



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS
DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC / CNPq

*APLICAÇÃO DE GESSO EM SOLOS DEGRADADOS
SOB CULTIVO DE ARBÓREAS E OLEAGINOSAS -*

PATOS, 26 DE MAIO DE 2014.

Resumo

Os solos salino-sódicos e sódicos, além do excesso de sódio trocável, normalmente apresentam reação alcalina, com valores de pH variando de 8 a 11. Há necessidade de neutralizar e remover o Na^+ e também reduzir o pH para o intervalo de 6 a 7, aumentando a disponibilidade de nutrientes e o crescimento vegetal. A utilização de corretivos neutros, o gesso agrícola, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, constituem alternativas para a recuperação desses solos. Além disso, é imprescindível buscar espécies que mais se adaptem sob as condições salinas. Desse modo o presente trabalho objetiva avaliar o comportamento de 3 espécies vegetais em solo salino-sódico tratado com ácido. Os tratamentos consistirão de 3 plantas (Acacia gomífera, pinhão manso e mamona), 6 doses de gesso, com 3 repetições, totalizando 54 vasos. Cada vaso com 5 kg de solo. Em seguida serão aplicadas as doses de ácido e após incubação será amostrado para análise do pH, $\text{CE}_{1:5}$ e PST e a semeadura. O experimento durará 3 meses. As variáveis analisadas serão altura, diâmetro do coleto, produção relativa de biomassa e composição de NPK.

Palavras-chave : recuperação, solos, semi-árido

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é um problema de abrangência mundial que ocorre, sob várias intensidades, principalmente nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, sendo resultante de vários fatores, entre os quais as variações climáticas e as atividades humanas. Pela degradação das terras entende-se a redução ou perda, nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas e das matas nativas devido ao sistema de utilização da terra ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como: a erosão do solo causada pelo vento e/ou pela água; a deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo, e a destruição da vegetação por períodos prolongados.

Evidentemente que o processo de degradação apresenta-se em graus diferenciados de intensidade no meio ambiente, e de uma forma geral, inicia-se com a remoção parcial da vegetação, atingindo o seu clímax com a formação do deserto. A desertificação é a

degradação progressiva dos ecossistemas naturais de uma área, resultante de fatores naturais ou da ação do homem, e geralmente de ambos conjugadamente, podendo conduzir à formação de áreas desérticas.

Dentre os principais fatores que provocam a degradação das terras no semi-árido paraibano pode-se relacionar o desmatamento ou a remoção da vegetação natural para fins de agricultura ou domésticos, expondo o solo aos agentes de erosão; a degradação química que ocorre principalmente nos perímetros irrigados consequência de manejo inadequado quanto à utilização da água de irrigação, drenagem, fertilizantes e máquinas agrícolas, originando acúmulo de sais nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo.

Relativo à salinidade e a sodicidade, estas são condições do solo que ocorrem principalmente nas regiões áridas e semi-áridas da terra, às quais situam-se entre as latitudes 10° e 40°, em ambos os hemisférios, e perfazem aproximadamente 55% da área total afetada das terras do globo. 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. Pereira et al. (1986) citam um levantamento segundo o qual a área de solos afetados por sais no Brasil é superior a 9,1 milhões de hectares. São vários os perímetros irrigados no Nordeste: Morada Nova - CE (3611 ha), Lima Campos - CE (3553 há), Moxotó-Pe (2462 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 que 40% da área é afetada por sais (Cordeiro et al, 1988).

A precipitação pluviométrica limitada nessas regiões, associada à baixa atividade bioclimática, ao menor grau de intemperização, a drenagem deficiente e a utilização de água de má qualidade, conduzem à formação de solos com alta concentração de sais. Além das modificações químicas e físicas dos solos sódicos, a irrigação desses solos com água que nem sempre é indicada para a agricultura irrigada proporciona aumento da concentração de sais. O excesso de sais e de sódio trocável, o alto pH, as propriedades físicas indesejáveis e a reduzida disponibilidade de nutrientes limitam o desenvolvimento das culturas em tais solos. As culturas desenvolvidas nesses solos, invariavelmente, sofrem desordens nutricionais.

O nível de alcalinidade do solo está relacionado com o aumento da concentração de sódio trocável no complexo sortido do solo. De acordo com Santos (1995), a aplicação do gesso agrícola traz melhorias nos atributos físicos dos solos salino-sódicos, mas produz desbalanceamento nos nutrientes do solo, como elevação na relação Ca/Mg, e muitas vezes a correção não implica em aumento da produção vegetal. A baixa produtividade das culturas, principalmente nos perímetros irrigados é de ocorrência comum e o subsequente abandono das terras é uma prática rotineira.

Os solos salino-sódicos e sódicos, além do excesso de sódio trocável, normalmente apresentam reação alcalina, com valores de pH variando de 8 a 11. Há necessidade de neutralizar e remover o Na^+ e também reduzir o pH para o intervalo de 6 a 7, aumentando a disponibilidade de nutrientes e o crescimento vegetal. A utilização de corretivos neutros, o gesso, ou de reação ácida, como o H_2SO_4 , constituem alternativas para a recuperação desses solos. Além disso, é imprescindível que se desenvolvam estudos no sentido de buscar espécies que mais se adaptem sob as condições salinas, de modo que áreas degradadas voltem a ser produtivas. Só assim pode-se justificar o elevado investimento inicial nos perímetros irrigados, evitar um grave problema social para as famílias de agricultores que exploram tais áreas, e também reduzir o impacto ambiental provocado pelo acúmulo de sais na superfície do solo.

2. OBJETIVOS

Recuperar áreas degradadas química e fisicamente pela salinidade e sodicidade no semi-árido Paraibano, reintegrando-as à exploração agrícola.

Selecionar espécies arbóreas e oleaginosas, e cultivá-las em ambientes em processos de salinização.

Avaliar o efeito do gesso no crescimento de culturas em solos salinizados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Avaliação e monitoramento da salinidade do solo

Segundo RAIJ (1991) diversas medidas de laboratório são usadas para avaliar a salinidade do solo, sendo as mais importantes o pH, CEes e a PST. Para avaliar o perigo de sodificação do solo pelo uso da água de irrigação utilizam-se outro índice chamado relação adsorção de sódio (RAS). Para CAVALVANTE (1980) um diagnóstico para ser

critérios deve conter o máximo de informações do solo e das amostras coletadas, para análises físicas (textura, infiltração, permeabilidade, condições de drenagem natural e artificial) e químicas (dados do complexo sortido e dos obtidos do extrato de saturação como condutividade elétrica, pH, teores de K^+ , Na^+ , Ca^{++} , SO_4^- , CO_3^- , HCO_3^- e Cl^- , RAS e PST).

A determinação da salinidade é geralmente feita a partir de medidas da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) ou da condutividade elétrica em diferentes relações solo; água. A condutividade elétrica de uma solução varia proporcionalmente à sua concentração iônica, sendo sua magnitude dependente da temperatura da solução, cargas das espécies iônicas, mobilidade de cada íon, distância entre eletrodos usados na medida e área efetiva de eletrodos (FERREIRA, 1997). À medida que o solo perde umidade, o valor da condutividade elétrica tende a aumentar devido o aumento da concentração da solução. Por esta razão, em estudos sobre o efeito da salinidade sobre as plantas é necessário determinar a CE na faixa de umidade do solo na qual a planta se desenvolve.

O nível de sais na zona radicular deve ficar abaixo do nível nocivo às plantas cultivadas. Assim, o monitoramento direto da salinidade na zona radicular é recomendado para avaliar a eficiência dos diversos programas de manejo na área irrigada (Rhoades, citado por Queiroz et al., 1997).

3.2 Uso de corretivos em solos salinizados

3.2.1 O Gesso

O gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) é um sal neutro com solubilidade de aproximadamente 2.1g/litro, a 25°C. é utilizado por todo mundo como fonte de cálcio, responsável pelo deslocamento do sódio trocável durante a correção dos solos sódicos ou salino- sódicos (SHAINBERG et al., 1989). O íon sulfato tende a neutralizar o sódio em solução, originando o sulfato de sódio decahidratado ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$) que após a adição de água, é lixiviado. Às vezes é aplicado com a água de irrigação (Barros, 2004).

A literatura que trata dos efeitos do gesso na correção do solo sódico ou salino - sódico é ampla. Os trabalhos são unânimes que a aplicação do gesso ao solo propicia um rápido deslocamento inicial do sódio nos pontos de troca, e que sua ação continua a existir ao longo do tempo, porém mais lentamente. A aplicação de gesso em solo salino-sódico reduziu o pH, os teores de sódio, a condutividade elétrica, aumentou os teores de fósforo

nas plantas (Vital et al., 1995), mas não resultou em um aumento na produção de massa vegetal do cajueiro (Vital, 1995).

Pratter et al. (1978) avaliando a eficiência de vários produtos na correção de solos sódicos, constataram que a quantidade de sódio na solução eluída, em valores acumulados, aumentou no decorrer do tempo, principalmente quando o melhorador utilizado foi o gesso. A quantidade de gesso dissolvido é função linear dos moles de Na^+ trocável substituídos. Tal constatação foi verificada por OSTER & FRENKEL (1980) após homogeneização do gesso em soluções de sais sódicos. Acrescentam que há uma redução na eficiência de dissolução do sulfato de cálcio com o decréscimo da concentração de sódio trocável. Os autores sugerem que há uma reação do sódio com o sulfato formando o complexo NaSO_4^- . Durante a correção de solos salino- sódicos a solubilidade de gesso é aumentada pela redução do coeficiente de atividades do cálcio e sulfato na solução. O aumento da força iônica da solução, com o tempo tende a reduzir a solubilidade.

A aplicação de vários níveis de gesso (0,5 1,0 e 2,0%) em solo salinizado com solução NaCl-MgCl_2 revelou que o $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ teve pouco efeito no movimento de sódio no solo, obtendo-se maior deslocamento no magnésio (DUTT, 1964). Outros trabalhos indicam substituição parcial do sódio e magnésio após aplicação de soluções com crescentes concentrações de gesso (CHAUDHRY & WARKENTIN, 1986). Estes acrescentaram que solos com predominância de ilitas e montmorilonitas tendem a apresentar menor remoção de Na^+ trocável.

O gesso aplicado em solos salino- sódicos além de fornecer cálcio para substituir o sódio trocável, também influi positivamente na lixiviação dos sais diversos por elevar a concentração de eletrólitos na solução do solo, aumentando sua permeabilidade. Há possibilidade que grande parte da resposta inicial do gesso resulta de seu efeito na concentração de eletrólitos (Leite et al.; 2007).

McNEAL & COLEMAN (1966) observaram que a velocidade de percolação da água através do solo foi reduzida com decréscimo na concentração de salina na solução utilizada. Tal efeito foi mais pronunciado nos solos com predominância de argila minerais 2:1 especialmente montmorilonita. LOVEDAY (1976) verificou que adição de gesso (12,5t/há) em solos sódicos provocou aumento significativo infiltração devido ao aumento da condutividade elétrica (efeito eletrólitos), o qual é rapidamente reduzido após a lixiviação do gesso. Acrescenta que seu efeito nas trocas iônicas é mais lento e prolongado, e que 1/3 a 1/2 do cálcio usado desloca o magnésio. Tais resultados estão de acordo com

àqueles de ARMSTRONG & TANTON(1992), os quais citam que 64-74% do cálcio aplicado via fosfogesso foi usado em processo de trocas, e que 1/3 do cálcio adsorvido deslocou o magnésio trocável. Outros trabalhos também indicam que o cálcio do gesso substitui o magnésio trocável (EMERSON & CHI, 1977). Acrescentaram que esse processo é de menor importância e seus benefícios práticos são insignificantes comparados com o deslocamento do sódio trocável. AYLMOORE & SILLS (1982) observaram efeito prejudicial do magnésio trocável, quando comparado com o cálcio, na estruturação do solo, independente dos valores do PST das amostras de solo analisadas. Fontes ácidas representam outra alternativa para correção de solos sódicos pois ao reagirem com o CaCO_3 do solo, transformam-se em gesso.

3.2.2 Fontes ácidas

O ácido sulfúrico é um melhorador que corrige os solos afetados por sódio. Em algumas localidades os resíduos ácidos de minas e de atividade industrial estão disponíveis. O uso desses produtos como melhoradores é uma forma segura de aproveitá-los. O ácido reage com o carbonato de cálcio para formar gesso (usando H_2SO_4) ou cloreto de cálcio (usando HCL).

Particularmente quanto ao enxofre elementar, passa inicialmente por uma fase de oxidação microbiana para produzir o H_2SO_4 . Esse processo de oxidação do S no solo são efetuados por bactérias e anaeróbicas (Fassbender, 1986).

Diversos pesquisadores utilizam o H_2SO_4 em solos com problemas de sais e sódio. Experimentos de campo tem demonstrado melhor efeito na produção quando se usa H_2SO_4 (Ouversteet *et al.* 1951). O ácido concentrado, aplicado diretamente na superfície do solo, resulta em melhor distribuição dos agregados do solo, e em uma maior lixiviação dos sais (Miyamoto *et al.*, 1975a). A aplicação pode ser feita através da água de irrigação, o que reduz o risco de manipulação do produto.

Yahia *et al.* (1975) aplicaram H_2SO_4 (1, 5, 10, 15 e 20 Mg há^{-1}) e gesso (1,75; 8,75; 17,5; 26,2 e 35 Mg há^{-1}) em solos com PST variando de 0,4 a 100%. Os resultados indicaram que o H_2SO_4 superou o gesso, quanto ao efeito na melhoria da permeabilidade do solo à água, especialmente nos valores mais altos de PST foram confirmados por Pratter *et al.* (1978).

Niazi *et al.* (1992) avaliaram a influência do H_2SO_4 (100 e 200 Mg há^{-1}) e HCL (325 e 650 Mg há^{-1}) em solo salino-sódico, em combinação com sulfato de amônio como fonte de nitrogênio (126 Mg há^{-1} de N), na produção de arroz. Os resultados indicaram que

ambos os corretivos, misturados com as fontes nitrogenadas e superfosfato simples (50 Mg há⁻¹), aumentaram significativamente a produção de arroz, com clara superioridade do H₂SO₄. Jones *et al.* (1993) constataram, 28 dias após aplicação de soro (ácido) de requeijão em solo sódico, que ocorreu aumento na produção de matéria seca de cevada. A adição de 0, 25, 50 e 100 mm de soro proporcionou, valores de produção de matéria seca de 0,54; 0,72; 2,0 e 1,4 kg m⁻², respectivamente. Constataram ainda, uma redução da PST, da RAS, e do pH do solo devido a aplicação do corretivo.

Acidulantes que primeiro devem ser oxidados, como o enxofre (S) e pirita (FeS₂), agem mais lentamente que H₂SO₄. Sua eficiência no campo tem variado, dependendo da população de microorganismos. A utilização de ácidos tem uma vantagem adicional de reduzir o pH do solo aumentando a disponibilidade de P, Zn, Mn e Fe.

3.3 Efeitos dos sais no solo e nas plantas

Muitos problemas relacionados com excesso de sais e sódio trocável são inerentes ao solo no estado virgem. Outros, entretanto, aparecem após terem sido submetidos a irrigação. Assim, nas áreas irrigadas é comum o surgimento de salinidade provocada pela água de irrigação contendo concentrações elevadas de sais decorrentes de práticas inadequadas de manejo. Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas constituem um dos fatores limitantes da produção agrícola devido principalmente ao aumento do potencial osmótico do solo e toxidez resultante da concentração salina e dos íons específicos. Em solos sódicos o efeito é mais sobre as características físicas do solo, a dispersão dos colóides, provocando desestruturação do solo e criando problemas na compactação, diminuindo conseqüentemente a aeração e dificultando o movimento de água e desenvolvimento radicular, além do efeito tóxico do sódio (CORDEIRO, 1985).

Os sais exercem efeitos de forma direta ou indireta, lenta ou brusca, total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas. Para Richards (1974) e Leite (2005) tais solos exigem manejo específico para reintegrá-los à exploração agrícola.

O efeito dos sais sobre o solo ocorre basicamente pela interação eletroquímica existente entre os sais e a argila. A intensidade deste fenômeno depende da natureza da argila e do cátion presente. A caracterização principal deste efeito é a expansão da argila quando umedecida e a concentração quando a água é evaporada ou retirada das plantas. Se a expansão for exagerada pode ocorrer a fragmentação das partículas provocando dispersão da argila (LIMA, 1996).

Os solos salino-sódicos geralmente limitam o crescimento das plantas pelo sus altos níveis de sais solúveis. Os principais efeitos da salinidade nas propriedades do solo são expansão de argilas, dispersão das partículas finas, formação de crostas na superfície e diminuição na capacidade de transmissão de água (ROLSTON et al.,1984).

O sódio, cátion monovalente, ao ser adsorvido expande a dupla capa difusa (campo elétrico e de distribuição de íons entre a partícula de solo e no ponto da solução do solo de equilíbrio entre as partículas do solo e tornado a estrutura estável). Diferentes tipos de sais têm efeitos diferentes; assim carbonatos de magnésio tem reação alcalina de efeitos similares ao sódio adsorvido. O efeito de Na_2CO_3 pode ser anulado pelo gesso normalmente presente nos solos de regiões áridas. Em solos afetados por sais o sódio trocável pode figurar em grandes percentagens, produzindo um rearranjo das partículas de argila que favorece a peptização das partículas do solo e a conseqüente deterioração da estrutura (STROGONOV, 1964).

Durante o processo de intemperização química, que implica em hidrólise, hidratação, redução, oxidação e carbonização, os constituintes das rochas são liberados gradualmente e tornam-se mais solúveis. As áreas irrigadas situadas em regiões desérticas ou semi - desérticas, em lugares de pouca drenagem natural, terras baixas de zonas lacustres e costeiras, cedo ou tarde experimentam um aumento de águas freáticas e seus solos ficam expostos a salinidade (KOVDA, 1964).

As plantas sensíveis à salinidade tendem, em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico, levando ao estresse hídrico por osmose. As plantas tolerantes a salinidade são designadas como plantas halófitas e sua tolerância pode atingir até cerca de 15g l^{-1} de cloreto de sódio equivalente a metade da concentração da água do mar. Essas plantas absorvem, por exemplo, o cloreto de sódio em altas taxas e o acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com baixo potencial da água presente no solo. Embora o crescimento da parte aérea das plantas se reduza com o acentuado potencial osmótico do substrato onde vivem, a redução da absorção de água não é necessariamente a causa principal do reduzido crescimento das plantas em ambiente salino. (LAUCHI & ESPTEIN, 1984).

Para MEIRE & SHALHEVET (1973) o efeito dos sais nas plantas caracterizam-se efeito-osmótico um aumento da pressão osmótica diminui a disponibilidade de água. Em iguais condições de umidade no mesmo solo, a planta terá que fazer maior esforço para obter água onde a concentração salina for maior. Logicamente o suprimento de nutrientes

(através da planta) vê-se limitado também, ou seja, a redução da água diminui o crescimento (efeito hormonal) e interfere no metabolismo reduzindo a fotossíntese; efeito de íons específicos-geralmente com danos às células e citoplasma. Íons sódio e cloreto são absorvidos pelas plantas e depositadas nas folhas e tecidos do que produzirá queimaduras e desprendimento (queda) das folhas.

O efeito dos sais no crescimento das culturas estão mais relacionadas com a salinidade total do que as concentrações individuais de algum constituinte específico. As culturas mostram geralmente uma diminuição progressiva na taxa de crescimento com o aumento da salinidade; flutuações naturais no regime de salinidade sob condições normais de campo podem afetar o crescimento de forma semelhante (RHOADES, 1972).

Para HEBRON (1976) o comportamento das plantas com relação a salinidade pode variar de acordo com seus estágios de desenvolvimento. Segundo MASS & HOFFMAN (1977) a salinidade afeta as plantas em todos seus estágios, sendo que, em culturas mais sensíveis, o comportamento das plantas pode variar dos primeiros estágios para os últimos. A capacidade dos vegetais superiores desenvolverem-se satisfatoriamente em solos salinos depende de vários fatores interligados com destaque para contribuição fisiológica da planta, seu estágio de crescimento e seus hábitos radiculares.

3.4 Espécies Utilizadas

As condições de salinidade são freqüentes nos perímetros irrigados das regiões semi-áridas, onde os solos apresentam restrições quanto à capacidade de uso; portanto, buscam-se nesse projeto, espécies que apresentem maior resistência a tais condições adversas.

A seguir são apresentadas e caracterizadas as espécies que serão cultivadas nos solos com problema de salinidade e sodicidade.

A. Acácia-gomífera (*Acacia senegal*)

Acacia senegal (L.) Willd. conhecida vulgarmente por Acácia-gomífera, é uma leguminosa arbustiva que ocorre na África setentrional e parte ocidental da Índia (Doran et al., 1983) é uma espécie resistente à seca, sendo capaz de sobreviver em zonas com precipitação variando de 200 a 500mm anuais (Giffard, 1975) e é utilizada para fins madeireiros, forrageiros, na construção de cerca viva e para produção de goma-arábica. (Ferreira e Torres, 2000). A utilização de árvores da família Leguminosae para recuperar áreas degradadas apresenta várias vantagens. Mas a principal preferência pelo

uso das espécies leguminosas, se deve à característica especial que ela possui em relação às outras, que é a capacidade de associar-se com microrganismos do solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio, denominadas vulgarmente de rizóbio, que transforma o nitrogênio do ar, em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, podendo tornar a planta parcial ou totalmente independente do aporte externo desse nutriente (EMBRAPA, 2006).

B. Pinhão-manso (*Jatropha curcas*)

O pinhão manso é uma planta da família Euforbiácea, denominada cientificamente como *Jatropha curcas* L. e popularmente como pinhão manso, purgueira, pinha de purga. As plantas podendo chegar até 12m de altura, com um diâmetro de tronco de até 30 cm. O caule é liso, macio, esverdeado ou acinzentado - castanho. Seu xilema não possui boa resistência, o floema encerra canais compridos que vão até as raízes, nos quais circula o látex (Avelar *et al*, 2006).

O tronco tem a tendência de se ramificar desde a base. Os ramos são espalhados e longos com folhas alternadas a sub - opostas, filotaxia em espiral. As folhas são lobadas, e quando novas apresentam coloração vermelho-vinho, cobertas com lanugem branca, e à medida que envelhecem se tornam verdes, pálidas, brilhantes e glabras, com nervuras esbranquiçadas e salientes em sua base inferior. O pecíolo é longo e esverdeado, do qual partem as nervuras divergentes.

Os pecíolos caem, em parte ou totalmente, no final da época seca, ou durante a estação fria. A planta permanece em repouso até o início da primavera, ou início da estação chuvosa.

As inflorescências surgem junto com as folhas novas. A inflorescência do pinhão manso, assim como na mamona, surge no ápice do caule impedindo seu desenvolvimento apical. As flores são amarelo-esverdeadas, monóicas, unissexuais e produzidas em uma mesma inflorescência. As flores femininas apresentam um pedúnculo longo, não articulado, com três células elípticas, ovário com três carpelos, cada um com um lóculo que produz um óvulo com três estigmas bifurcados separados, isoladas em menor número que as masculinas, as quais se localizam nas ramificações. As flores masculinas com dez estames, cinco unidos à coluna, são mais numerosas e situadas nas pontas das ramificações.

A planta de pinhão manso segue a arquitetura das Euforbiáceas, a primeira inflorescência é apical e assim que surge força o brotamento de dois novos ramos,

ramos secundários, que passam a serem axilares até o surgimento de novas inflorescências, que por sua vez impedem novamente o crescimento apical, surgindo dois novos ramos, ramos terciários.

O sistema radicular do pinhão manso é do tipo pivotante, com uma raiz principal que atinge grandes profundidades. Apresenta grande quantidade de raízes laterais, responsáveis pela nutrição da planta. De uma forma geral, pode-se dizer que a profundidade do sistema radicular é equivalente à altura da planta, assim como o diâmetro de exploração de solo.

O fruto é do tipo cápsula trilocular carnudo e amarelo, quando maduro, que se racha ainda amarelo em três valvas, cada uma contendo uma semente preta.

C. Mamona (*Rícinus communis*)

A mamoneira é conhecida como *Rícinus communis* L. classe Dicotiledoneae família Euforbiaceae. Também é chamada carrapateira, bafoneira e baga. A mamoneira parece ter, na Etiópia (África), o seu centro de origem. Segundo a cultivar a mamoneira pode ter de 1,8m. até acima de 5m. de altura bem como cor da folha e caule, tamanho da semente e conteúdo de óleo variáveis. Possui raízes laterais e uma pivotante que vai a 1,5m. de profundidade, caule redondo, liso, esverdeado e coberto com cera, folhas verde-escuro, grandes, com 5 a 11 lóbulos, flores em panícula (cacho) terminal com flores masculinas (baixo) femininas e hermafroditas, com polen viável por 1 semana. Fruto e capsula tricoca deiscente ou indeiscente, semente com cor e tamanho variados, com 40-49% de óleo que tem como componente maior o ácido ricinoleico (Secretaria da Agricultura da Bahia, 2007).

A mamoneira é planta de clima tropical e subtropical, precisa de chuvas regulares no início do período e de período seco na maturação dos frutos. Não suporta geadas, ventos fortes frequentes e nebulosidade.

A mamoneira não se adapta à solos de textura argilosa e de drenagem precária. Solos profundos de textura variável, com boa estrutura, boa drenagem, fertilidade média e pH 6,0 a 6,8 são ideais para o cultivo da mamoneira. O terreno deve ter topografia plana a suavemente ondulada, sem erosão.

O Brasil já foi maior produtor mundial de mamona (573 mil toneladas em 1974) e maior exportador do seu óleo (há algumas décadas); em 1996 a produção nacional foi de 122 mil toneladas. No Nordeste semi-árido brasileiro concentra-se a produção nacional (80%). Na Bahia a cultura da mamoneira - ricinocultura - é importante para as regiões agrícolas de Irecê, Jacobina, Itaberaba, Senhor do Bonfim, Seabra, Brumado.

A cultura da mamoneira é de grande importância para a economia de semi-árido do Nordeste por ser resistente à seca, ser fixadora de mão-de-obra bem como geradora de emprego e de matéria prima.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do ensaio

O experimento será conduzido em casa-de-vegetação do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB. A área do local é caracterizada pelas coordenadas geográficas: latitude 7° 03'35"S, longitude 37°16'29"W e altitude 247 metros.

4.2 O solo: localização e amostragem

O solo será coletado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa-PB. O clima da região é, segundo a classificação de Koppen quente e seco, tipo Bsh, com precipitação pluvial média de 600mm, e um período chuvoso que abrange os meses de janeiro a maio.

As amostras serão coletadas de 0-20 cm de profundidade e, após secas ao ar e destorroadas, serão passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura e, em seguida, homogeneizadas para posterior caracterização química e física da terra.

A análise granulométrica será feita pelo método do densímetro (Bouyoucos), e a densidade global através do método do anel volumétrico, ambas metodologias descritas em Camargo *et al.* (1986). O extrato de saturação do solo será obtido segundo o procedimento descrito em (EMBRAPA, 1979). O cálcio e o magnésio serão determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o sódio e potássio por fotometria de emissão. A seguir foi calculado o percentual de sódio trocável ($PST = \frac{Na}{CTC} \times 100$).

4.3 Os Tratamentos

No trabalho será avaliado a tolerância à salinidade de 3 espécies: o Pinhão manso (*Jatropha curcas*, Lin.), Acácia-gomífera (*Acácia senegal* (L.) Willd) e

mamoneira (*Rícinus communis* L), cultivadas sob as seguintes condições: solo não salino, solo salinizado e solo salinizado com seis diferentes doses de ácido. A princípio todo os vasos receberão uma gessagem (1/4 da dose calculada por Após a aplicação do gesso os solos serão mantidos por 15 dias com umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, isso proporcionará uma maior solubilização do carbonato de cálcio do solo e neutralização do sódio. A fase seguinte corresponderá à lavagem do solo, aplicando-se um volume d'água equivalente a 2 vez a sua porosidade, em seguida será coletado amostras de solo para caracterização da salinidade (pH, CE e PST).

Os tratamento compreenderão seis doses de gesso (0,0 – 20 - 40 – 60–80-100 % da necessidade de gesso), segundo recomendado por Chauhan e Chauhan (1978) através da equação ($Na=1,2NG-0,52$), onde Na e NG ($cmolc/dm^3$), sendo incubados por 20 dias. Cada tratamento terá 3 repetições. O experimento apresentará, portanto, um total de 54 vasos, cada um com 5 kg de solo. Cada cultura será também cultivada (3 vasos para cada) em solo não salino para quantificação do crescimento e produção relativa de biomassa.

4.4 Semeadura, condução e parâmetros avaliados

Seguindo-se a lavagem da terra, serão semeadas 3 sementes/vaso para a acácia-gomífera, pinhão-manso e para a mamoneira. Oito dias após a germinação será efetuado o desbaste, mantendo-se 2 plantas por vaso. Para efeito comparativo, cada cultura terá uma testemunha absoluta, cultivada em solo sem problema de salinidade (não salino) em solo salinizado sem gesso. As plantas permanecerão por um período de 60 dias em casa-de-vegetação. Semanalmente serão efetuadas medições das alturas das plantas, diâmetro do coleto, o número de folhas. Transcorrido esse período, serão cortadas à parte aérea das plantas ao solo, acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa com ventilação forçada a 65°C e pesadas para avaliação do acúmulo de NPK na parte aérea.

A avaliação da espécie mais tolerante, em todos os tratamentos, será feita através de produções relativas ($PR = \text{produção no solo degradado} / \text{produção no solo não salino} \times 100$). A produção máxima (100%) considerada será àquela apresentada pela cultura nos solos não salinos.

4.5 Delineamento experimental

As parcelas foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizados. O quadro de variância :

Causas de variação	Graus de liberdade
Acido	5
Plantas	2
Resíduo	46
Total	53

4.6 Estatística

Para verificar o efeito das doses do ácido será aplicado análise de regressão polinomial, entre as espécies de será aplicado o teste de Tukey.

Atividades Detalhadas

1. Campo

- 1.1 Coleta de solos no Perímetro irrigado de Sumé-PB, de 0-30cm de profundidade com tardo “tipo de rosca”, com limpeza prévia da cobertura vegetal e resíduos de matéria orgânica superficial. Essas serão acondicionadas em sacos de plástico etiquetados.
- 1.2 Encaminhar, em saco plástico, 1 kg de solo para caracterização química e granulométrica;
- 1.3 Adquirir gesso agrícola e acondicioná-lo sobre grade de madeira antes de usá-lo no experimento;
- 1.4 Homogeneizar o gesso agrícola com todo o solo degradado por sais nos vasos
- 1.5 Manter o substrato contido nos vasos incubados a 70 da capacidade de campo por 20 dias;
- 1.6 Efetuar a aplicação de lâmina de água equivalente a duas vezes a porosidade total dos solos
- 1.7 Realizar amostragem de 100g de solo para análises de pH, Na e condutividade elétrica;
- 1.8 Semeadura, 3 sementes por vaso, nos substratos do vaso e desbaste, deixando 01 planta por vaso, oito dias após a emergência;
- 1.9 Manutenção do conteúdo de água nos substratos dos vasos a 70 % da capacidade de campo, através de pesagens diárias;
- 1.10 Medições quinzenais da altura, diâmetro e número de folhas das plantas
- 1.11 Sessenta dias após a emergência realizar o corte das plantas, remover também as raízes, acondicioná-las em papel enumerados (número dos vasos), e deixá-los em estufa a 60-65°C até peso constante;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, A.S.B. & TANTON, T.W. Gypsum applications to aggregated saline-sodic clay topsoils. *Journal of Soil Science, Oxford*, v.43, p.249-60, 1992.
- AYLMORE, L.A.G. & SILLS, I.D. Characterization of soil structure and stability using nodules of rupture-exchangeable sodium percentage relationships. *Australian Journal of Soil Research, East Melbourne*, v. 20, p.213-24, 1982.
- BARROS, M. de F. C.; FONTS, M. P. F.; ALVAREZ, V. H.; RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v.8, n.1, p.59-64.2 004.
- AVELAR, ROGNER CARVALHO *et al.* AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.) DO BANCO DE GERMOPLASMA DA UFLA . In: III Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2006, Varginha. *Revista de Resumos. Lavras - MG : Ufla*, 2006. v. 1. p. 195-195.
- CAVALCANTE, L.F. Sais e seus problemas. Areia, 1980. 68p. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal da Paraíba.
- CHAUDERY, G.H. & WARKENTINB, B.P. Studies on exchange of sodium from soils by leaching with calcium sulfate. *Soil Science, Baltimore*, v.105, n.3, p.191-97, 1986.
- CHAUHAN, R. P. S. e CHAUHAN, C. P. S. A modification to Schoonover's of gypsum requirement determination of soil. *Aust. J. Soil Res.* V.17, p.367-70. 1979
- 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)
- DUTT, G.R. Effect of small amounts of gypsum in soils on the solutes in effluents. *Soil Science Society of America Proceedings, Madison*, v.28, p.754-757, 1964.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análises de Solo. EMBRAPA-CNPGL, 1979.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agrobiologia. Recuperação de Voçorocas em Áreas Rurais. Sistemas de Produção, 3. ISSN 1806-2830 Versão Eletrônica, Dez/2006.
- EMERSON, W.W. & CHI, C.L. Exchangeable calcium, magnesium and sodium, and the dispersion of illites in water. II, Dispersion of illites in water. *Australian Journal of Soil Research, East Melbourne*, v.15, p.255-62, 1977.
- FASSBENDER, H.W., BORNEMISTA, E. Química de suelos, com enfaixi em suelos as América Latina. 2ed. Ver. San José Costa Rica. II Ca, 1987. 420p. il.
- FASSBENDER, W. H. Química de Suelos. San José, Costa Rica; IICA, 1986. 398p.
- FERREIRA, A. P. Aspectos físico-químicos do solo. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROZ, J. F.;ed. Manejo e controle da salinidade no agricultura irrigada. 1ed. Campina Grande: ufpb, 1997, cap2, p37-67.
- Ferreira, Maria Das Graças Rodrigues e Torres, Salvador Barros. Influência do Tamanho das Sementes na Germinação e no Vigor de Plântulas de *Acacia senegal* (L.) Willd. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, nº 1, p.271-275, 2000
- GUPTA, R.K. & ABROL, I.P. Salt-affected soils: their reclamation and manegement for crop production. *Advances in Soil Sciences, New York*, v.11, p.224-88, 1990
- HEBRON, D. Os problemas de salinização na região Nordeste. RECIFE: SUDENE, Divisão de Documentação, 1967. 17p.

- LAUCHI, A & E EPSTEIN. 1984 Mechanisms of Salt tolerance in Plants. In: California Agriculture. V. 8. N.10. p 18-21.
- LEITE, E. M. Utilização de corretivos químicos em solos degradados por sódio usando o milho como planta teste. 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- LEITE, E. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; SANTOS, R. V.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. Irriga, Botucatu, v.12; n.2, p.168-176, 2007.
- LIMA, R. R. & M. M. TOURINHO. 1996. Várzeas do Rio Pará- Principais Características e Possibilidades Agropecuárias. Belém. FCAP. 124p.
- LOVEDAY, J. Relative significance of electrolyte and cation exchange effects when gypsum is applied to a sodic clay soil. Australian Journal of Soil Research, East Melbourne, v.14, p.361-71, 1976.
- MASS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance –Current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, v 103, p.115-134, 1977. (proceeding Paper, 1923).
- McNEAL, B.L. & COLEMAN, N.T. Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity. Soil Science Proceedings, Madison, v.30, p.308-12, 1966.
- MEIRE, A; SHALHEVET, J. Crop growth under saline conditions. En: Arid Zone Irrigation, Ed: B yaron; E danfors e Y Vaadia- Berlin. 1973.
- MIYAMOTO, S *et al.*, Sulfuric acid and leaching requirements for reclaiming sodium affected calcareous soil. **Plant and Soil**, v. 43, p. 573-585, 1975.
- NIAZI, M.H.K. *et al.* Efficacy of acid reclaimants in combination with nonconventional fertilizers for salinity control. In: Proceedings of Sixth International Drainage Symposium, Nashville 1992. p. 387-394.
- OSTER, J.D.& FRENKEL, H. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. Soil Science Society of American Journal. Madison, v.44, p.41-5, 1980.
- OEVERSTEET, R.; MARTIN, J. C.; KING, H.M. Gypsum, sulfur, sulfuric acid for reclamation and alkali soil of the Fresno series. Hilgardia, v21, p. 113-126, 1951
- PEREIRA, J.R.; VALDIVIESO, C.R.; CORDEIRO G.G. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso do gesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, 1985, Anais, Brasília, EMBRAPA/DDT, 1986. P.85-105.
- PRATTER, R.J.; GOERTZEN, J.O.; RHOADES, J.D.; FRENKEL, H. Efficient amendment use in sodic soil reclamation. Soil Science Society of American Journal, Madison, v.42, p.782-86, 1978.
- RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RICHARDS, L.A. Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da America. Sexta edición. 1974 172p.
- ROLSTON, D. E.; BIGGAR, J. W.; NIELSEN, D.R. Effect of salt on Soils. California Agriculture, Berkeley, v.2, p.167-70, 1978.

RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. Soil Science, Baltimore, v. 113, n.4, p.277-84, 1972.

Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Cultura – Mamoneira. Estado da Bahia, endereço eletrônico: <http://www.seagri.ba.gov.br/Mamoneira.htm>, 12 de maio de 2007.

SANTOS, R. V. Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). 1995. 120p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). ESALQ./USP, Piracicaba, 1995.

SHAINBERG, I., LETEY, J. Response of soil to sodic and saline conditoins. Hilgardia, v. 52, p. 1-57, 1984.

TANJI, K.K. Agricultural Salinity Assessment and Management. American Society of Civil Engineers, Manuals practice No. 71, 1990. 618p.

VITAL, A. F. M Efeitos do gesso e do fósforo na disponibilidade de nutrientes e no desenvolvimento inicial do cajueiro em solo salino-sódico. 2002. 93p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo), Centro e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Areia. 2002.

VITAL, A. F. M; Santos, R. V.; Cavalcante, L. F. ; Souto, J.S. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso e fósforo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.9,n.1, p.30-36, 2005

YAHIA, T. A. *et al.* Effect of surface applied sulfuric acid on water penetration into dry calcareous and sodic soil. Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 39, p.1201-1204,1975.. 1975