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551 - 560, 2009.

CONUS, L. A.; CARDOSO, P. C.; VENTUROSOS, L. dos R.; SCALON, S. de P. Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p. 67-74, 2009.

CORDEIRO, G.G.; BARRETO, A.N.; CARVAJAL, A.C.N. Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do Projeto de irrigação de São Gonçalo (2a parte). Petrolina: **EMBRAPA-CPATSA**, 1988. 57p. (Documentos 54).

DURAN, R.; GARCIA, J.; AMAYA, R. Amendment evaluation for the reclamation of sodic soils in the Cesar Valley. **Suelos Ecuatoriales**, 30:21-28, 2000.

EL-DARDIRY, E.I. Effect of soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. **Word Journal of Agricultural Sciences**, 3:329-338, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro. 212 p.

FREIRE, M.B.S.; FREIRE, F.J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.; V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTURUTTI, B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p. 929 - 954, 2006.

GHARAIBEH, M.A.; ELTAIF, N.I.; SHUNNAR, O.F. Leaching and reclamation of calcareous saline-sodic soil by moderately saline and moderate-SAR water using gypsum and calcium chloride. **Journal Plant Nutrition Soil Science**, 172:713 - 719, 2009.

GHOULAM, C.; FOURSAY, A.; FARES, K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivar. **Environmental and Experiment Botany**, v.47, n.1, p.39-50, 2002.

GILL, J.S.; SALE, P.W.G.; PERIES, R.R.; C. TANG, C. Changes in soil physical properties and crop root growth in dense sodic subsoil following incorporation of organic amendments **Field Crops Research**, 114: 137 - 146, 2009.

GOMES, E.M.; GHEYI, H.R.; SILVA, E.F.F.E. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 3:355-361, 2000.

GUPTA, J.P.; GOI, A.T.R. Effect of gypsum applications on physicochemical characteristics of sodic soil and crop yield of rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticumaestivum*). **Indian Journal of Agronomy**, 37:812-814, 1992.

GUPTA, R.K. & ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and management for crop production. **Advances in Soil Science**, 11:224-88, 1990.

HAMILTON, E.W., and HECKATHORN, S.A. Mitochondrial adaptation to NaCl. Complex I is protected by anti-oxidants and small heat shock proteins, whereas complex II is protected by proline and betain. **Plant Physiology**, v.126, p. 1266 - 1274, 2001.

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

HOLANDA, A.C.; SANTOS, R.V.; SOUTO, J.S; ALVES, A.R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**. 7:39-50. 2007.

HUSSAIN, N.; HASSAN, G.; ARSHADULLAH, M.; MUJEEB, F. Evaluation of Amendments for the Improvement of Physical Properties of Sodic Soil. **International Journal of Agriculture & Biology**, 3:319-322, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200910_7.shtm. 03 nov. 2012.

KATERJI, N.; van HOORN, J.W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. **Agricultural Water Management**, v. 43, p. 99 - 109, 2000.

LACERDA C.F.; CAMBRAIA, J.; OLIVA, M.A.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distributions during shoot and development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, v.49, n.1, p.107- 120, 2003.

LEITE, E.M.; CAVALCANTE, L.F.C.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R.V.; ALVES, G.S.; LUCENA, CAVALCANTE, I.H.L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, 12:168-176, 2007.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v.39, n.5, ago, 2009.

MENEZES JÚNIOR, J. C.; SANTOS, R. V.; SOBRINHO, W. N., SOUTO, J. S. Emprego de corretivos químicos, fontes e doses de fósforo em solo degradado por sais na produção de milho (*Pennisetum glaucum* L.). **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais**. Curitiba, v. 8, n. 1, p. 39-45, jan./mar. 2010.

MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.15, n.5, p. 484 - 490, 2011.

MIZUBUTI, I. Y. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zeamays L.*), sorgo (*Sorghum bicolor L.*) (*Moench*) e girassol (*HelianthusannuusL.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 01, p. 267-272, 2002.

MORGADO, L. N. *et al.* Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *HelianthusannuusL.*, em Lavras, MG. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 26, n. 06, p.1167-1177, 2002.

MUNNS, R. Genes and Salt Tolerance: Bringing Them Together. **New Phytologist**, v.167, p.645-663, 2005.

NOBRE, R. G. *et al.* Vigor do girassol (*HelianthusannuusL.*) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, N. 01, p. 58-60, 2008.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, J.; DINIZ, A.D.; SILVA, J.J.M.; BREHM, M.A.S. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante bovino no solo. **Revista de Engenharia Ambiental**, Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 451-463, 2009.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Efeito da inclusão de bagaço de girassol na ração sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Portuguesa Zootecnia**, v. 10, p. 107-116, 2003.

PAZHANIVELAN, S.; AMANULLAH, M.M.; VAIYAPURI, K.; ATHYAMOORTHI, K.; RADHAMANI, S. Influence of Planting Techniques and Amendments on the Performance of Tamarind (*Tamarindusindicus*) and Changes in Soil Properties in Rainfed Alkali Soil. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, 4: 285-288, 2008.

PITMAN, M.G., LAÜCHLI, A. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: **Salinity: Environment-Plants-Molecules** (A. Laüchli & U. Lüttge, Eds.), p. 3 - 20. Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands. 2002.

Prates H. S. & Medeiros M. B. 2001. Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica. *Campinas: SAA/ Coordenadoria de defesa Agropecuária. Folder.*

QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D.; SAHRAWAT, K.L. Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. **Advances in Agronomy**, 96:197-247, 2007.

QADIR, M.; QURESHI, R.H.; AHMAD, N. Reclamation of a saline-sodic soil by gypsum and *Leptochloa fusca*. **Geoderma**, 74:207-217, 1996.

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J. & MONTENEGRO, A.A.A. **Solos Halomórficos do Brasil: Ocorrência, Gênese, Classificação, Uso e Manejo Sustentável**. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ, V.H. Tópicos em Ciência do Solo. Soc. Bras de Cic do Solo. v. 3, Viçosa, 2003.

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60.

SAEG. Sistema para Análises Estatísticas. Versão 9.0. Viçosa. UFV. Fundação Arthur Bernardes, 2007. CD-ROM.

SANTOS, R. H. S. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p.1395-1398, 2001.

SANTOS, R.V.; MURAOKA, T. Interação salinidade e fertilidade do solo In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. p.289-317.

SANTOS, C. E. DE R E S.; BEZERRA, R. DE V.; FREITAS, A. D. S. DE; SEIDO, S. L.; MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R. Modificações de vasos de Leonard com garrafas tipo Pet. Comunicado técnico, **Embrapa**, Seropertica, RJ, n.124, p. 1-4, 2009.

SOUSA, F. Q. DE; ARAÚJO, J. L.; SILVA, A. P. DA; PEREIRA, F. H. F.; SANTOS R. V. DOS; LIMA, G. S. de; Crescimento e respostas fisiológicas de espécies arbóreas em solo salinizado tratado com corretivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.16, n.2, p. 173 - 181, 2012.

STAMFORD, N.P.; M.R. RIBEIRO, M.R.; CUNHA, K.P.V. Effectiveness of sulfur with *Acidithiobacillus* and gypsum in chemical attributes of a Brazilian sodic soil. **World Journal Microbiology Biotechnology**, 23:1433-1439, 2007.

SUAREZ, D.L. Sodic soil reclamation: Modelling and field study. **Australian Journal Soil Research**. 39: 1225 - 1246, 2001.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia do Estresse (Tradução 3ed). In: TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. ED. Artmed, Califórnia, 2004.

TANJI, K.K. Nature and extent of agricultural salinity. In: Agricultural Salinity Assessment and Management, Manuals and Reports on Engineering Practices No. 71 (Tanji, K.K., Ed.), pp. 1-17. American Society of Civil Engineers, New York, 1990.

TÔRRES, A.N.L.; PEREIRA, P.R.G.; TÔRRES, J.T.; GALLOTTI, G.J.M.; PILATI, J.A.; REBELO, J.A.; HENKELS, H. A salinidade e suas implicações no cultivo de plantas. Florianópolis, **Epagri**, v.215, p.54, 2004.

VITAL, A.F.M.; SANTOS, R.V.; CAVALCANTE, L.F.C.; SOUTO, J.S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso e fósforo **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9:30-36, 2005.

ZAKA, M.A.; MUJEEB, F.; SARWAR, G.; HASSAN, N.M.; HASSAN, G. Agromelioration of Saline Sodic Soils. **Journal of Biological Sciences**, 3:329-334, 2003.

ZIA, M.H.; SABIR, S.M.; GHAFOOR, A.; MURTAZA, G. Effectiveness of Sulphuric Acid and Gypsum for the Reclamation of a Calcareous Saline-Sodic Soil Under Four Crop Rotations. **Journal Agronomy & Crop Science**, 193: 262-269, 2007.