

EFEITO DE DOSES DE REJEITO DE CAULIM EM SOLO SÓDICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA (*Ricinus communis*)

José Alberto Calado Wanderley

Eng. Agrônomo, Rua- Vicente de Paula Leite, nº 352, centro Pombal - PB CEP-58840000.
E-mail: alberto_agronomo@hotmail.com

José Bezerra de Araújo filho

Eng. Agr. M.Sc., EMATER-PB, Rua Rui Barbosa nº 551, CEP 50700-000, Centro, Patos, PB.
E-mail: bezerrajbaf@yahoo.com.br

José da Silva Sousa

Mestrando em Agronomia, PPGA/CCA/UFPB - Rua Odilon José de Assis nº 256, Pombal - PB. CEP- 58840-000. E-mail: silva_agronomo@hotmail.com

Leonardo de Sousa Alves

Eng. Agrônomo, Rua Gentil de Sousa, nº 342, Jardim Rogério, Pombal - PB CEP-58840000.
E-mail: leo_agro22@hotmail.com

Patrício Borges Maracajá

Prof. D. Sc. da UFCG/CCTA – Pombal – PB E-mail: patriciomaracaja@gmail.com

RESUMO - O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do laboratório da Faculdade de Agronomia de Pombal, com objetivo foi avaliar o efeito de doses de rejeito de caulim em solo sódico no desenvolvimento inicial da mamoneira. As sementes utilizadas foram da cultivar BRS 149 (Nordestina). Utilizou-se solo do perímetro irrigado Engenheiro Arco verde localizado no município de Condado-PB. Utilizou-se seis tratamentos com doses crescentes de rejeito (0, 10, 20, 30, 40 e 50%); uma testemunha absoluta com um solo normal, e outra com solo sódico corrigido com gesso agrícola. Após 45 dias de experimento desde o período de incubação das amostras até a última contagem de plântulas e determinação da biometria, observou-se que as aplicações de rejeito de caulim nas doses de 10 a 30% indicavam ser mais eficientes para as variáveis percentual de germinação e índice de velocidade de germinação quando comparadas às aplicações de 40 e 50%. Para a variável altura de plântula constatou-se uma diferença estatística quando comparado com os tratamentos solo normal e corrigido com gesso, mas para os percentuais de 0 a 50% de rejeito de caulim não houve diferença significativa, já as variáveis diâmetro de caule e número de folhas não apresentaram diferença significativa.

Palavras-chave: rejeito de caulim, solos sódicos, mamona.

EFEITO DE DOSIS DE RECHAZO DE CAULIM EN SUELO SÓDICO NEL DESARROLLO INICIAL DE LA MAMONEIRA (*Ricinus communis*)

RESUMO - El trabajo fue conducido en casa de vegetação del laboratorio de la Facultad de Agronomia de Pombal, con objetivo fue evaluar el efecto de dosis de rechazo de caulim en suelo sódico en el desarrollo inicial de la mamoneira. Las semillas utilizadas fueron de la cultivar BRS 149 (Nordestina). Se utilizó suelo del perímetro irrigado Ingeniero Arco verde localizado en el municipio de Condado-PB. Se utilizó seis tratamientos con dosis crecientes de rechazo (0, 10, 20, 30, 40 y 50%); una testigo absoluta con un suelo normal, y otra con suelo sódico corregido con gesso agrícola. Después de 45 días de experimento desde el periodo de incubação de las muestras hasta a última cuenta de plântulas y determinación de la biometria, se observó que las aplicaciones de rechazo de caulim en las dosis de 10 a 30% indicaban ser más eficientes para las variabais porcentual de germinação y índice de velocidad de germinação cuando comparadas a la aplicaciones de 40 y 50%. Para la variável altura de plântula se constató una diferencia estadística cuando comparado con los tratamientos suelo normal y corregido con gesso, pero para los porcentuales de 0 a 50% de rechazo de caulim no hubo diferencia significativa, ya las variabais diâmetro de caule y número de hojas no presentaron diferencia significativa.

Palabras-llave: rechazo de caulim, suelos sódicos, mamona.

EFFECT OF DOSES OF DECLINE OF KAOLIN IN SOIL SODIUM IN THE EARLY CASTOR (*Ricinus communis*)

ABSTRACT- The work was accomplished at Greenhouse of the laboratory of the University of Agronomy of Pombal, with objective of evaluating the effect of doses of the waste part of product of caulim in sodic soil in the initial development of the mammon. The used seeds were of cultivating BRS 149 (Native of northeastern

Brazil). Soil of the perimeter Irrigated Engineer Arco Verde was used located in the municipal of Condado - Paraíba. It was used six treatments with doses growing of the waste part of product (0, 10, 20, 30, 40 and 50%); an absolute witness with a normal soil, and another with sodic soil corrected with agricultural plaster. After 45 days of experiment from the period of incubation of the samples to the last score plantlets and determination of the biometric, it was observed that the applications of the waste part of product of caulim in the doses from 10 to 30% they indicated to be more efficient for the percentile of germination variables and index of germination speed when compared to the applications of 40 and 50%. For the variable plantlets height a statistical difference was verified when compared with the treatments normal soil and corrected with plaster, but for the percentile from 0 to 50% of the waste part of product of caulim there was not significant difference, the variable stem diameter and number of leaves didn't already present significant difference.

Key-words: the waste part of product of caulim, sodic soils, mammon.

INTRODUÇÃO

Na conjuntura atual, em que a mamoneira (*R. communis*) desponta entre as soluções viáveis no processo produtivo de matéria-prima para o biodiesel, alternativas para aumentar o uso da terra com a exploração dessa cultura, pode contribuir, em muito para o agronegócio, e ao mesmo tempo gerar renda no contexto agricultura familiar e empresarial, gerando empregos e divisas para a nação.

O impacto da salinidade do solo sobre a produtividade agrícola é um sério problema em regiões áridas e semi-áridas, que dependem da irrigação para garantir um adequado suprimento de água para as culturas (TAL, 1984). Desta forma na atualidade procuram-se novas alternativas que possam ser utilizadas para minimização dos problemas questionados. Tais alternativas constituem um complexo que envolve a cultura mais adequada para a viabilidade da pesquisa, escolhendo-se a Mamona (*R. communis*) neste trabalho.

Segundo Chapman (1975) a área total salinizada no semi-árido nordestino é superior a 25000 ha. Para (FAGERIA & GHEYI, 1997) no Nordeste do Brasil, são aproximadamente nove milhões de hectares, envolvendo sete Estados. Na Bahia encontra-se a maior área de solos afetados por sais, cerca de 44% da área salinizada, seguida pelo Ceará com aproximadamente 25,5%. Um dos grandes entraves na produção agrícola tem sido a adsorção de altos teores de sódio, em função das áreas intensamente cultivadas com uso de irrigação nos chamados perímetros irrigados.

No processo de beneficiamento do caulim aproximadamente 30% do montante de matéria-prima utilizada é aproveitado efetivamente para fins industriais, sendo o restante descartado na forma de rejeito, que quase sempre são depositados no meio ambiente gerando impactos negativos sobre os recursos naturais. A utilização desse subproduto na Agricultura poderia se traduzir em uma importante alternativa na resolução dos problemas em questão, principalmente na recuperação de áreas degradada por sais.

A execução deste trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de rejeito de caulim em solo sódico no desenvolvimento inicial da mamoneira (*R. communis*).

Os Sais exercem vários efeitos sobre a germinação de sementes, desenvolvimento das plantas, ao ponto de reduzirem a produção e produtividade das culturas, segundo (RICHARDS 1954, STROGNOV 1964, PRISCO 1978, CAVALCANTE 1984 e MEDEIROS 1996).

Lucena et al. (1983), observando plantas de feijão *Vinga unguiculata* e *Sorghum bicolor*, constataram que estas culturas tiveram o crescimento em altura sensivelmente prejudicada em solos com salinidade superior a $8,0 \text{ dSm}^{-1}$, sendo a maior sensibilidade registrada para a cultura do feijão. Comportamento semelhante foi observado por (DINIZ, 1995) em relação ao crescimento, produção de fitomassa e nutrição mineral do feijão guandu em solo salinizado.

Lima (1992) estudando o comportamento de leguminosas de mucuna preta, mucuna cinzenta e de feijão guandu num solo com condutividade elétrica superior 17 dSm^{-1} , verificou que a mucuna preta adaptou-se em melhor condição ao estresse salino produzindo mais matéria seca em relação às demais leguminosas.

Kaul et al. (1988) avalizando a salinidade do solo a partir de cloreto de sódio, sulfato de sódio, cloreto de cálcio e da mistura das três fontes, observam afetar negativamente o processo de germinação da goiabeira para valores de condutividade elétrica acima de $6,0 \text{ dSm}^{-1}$. Resultados semelhantes foram obtidos por (HOODA e YAMDAGNI, 1992) ao estudarem o efeito da água salina sobre a germinação de sementes de goiabeira.

Silva (1996) submetendo duas cultivares de girassol em níveis salinos de uma mistura de cloreto de sódio e cloreto de cálcio, constatou que a salinidade foi mais agressiva na área foliar do que no número de folhas emergidas.

Os solos salinos bem como a água salina podem causar além da queda de produção variações na cor e aspecto do produto, como também alterações na composição, conforme (RHOADES *et al.*, 1992)

TABELA 1. Tolerância à salinidade das culturas selecionadas e seu rendimento potencial em função da salinidade do solo e da água.

CULTURAS	RENDIMENTO POTENCIAL ²									
	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa	CEes	CEa
EXTENSIVAS										
Algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7,7	5,1	9,6	6,4	13,0	8,4	17,0	12,0	27,0	18,0
Beterraba açucareira (<i>Beta vulgaris</i>)	7,0	4,7	8,7	5,8	11,0	7,5	15,0	10,0	24,0	16,0
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13,0	8,7
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,3	13,0	8,7	20,0	13,0
Soja (<i>Glycine max</i>)	5,0	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10,0	6,7
Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	4,9	3,3	5,7	3,8	7,0	4,7	9,1	6,0	13,0	8,8
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	3,3	2,2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,0	7,4
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	1,7	1,1	3,4	2,3	5,9	4,0	10,0	6,8	19,0	12,0
Milho (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,2
Linho (<i>Linum usitatissimum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Feijão - fava (<i>Vicia faba</i>)	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2,0	6,8	4,5	12,0	8,0
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,1	0,7	1,5	1,0	2,3	1,1	3,6	2,4	6,3	4,2
HORTALIÇAS										
Abobrinha italiana "zucchini squash" (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10,0	6,7	15,0	10,0
Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>)	4,0	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15,0	10,0
Abobrinha "scallops squash" (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Brócolis (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	14,0	9,1
Tomateiro (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0	13,0	8,4
Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10,0	6,8
Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)	2,0	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15,0	10,0
Aipo (<i>Apium graveoleus</i>)	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18,0	12,0
Repolho (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	1,8	1,2	2,8	1,9	4,9	2,9	7,0	4,6	12,0	8,1
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Milho doce (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10,0	6,7
Batata doce (<i>Ipomoea batatas</i>)	1,5	1,0	2,4	1,6	3,8	2,5	6,0	4,0	11,0	7,1
Pimentão (<i>Capsicum annum</i>)	1,5	1,0	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Alface (<i>Lactuca sativa</i>)	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9,0	6,0
Rabanete (<i>Raphanus sativus</i>)	1,1	0,8	2,0	1,3	3,1	2,1	5,0	3,4	8,9	5,9
Cebola (<i>Allium cepa</i>)	1,1	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,4	5,0
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	1,1	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0	8,1	5,4
Feijão-de-vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,1	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Nabo (<i>Brassica rapa</i>)	0,9	0,6	2,0	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12,0	8,0
FRUTEIRAS										
Tamareira (<i>Phoenix dactylifera</i>)	4,0	2,7	6,8	4,5	11,0	7,3	18,0	12,0	32,0	21,0
Pomelo, Grape-fruit (<i>Citrus paradisi</i>)	1,8	1,2	2,4	1,6	3,4	2,2	4,9	3,3	8,0	5,4
Laranja (<i>Citrus sinensis</i>)	1,7	1,1	2,4	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8,0	5,3
Videira (<i>Vitis sp.</i>)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12,0	7,9
Amoreira-preta (<i>Rubus sp.</i>)	1,5	1,1	2,0	1,3	2,6	1,8	3,8	2,5	6,0	4,0
Amoreira (<i>Rubus ursinus</i>)	1,5	1,0	2,0	1,3	2,6	1,8	3,8	2,5	6,0	4,0
Morangueiro (<i>Fragaria sp.</i>)	1,1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4,0	2,7

Fonte: Maas & Hoffiman (1977) e Maas (1986)

CEes, significa salinidade da zona radicular medida em condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, expressa em deciSiemens por metro (dS m⁻¹) a 25 °C. CEa significa condutividade elétrica da água de irrigação, em dS m⁻¹. A relação entre a salinidade do solo e da água (CEes = 1.5 CEa) considera uma fração de lixiviação de 15-20% para um solo de textura média.

Para Richards (1954), a avaliação da tolerância das culturas dos sais pode ser feita de acordo com um dos três critérios: (1) capacidade da planta sobreviver em solo salino, (2) rendimento da cultura em solo salino, e (3) rendimento relativo obtido em solo salino em relação ao solo não salino semelhante. Nesse sentido (ARNON 1972) afirma que a tolerância das culturas à salinidade deve ser avaliada

nos estádios de germinação, crescimento vegetativo e colheita.

O comportamento das plantas, com relação à salinidade, pode variar de acordo com seu estágio de desenvolvimento (HEBRON, 1967).

A tolerância das diversas cultivares aos sais foi expressa por (MAAS & HOFFMAN, 1977) em termos de produção relativa, dada $Y=100-b(CEs-SL)$, onde, Y é o percentual da produção potencial da cultura sob condições salina; CEes é a salinidade do solo, expressa em termos de condutividade elétrica do extrato de saturação, em dSm^{-1} ; SL é o valor da salinidade limiar da cultura, em dSm^{-1} ; b é o potencial de diminuição da produção por aumento unitário da salinidade acima do valor de salinidade limiar, dada por $b=100/(CEs \text{ para } Y=0\%-SL)$. O uso CEes para expressar o efeito da salinidade na produção implica basicamente na resposta da cultura ao potencial osmótico da solução do solo.

Ayers & Westcot (1991) apresentaram um estudo detalhado e atualizado relativo à qualidade das águas de irrigação e a tolerância das culturas a salinidade. Na tabela 1 estão apresentados os decréscimo de produção das principais culturas exploradas, em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e da água de irrigação (CEa), os valores da tabela 1 foram adaptados de (MAAS e HOFFMAN, 1977 e MAAS 1986) demonstrando que o rendimento potencial das culturas diminui linearmente com o aumento da salinidade acima do valor limiar (SL), expresso em CEes, que é o nível máximo de salinidade média da zona radicular tolerada pelas plantas, sem afetar negativamente seu desenvolvimento, os valores de salinidade limiar de (MAAS, 1986) encontra-se na tabela 1, e correspondem aos valores de CEes para o rendimento potencial de 100%.

Segundo Maas (1984) a cultura da mamona é classificada como sendo moderadamente sensível aos sais, mesmo assim, dada a importância da cultura para o homem do campo, não há registros de estudos sobre o efeito da salinidade no comportamento desta cultura, particularmente no crescimento e nas relações hídricas.

Segundo Rhoads *et al.* (1992) o controle da salinidade constitui um aspecto importante do uso seguro da irrigação com água salina, necessitando uma compreensão de como os processos hidrológicos afetam o acúmulo de sais e de como as atividades de irrigação e cultivo afetam o solo. As águas salinas raramente contêm bastantes sais para causar injúrias de imediato às culturas, a menos que ocorra contato direto com as folhas. No entanto, a concentração de sais solúveis nos solos aumenta com a irrigação, pois, com a evapotranspiração, os sais das águas permanecem no solo. Deste modo, os problemas de salinidade podem evoluir, com o tempo, pelo uso da água salina, desde que técnicas de manejo não sejam adotadas.

Richards (1954) e Pizarro (1978) afirmam que no processo de concentração de sais no solo, em virtude da precipitação de carbonatos de cálcio e de

magnésio, bem como de sulfato de cálcio, há um aumento da concentração relativa de sódio, que pode substituir o cálcio e o magnésio trocáveis, dando início ao processo de alcalinização do solo causando problemas de impermeabilização. Segundo (PEREIRA, 1977 e DAKER, 1988), prejudicam o desenvolvimento radicular das plantas.

Segundo Greenway e Munns, (1980), o aumento na concentração de solutos em plantas submetidas a estresse desempenha um papel fundamental no equilíbrio osmótico e na proteção de enzimas em presença de elevadas concentrações de eletrólitos no citoplasma.

Para Bohn *et al.* (1985) um solo salino-sódico apresenta tendência ao tornar-se sódico, pois no processo de lixiviação, os sais solúveis são removidos de forma mais rápida em relação ao sódio trocável, com isso reduzindo a permeabilidade ou condutividade hidráulica.

Conforme Oster & Frenkel (1980), do ponto de vista físico, os solos alcalinos (sódico) na maioria dos casos, apresentam uma reduzida taxa de infiltração, elevada capacidade de retenção de água, baixa porosidade, permeabilidade e drenagem, o que dificulta a lixiviação dos sais.

El-Swaify & Swundale (1968) ao estudarem a dispersão de argila em solos irrigados observaram que os danos causados pela concentração salina, representam menos prejuízo, quando comparado ao do sódio trocável.

Szabolcs 1983 e Melo *et al.* (1988) observaram que o grau de floculação dos solos afetados por sais reduz com o aumento da condutividade elétrica da solução. Assim um solo sódico possui menor grau de floculação de argila que um solo salino-sódico, portanto, menor será a permeabilidade e movimento de água ao longo do perfil.

Existem várias classificações de solo afetadas por sais, sendo as mais importantes a russa, francesa e americana. A classificação russa combina os princípios da pedogênese, geoquímica dos sais e fisiologia vegetal. Contudo, a classificação mais simples e mais prática tem sido a americana (RICHARDS 1954). Essa classificação é baseada na concentração de sais solúveis expressa por meio de (CE) extraída da solução do solo e da percentagem de sódio trocável do solo (PST). A (CE) indica os efeitos da salinidade sobre as plantas, enquanto que, a PST indica os efeitos do sódio sobre as propriedades do solo.

Embora sejam considerados como sódico solo com $PST > 15$, vários trabalhos publicados na literatura têm mostrado efeitos do sódio sobre a estrutura do solo, mesmo sob níveis inferiores, o que parece ser mais prudente considerar como sódicos solos com $PST > 7$ (PIZARRO 1978). Desta forma foi classificado por (MASSOUD 1971). Na tabela 2, estão contidas a classificação de acordo com (RICHARDS 1954) e a proposta por (MASSOUD 1971).

TABELA. 2 Classificações de solos afetados por sais

	RICHARDS 1954	MASSOUD 1971
Solos Normais	CE < 4 PST < 15	CE < 2 PST < 7
Solos salinos	CE > 4 PST < 15	CE > 2 PST < 7
Solos sódicos	CE < 4 PST > 15	CE < 2 PST > 7
Solos salino-sódicos	CE > 4 PST > 15	CE > 2 PST > 7

Qualquer que seja a técnica de manejo e recuperação, o objetivo é transformar o solo salino-sódico em um solo normal, isto é, sem riscos de sais, ou em um solo ainda com problemas de natureza tóxicas e osmóticas, mas que permitem a germinação, crescimento e produção da maioria das plantas cultivadas como foi observado por (PEREIRA & SILVA 1977 E PEREIRA *et al.* 1986).

Para Kovda (1964) e Damaceno (1978), qualquer que seja a técnica adotada para recuperação de um solo alcalino, não terá efeito significativo caso não haja drenagem que permita a lixiviação dos sais resultantes do processo de troca catiônica, entre o sódio absorvido no complexo sortivo e o cálcio do corretivo.

Segundo Richards (1954) e Daker, (1970) no processo de recuperação dos solos salino-sódico, por apresentarem teores elevados de sódio trocável, além da aplicação de corretivos químicos necessita de um sistema de drenagem eficiente para permitir a lixiviação dos sais.

Govinda Rajan & Murthy, (1969) para correção dos solos salino-sódicos por conveniência de custos econômicos e disponibilidade, o corretivo mais utilizado apesar da baixa eficiência, é o gesso agrícola.

2.5 Corretivos e seus efeitos sobre as características do solo

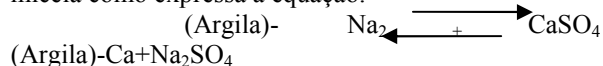
Nos solos salino-sódicos que apresentam problemas de sais solúveis e de sódio no complexo de troca e, em solos sódicos que quase sempre possuem sódio ligado ao complexo de troca há necessidade de se trocar o sódio do solo pelo cálcio do corretivo, ampliação do sistema de drenagem e manutenção do nível da unidade que permita a solubilidade do corretivo.

Conseqüentemente ocorra o deslocamento e posterior a lixiviação do sódio do solo, de tal modo a permitir a germinação, crescimento das plantas. (DARKER 1970, ABEL SALAN 1983 E CAVALCANTE 1984).

Segundo Abel Salan (1983), o corretivo químico mais eficaz é o cloreto de cálcio, porém o

mais utilizado por ser menos oneroso é o gesso, apesar de ser menos solúvel.

Segundo Kelley (1961) a aplicação do gesso como corretivo dos solos apresenta várias vantagens. O gesso desloca efetivamente o sódio adsorvido na micela como expressa a equação.



Segundo Szaboles (1974) conforme a concentração de argila um solo salino-sódico pode apresentar elevado flocos de microporos que resulta em uma alta força de retenção de água. Nesse sentido a aplicação de gesso provoca, apesar de lentamente, a troca de sódio trocável do solo pelo cálcio do corretivo promovendo a dispersão da argila floculada, e conseqüentemente, há uma melhoria na capacidade de drenagem do solo, reduzindo a força de retenção da água, como constatado por (KANWAR & BHUBLA 1969).

Para Sampaio (1988) a aplicação de gesso agrícola a um solo salino-sódico ao nível de 100% de sua exigência de cálcio, nem sempre produz resultados positivos na melhoria das propriedades físicas do solo. Considerou o autor que o mais alto declínio na retenção de água, a maior lixiviação de sais e o maior volume da água drenada foram obtidas para a dose de 50% da necessidade de gesso do solo.

Morais (1990) ao fornecer gesso agrícola a um solo salino-sódico incorporando-o a 10 cm de profundidade da superfície do solo, verificaram maior eficiência sobre a condutividade hidráulica e lixiviação dos sais, quando o corretivo foi incorporado. Observou também, o aumento mais significativo para este método de aplicação do gesso sobre o aumento da macro e redução da microporosidade quando a umidade foi mantida próxima ao valor da capacidade de campo.

Araújo (1992) em tratamento submetido em solo salino-sódico incorporou gesso e constatou que a condutividade elétrica do solo foi reduzida de 22 dSm⁻¹ para 4,01dSm⁻¹ e a PST de 45,54% para valores de

15%, indicando melhoria nas propriedades químicas do solo.

Sampaio (1993) ao observar um solo salino-sódico tratado com gesso constatou que apesar do corretivo ter promovido melhoria da condutividade hidráulica e redução da dispersão de argila e retenção de água, a diminuição da condutividade elétrica (CE), como também a percentagem de sódio trocável dos extratos de saturação, não foi suficiente para garantir a melhoria das características do solo.

A extração de um volume expressivo de argila e de materiais rochosos de uma localidade, em todas as suas fases, envolve atividades que provocam impactos para o meio físico e biótico, acarretando problemas sócio-econômicos. Alguns desses impactos dependem de fatores como tipo de minério, técnicas de extração e beneficiamento, o que requer diferentes medidas para a recuperação ambiental (WILLIAMS *et al.* 1997).

Embora exista uma preocupação ambiental, por parte das empresas e dos órgãos ambientais, a indústria do caulim ainda causa transtornos, como a produção excessiva de particulados, gerados durante o transporte de caulim (matéria-prima bruta) e produção de rejeitos (resíduos). Esses resíduos, quando secos, transformam-se em pó, com a ação dos ventos, esse pó espalha-se pelas ruas e avenidas, poluindo o ar, comprometendo o aspecto visual do local onde a empresa atua. Empresas localizadas em centros urbanos são as que mais prejudicam o meio ambiente. (ENVIRONMENT, 1992).

O caulim é um tipo de argila constituída predominantemente por caulinita. Algumas vezes, o caulim vem acompanhado por mica, feldspato, quartzo, turmalina, entre outros (SKINNER, 1970). É um material inorgânico, atóxico, incombustível, insolúvel em água, imputrescível, neutro, imune ao ataque de microorganismos e mudanças bruscas de temperatura (COMIG, 1994).

As principais aplicações industriais do caulim incluem: cerâmicas, cargas para tintas, borrachas, plásticos e cobertura para papel (SMART & ZBIK 1998).

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 1991), as reservas brasileiras de caulim são de 708.296.856 ton, demonstrando que na última década houve um acréscimo de cerca 13,1%. Essa situação pode ter sido ocasionada pela maior fiscalização, que promoveu a reavaliação das áreas, concessões de lavras, através de novas pesquisas e aprovações de relatórios de pesquisa.

Para Weiss (1983), a origem da mamona não é bem definida. Uma das razões é a facilidade e rapidez, com que se estabelece como planta nativa, no entanto tudo leva a crer que ela seja originária do oeste da África mais precisamente na Etiópia.

O Brasil, atualmente, ocupa a terceira posição, atrás da Índia e da China, sendo o estado da Bahia o principal estado produtor detendo cerca de 90% da produção nacional (SANTOS, 2001). Entre

esses fatores, pode-se citar o uso de sementes não-melhoradas e a adoção de práticas agrícolas inadequadas (SAVY FILHO *et al.*, 1999).

A cultura da mamona tem grande importância para a economia do semi-árido nordestino, por sua resistência à seca, como fator fixador de mão-de-obra, gerador de emprego e de matéria-prima indispensáveis ao desenvolvimento da região e do País (AZEVEDO *et al.*, 1997).

A mamoneira é uma planta de morfologia e fisiologia complexas, de crescimento dicotômico, polimórfica, e de metabolismo fotossintético C3, ineficiente, com elevada taxa de fotorespiração, apesar de se tratar de uma espécie que gosta de sol, (heliófila) que apresenta 12 estádios de desenvolvimento (MAZZANI, 1983, WEISS, 1983, MOSHKIN, 1986 e BELTRÃO *et al.* 2001).

Para Popova e Moshikin (1986), a mamoneira possui forte e penetrante sistema radicular, atingindo profundidades superiores a três metros, podendo chegar a até seis metros, sendo considerada uma planta de elevada resistência à seca, e xerófila (AMORIM NETO *et al.*, 2001), porém sensível ao excesso de umidade por períodos prolongados (HEMERLY, 1981), em especial na fase inicial e na fase de frutificação (SILVA, 1981).

Segundo Duque (2004), O emprego cada vez mais variado do óleo da mamona, a procura crescente e o tratamento da torta para alimentação do gado, tornaram muito importantes o cultivo dessa oleaginosa. A produção mundial ultrapassar as 700.000 toneladas. A Índia é o país maior produtor. O Brasil produziu 310.000 toneladas de bagas, em 1964, sendo o Estado da Bahia responsável por quais 140.000.

Fatores como temperatura, características físicas do substrato, umidade profundidade de plantio, disponibilidade de oxigênio influenciam no processo de germinação e emergência das plântulas (SEVERINO *et al.*, 2004)

Segundo Beltrão (2004) um novo recurso que começa a ser estudado pelos técnicos é a tecnologia para produção de mudas; espera-se que o plantio com mudas minimize os problemas decorrentes da escassez de água nas regiões onde a oferta de água compromete principalmente a fase do plantio.

A germinação, que é a reativação dos pontos de crescimento do embrião, significa o início da fase esporofítica da mamoneira no caso desta cultura, as substância de reserva par nutrir o embrião nas suas fases iniciais estão no endosperma, tecido triploide, que contém aproximadamente, 18% de proteínas e 64% de óleo (STREET & OPIK, 1974) sendo a fonte de energia e aminoácidos para o embrião, após o processo de digestão (ESAU, 1974)

A semente da mamoneira apresenta dormência de até um ano, porém com removimento da carúncula e parte do tegumento, ela pode germinar logo após a colheita (WEISS, 1983)

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no período dos meses de maio a junho do ano de 2006, e teve por base as técnicas apresentadas por (FILHO & SANTOS 2002) com procedimento de campo e laboratório de acordo com a Associação Brasileira de Normas e Técnicas.

O trabalho foi realizado com material de solo do perímetro irrigado engenheiro Arco Verde,

localizado no município de Condado – PB, estando situado pelas coordenadas geográficas à latitude sul 6°54' 30", e longitude oeste 37°35' 50" (DNOCS/3ª DR, 1971). Pluviosidade média anual de 719 mm, temperatura variando entre 28° a 35°C. Após destorroado foi passado numa malha de 4 mm.

As amostras foram coletadas a uma profundidade entre 0 – 30 cm, para o solo salino-sódico como também para amostra do solo normal, em uma área de topografia plana. Nas tabelas 3 e 4 apresentam respectivamente as características químicas para os solos salino-sódico e normal.

TABELA 3. Características químicas do solo sódico.

pH	CE	Ca	Mg	K	Na	PST
	dS.m ⁻¹	-----cmol _c .dm ⁻³ -----				
6,6	1,75	1,87	3,01	0,67	17,47	13,09

TABELA 4. Características químicas do solo Normal.

pH	CE	Ca	Mg	K	Na	PST
	dS.m ⁻¹	-----cmol _c .dm ⁻³ -----				
8,10	1,79	6,62	7,13	1,47	6,15	2,15

O ensaio experimental foi realizado em casa de vegetação do laboratório da Faculdade de Agronomia de Pombal da FESC, conforme pode ser visualizado na figura 1. “O município de Pombal - PB está situado pelas coordenadas geográficas a 06°77' 28" de latitude sul e 37°80' 167" de longitude oeste com 185 metros acima do nível do mar zona fisiográfica do baixo sertão do Piranhas, na fachada ocidental do estado da Paraíba, integrando a microrregião n°. 95 depressão do Alto Piranhas. Apresenta clima quente seco, com temperatura variando entre 18°C para média das mínimas e 39°C para a média das máximas, a média das precipitações pluviométrica anual é de 700 mm.



FIGURA 1. Casa de vegetação adaptada para os ensaios experimentais, como também visualiza a unidade experimental com detalhe para o dreno na parte inferior do vaso.

O rejeito de mineradora de caulim foi coletado em uma mineradora localizada à margem da rodovia 230, próximo ao município do Junco - PB,

após ser coletado foi transportado em sacos até a cidade de Pombal. Em seguida, o material foi passado em peneira de quatro mm de malha, e durante sete dias se fez duas lavagens diárias conforme visualização na figura 2. O solo destorroado foi passado em peneira de quatro mm de malha, acondicionado em vasos plástico de 6 litros, em que na parte inferior continha um dreno para lixiviação das suspensões conforme pode ser visualizado na figura 1. A medida adotada para o preparo do substrato foi o volume em litros, devido o solo e o rejeito, ambos possuem densidades diferentes. Para cada vaso dos cinco tratamentos com rejeito foram acondicionados 6 litros de substrato, distribuído nas seguintes proporções:

T₄ 10% de rejeito: 21,6 L de solo + 2,4 L de rejeito

T₅ 20% de rejeito: 19,2 L de solo + 4,8 L de rejeito

T₆ 30% de rejeito: 16,8 L de solo + 7,2 L de rejeito

T₇ 40% de rejeito: 14,4 L de solo + 9,6 L de rejeito

T₈ 50% de rejeito: 12 L de solo + 12 L de rejeito

A soma do volume total de cada tratamento totaliza em vinte e quatro litros, que foram distribuídos em quatro vasos de seis litros.



FIGURA 2. Rejeito de caulim usado no experimento após uniformização da granulometria em uma malha de 4 mm e submetido a uma lavagem de sete dias.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, a unidade experimental foi constituída de um vaso plástico contendo seis litros do composto. Os tratamentos foram assim distribuídos: 06 tratamentos com solo sódico tratados com doses crescente de rejeito (00, 10, 20, 30, 40 e 50%), 01 tratamento com solo sódico e outro com solo normal representando a testemunha absoluta, cada tratamento composto com 4 repetições, pode ser visualizado na figura 3.



FIGURA 3. Mostra como foram distribuídos os tratamentos.

O método usado para determinar a necessidade de gesso foi usando o teor de sódio trocável existente no solo através do seguinte cálculo: Usando a fórmula proposta por (CHAMCHAN & CHAUCHAN) $Y = 1,1(x) - 0,52$, onde:

NG: Necessidade de gesso

Y: quantidade de em meq/100g de gesso por solo;

X= sódio do solo;

1,1 e 0,52= constante da equação:

Dados do solo:

Na= 17,47 mols/dm³

PH= 6,6

Substituindo na fórmula temos:
 $Y = 1,1(17,47) - 0,52 = 18,6$ meq/100g de solo, para converter esse resultado em gramas por quilo de solo, precisamos usar o equivalente grama do gesso mais a água, que vai reagir com o sódio do solo. Então:

$CaSO_4 + H_2O$ possui 172g / 2 = 86g

Então: $NG = Y * g * 10/1000 = 18,6 * 86 * 10/1000 = 15,9$ g de gesso para cada quilo de solo.

Assim aplicou-se 95,9g de gesso para cada vaso.

Todos os vasos durante quinze dias foram submetidos a período de incubação com 70% de sua capacidade de campo.

Foi realizada lavagem em todos os tratamentos exceto a testemunha absoluta. Após a lavagem todos os vasos receberam uma adubação com os macronutrientes primários (NPK) nas seguintes proporções abaixo discriminadas, sendo o nitrogênio fornecido em duas parcelas no ato do plantio e com 30 dias após, e os demais elementos foram aplicados em fundação.

N 2,5g de Sulfato de amônia por vasos;

P 5,56g de Superfosfato simples em cada vaso;

K 2,5g de Cloreto de potássio por cada vaso;

As sementes utilizadas no experimento foram da cultivar BRS 149 (Nordestina), em que após a

seleção foram umedecidas durante vinte e quatro horas submersas na água. Em cada vaso foram semeadas seis sementes, que após a germinação foi realizado desbaste deixando duas plântulas por vaso, servindo posteriormente para medição do diâmetro de caule, altura de plântula e número de folhas. O diâmetro do caule foi medido com auxílio de paquímetro, enquanto na altura de plântula utilizou-se régua graduada.

Na irrigação, utilizou-se água do sistema de abastecimento local, sendo irrigado de acordo com as necessidades hídricas da planta para atender a demanda evapotranspiratória. Com auxílio de uma balança foi feita lâmina de reposição com 70% da capacidade de campo do solo, que permaneceu durante todo experimento.

Os testes de índice de velocidade de germinação e percentual de germinação foram estabelecidos conjuntamente, enquanto as avaliações das plântulas foram realizadas diariamente, sempre no mesmo horário iniciando no sétimo dia após a semeadura, prolongando-se até o décimo sexto dia.

Ao fim do teste, com os dados do número de plântulas normais, calculou-se o índice de velocidade de germinação empregando-se a fórmula de (MGUIRE, 1962) a qual é uma das mais usadas.

$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$; onde:

IVG= índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda e na última contagem.

N_1, N_2, N_n = número de dias de semeadura na primeira, segunda e última contagem.

A fórmula acima citada foi digitada em um programa de computador, onde encontramos os valores para índice de velocidade de germinação e o percentual de germinação para cada tratamento.

Os resultados de índice de velocidade de germinação, percentual de germinação, diâmetro de caule, altura de plântula e número de folhas foram interpretados com base na análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% e 1% de probabilidade, utilizamos o programa de estatística (ASSISTAT) da Universidade Federal de Campina Grande-PB, conforme demonstrados nos Resultados e discussões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou significância para os tratamentos consequentemente procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. De acordo com os dados apresentado na tabela 5 e 6 e nos gráficos, observa-se efeitos significativos para as variáveis percentual de germinação, índice de velocidade de germinação e altura de plântulas. A variável diâmetro de caule e número de folhas, não foram afetados pelos percentuais de rejeito de caulim.

TABELA 5. Resumo da análise de variância para o percentual de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro de caule, altura de plântula e número de folhas.

	Germ(%)	IVG	Diam (mm)	Caule	Alt de Plântulas (cm)	Nº de Folhas
F	5.0195**	3.6468**	0.9668 ^{ns}		4.9857**	1.3574 ^{ns}
CV(%)	24.157	24.963	29.00		27.141	30.101

*significativo a nível de 1% de probabilidade, ^{ns} Não significativo estatisticamente.

TABELA 6. Resultados médios de percentual de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro de caule, altura de plântulas e número de folhas.

Trat	Germ(%)	IVG	Diam Caule (mm)	Alt de Plântulas (cm)	Nº de Folhas
Normal	83.25 ab	0.438ab	5.375 a	20.750 a	3.500 a
Gesso	87.25 a	0.483 a	5.525 a	20.875 a	4.000 a
0%	50.000 bc	0.294 ab	4.750 a	13.000 ab	3.000 a
10%	71.00abc	0.422 ab	4.625 a	13.250 ab	2.750a
20%	75.00 ab	0.408 ab	4.750 a	12.250 ab	3.250 a
30%	67.00 abc	0.382 ab	4.375 a	12.750 ab	2.750 a
40%	50.00 bc	0.294 ab	3.625 a	11.625 b	2.250 a
50%	37.500 c	0.225 b	3.875a	9.000 b	2.875 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

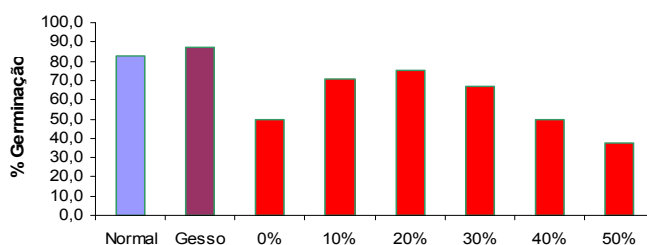


Figura 1 - Percentual de germinação de sementes de mamona usando-se oito tratamentos FAP - Pombal 2006

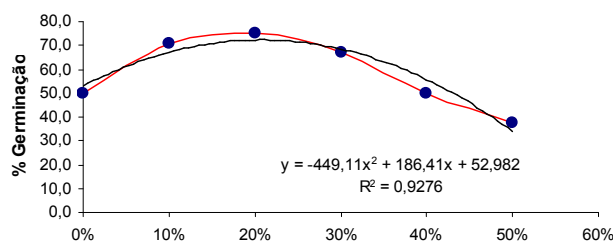


Figura 2 - Regressão quadrática dos percentuais de germinação para seis tratamentos com caulim. FAP - Pombal 2006

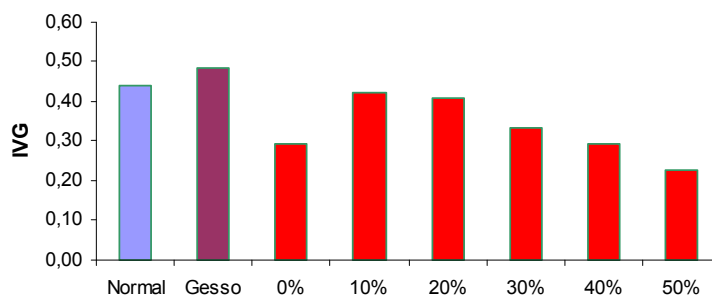


Figura 3 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de mamona de mamona usando-se oito tratamentos FAP - Pombal 2006

Conforme dados apresentados na tabela 6, que na variável percentual de germinação, os percentuais de aplicação de rejeito de caulim com valores de 10 à 30% foram estatisticamente equivalentes quando comparados ao solo normal e o tratamento corrigido com gesso agrícola, porém superiores às doses de 40 e 50%, indicando que houve uma inibição no percentual de germinação e índice de velocidade de germinação para doses de 40 e 50% de caulim.

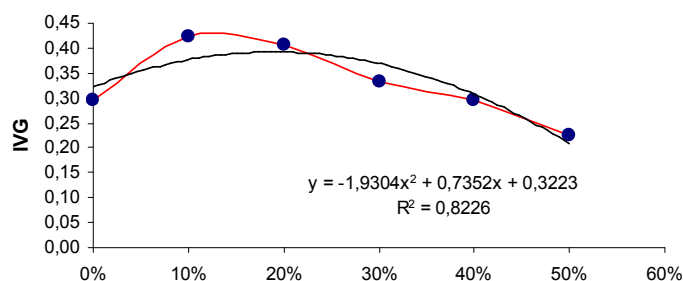


Figura 4 - Regressão quadrática para o índice de velocidade de germinação (IVG) para seis tratamentos com caulim. FAP - Pombal 2006

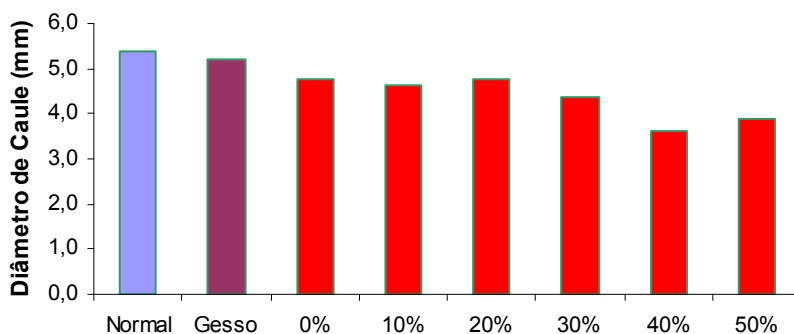


Figura 5 - Diâmetro de caule plântulas de mamona (oito tratamentos) FAP - Pombal 2006

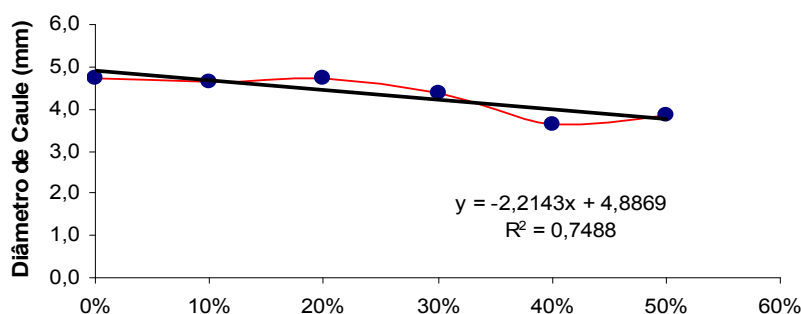


Figura 6 - Regressão linear para diâmetro de caule seis tratamentos com caulim. FAP - Pombal 2006

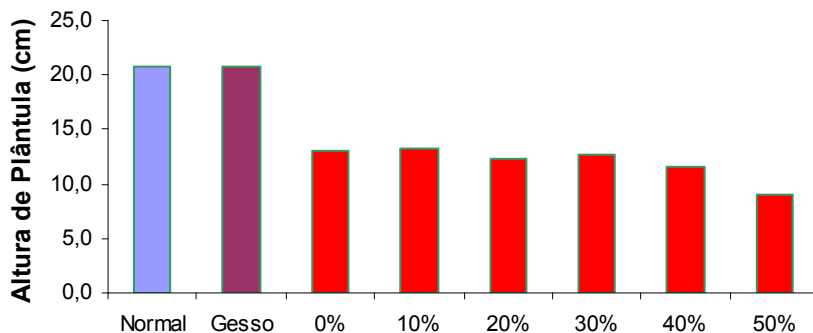


Figura 7 - Altura de Plântulas de mamona oito tratamentos. FAP - Pombal 2006

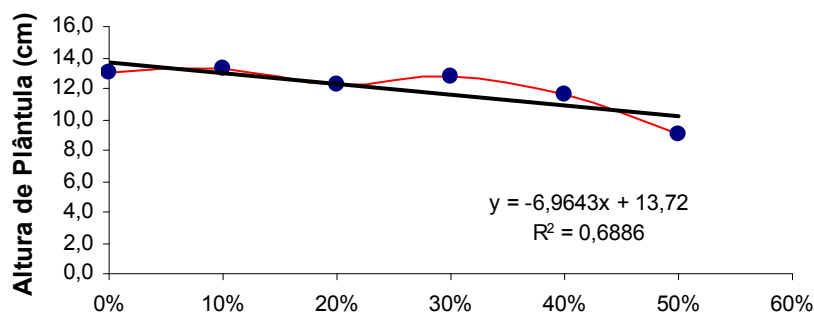


Figura 8 - Regressão linear para altura de plântulas seis tratamentos com caulim. FAP - Pombal 2006

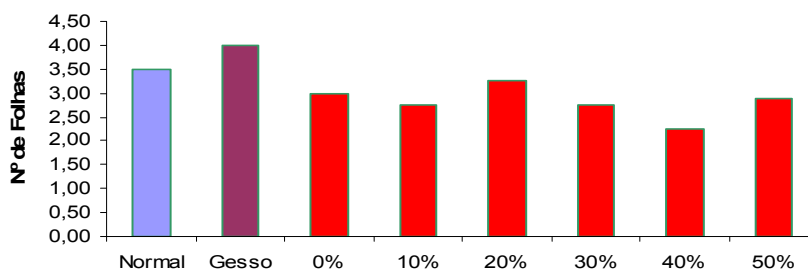


Figura 9 - Número de folhas de plântulas de mamona oito tratamentos. FAP - Pombal 2006

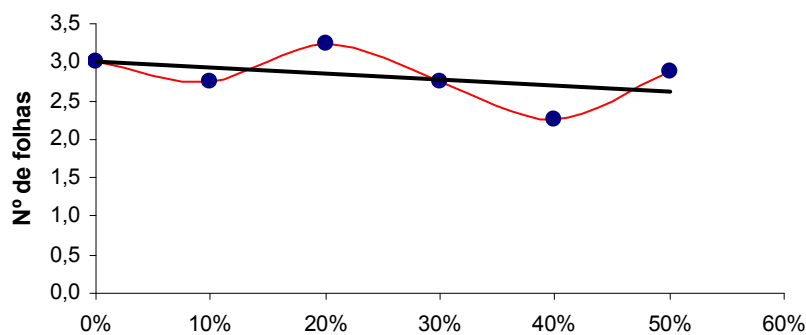


Figura 10 - Regressão linear para número folha seis tratamentos com caulim. FAP - Pombal 2006

Sendo o índice de velocidade de germinação função do percentual de germinação, o efeito foi semelhante para todos os tratamentos. Já para a avaliação do parâmetro diâmetro de caule observou-se não haver diferença estatística entre os tratamentos utilizados no experimento conforme os gráficos. Resultado semelhante foi observado por (PORTO et al, 2004), quando avaliou a produção de mudas de moringa (*Moringa oleifera*) sob a influência de doses crescente de rejeito de caulim na composição do substrato. Observou também que o diâmetro das plantas não apresentou efeito significativo, independente da dose de caulim, já com relação à altura de planta e produção de matéria seca, as doses de caulim responsáveis pela melhor eficiência foram 11,69% e 10,65% respectivamente.

Para a variável altura de Plântula, os percentuais de 0% a 50% não causaram diferença significativa em relação ao solo normal e corrigido com gesso agrícola, porém observa-se diferença significativa para as doses de 40% e 50% em relação ao solo normal e corrigido, indicando que altas percentuais de rejeito inibem o crescimento das plântulas. Já para o parâmetro número de folhas não foi observado nenhum efeito significativo entre as médias para todos os tratamentos.

O percentual de germinação e o IVG apresentaram alta correlação quadrática conforme atesta o coeficiente de correlação, 0,92 e 0,82 respectivamente. O máximo percentual de germinação foi calculado como sendo 20,75% e o máximo IVG foi alcançado com 19,57% de rejeito de caulim.

CONCLUSÕES

1. Após a realização do experimento e análise e interpretação dos dados detectou-se que:
2. A aplicação de rejeito de caulim em doses de 10 a 30% teve efeito equivalente aos observados para solo normal e corrigido com gesso para percentual de germinação e o índice de velocidade de germinação;
3. Doses de rejeito de caulim acima de 30% causaram inibição no percentual de germinação e para o índice de velocidade de germinação;
4. Para altura de plântulas as doses de rejeito de caulim até 30% não diferiram do solo normal e corrigido com gesso;
5. As doses de 40 e 50% afetaram a altura de plântulas quando comparadas com solo normal e corrigido com gesso;
6. Diâmetro de caule e número de folhas não foram afetados por nenhum tratamento;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL SALAM, M.A. Uso de gesso na correção de solos alcalinos do Egito. Cavalcante, I. f. Trad. In: **Congresso brasileiro de manejo e conservação de solos**, 5. Areia, 1983. Anais- Areia, 1983. Original em Inglês.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A.E. de; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37- 61.

ARAÚJO, R.C. Uso de gesso e matéria orgânica no manejo de um solo alcalizado. Areia, 1992. 54p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solos)- Universidade Federal da Paraíba.

ARNON. I. Crop production in dry regions, London: L. Hill. 1972. 650p.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na irrigação**. Campina Grande PB. UFPB. Tradução de Gheyi, H. R.; Medeiros, J, f.; Damaceno, F.A.V., 1991. 218P.

AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; SOARES, J.J.; VIEIRA, R.M.; MOREIRA, J. de A.N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis L.*) no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. 52p. Circular Técnica, 25

BELTRÃO, N. E. de M.; **pesquisa com mamona pode viabilizar biodiesel brasileiro**. Embrapa Algodão. Campina Grande- PB. Agosto. 2004.

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 37-61.

BOHN, H.L.; McNEAL, B.L.; O CONNOR, G.A. **Soil chemistry**. New York, John Wiley & Sons, 1985. 341p.

CAVALCANTE, L. F. **Efeito do fosfogesso em solos salinizados da Paraíba cultivados com feijão vigna (*Vigna unguiculata L. Walp.*)**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1984. 95p Universidade de São paulo, Tese de Doutorado).

CHAMCHAM, R.P.S. & CHAUCHAN, C.P.S. A modifications to schoonover's method of gypsum

- requirement determinations of soil. **Australian journal of soil research**, Canberra, v. 17, p. 367-70, 1979.
- CHAPMAN, V. J. The Salinity problem in General, Its Importance, and Disbution with **Special Reference to Natural Halophytes**. In POLJAKOF MAYBER, A. & J. GALE.
- COMIG - Companhia mineradora de Minas Gerais. Apostila. 1994. 15p
- DAKER, A. **A água na agricultura**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, V. 3, 1988. 458p.
- DAKER, A. **A água na agricultura**. Manual de Hidráulica Agrícola, Irrigação e Drenagem, 5ª ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1970.45p, 3v.
- DAMACENO, J.H. Informe de drenagem e salinidade nos perímetros de departamento de obras contra as secas. Anais da 1ª Reunião sobre Salinidade em Áreas Irrigadas. **Anais**. Fortaleza- Ceará, 1978. p 113-123.
- DINIZ, I. A. **Comportamento de Plantas de feijão guandu num solo salinizado tratado com matéria orgânica e drenagem**. Areia-PB: Universidade Federal da Paraíba,1995 62p. Dissertação (Mestrado).
- DNOCS/3ª DR. **Aproveitamento hidroagrícola de açude público engº arco verde-PB**. Ministério do interior. Departamento Nacional de obras contra as secas. 1971
- DNOCS/ATER. **Levantamento do perímetro irrigado engenheiro arco verde**. 2001
- DNPM _ Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro. Brasília, 1991. 670p.
- DUQUE, Jose Guimarães. **Perspectives nordestina**. Jose Guimarães Duque.- 2ª ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 424p. Il
- EL-SWAIFY, S.A., SWUNDALE, L.D. Hydraulic Conductivity of some tropical soils as a guide to irrigation water quality. In: **Internacional Congress of Soil Science transations**, 9 Adelaide, 1968. proceeding... s.n.t. v.1, p381-389.
- ENVIRONMENT, LEVANTAMENTOS E PROJETOS. **Dossiê de ambiência do município de Ubá-MG**. Santa Maria - RS, 1992. 163p.
- ESAU, K. A semente. In; ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Gud Blucher, 1974. p. 256-263.
- FAGERIA, N.K.; GHEYI, H.R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In:
- GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; NEDEIROS, J.M.(eds). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p.363-383.
- FILHO,D. P. & SANTOS, João Almeida. **Metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Ed. Futura, 2002.
- GOVINDA RAJAN, S.V., MURTHY, R.S. Physico-chemical properties of some aluvial soil containing high sodium carbonate in the Indo-Gangetic basin. In: **Symposium on the reclamation of sodic and soda-saline soil**. Yervan, 1969.
- GREENWAY, H. and MUNS, R. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, 31:149,190 1980.
- HEMERLY, F.X. **Mamona: comportamento e tendências no Brasil**. Brasília, Embrapa-DID, 1981. 69p. (EMBRAPA-DTC. Documentos, 2).
- HERBRON. D. Os problemas de salinização na região de. Recife: SUDENE, Divisão de Documentação, 1967. 17p.
- HHODA, P.S., YAMADAGNI, R. Salt tolerance of guava (*Psidium guajava* L.) and aonla (*Eucublica officinalis*) at germinbation stage. **Seeds Abstracts**, Wsllingford, v. 15, n. ll, 1992.. 454p.
- KANWAR, J.S., BHUBLA, D.R. Physico-chemical characteristics of sodic soil of the Punjab and Maryana and their amelioration by the use of gypsum. In: **Symposium on the reclamation of sodic and soda-saline soils**.Yerevan, 1969.
- KAUL, M.K., P.K., BAKSCHI, R.K. Note on offect of diferent salts and seed germination of *Psidium guajava* L. cv. L-49 (Sardar). **Current Agriculture**, Kaul, v. 12, n. 1-2, p.83-85, 1988.
- KELLEY, W. P. **Alkali soil, their formation properties and reclamtiori**. New York, Reinhold Publishing Corporation, 1961, 176p.
- KOVDA, V.A. La aplicacion del drenage en la recuperacion de suelos salinos. Academia de Ciências de la URSS. Traducion del Russo por Jesus Lopes Llanes. 1964. 217p.
- LIMA, R.L.S. de. **Comportamento de três leguminosas em solo salinizado tratado com matéria orgânica**. Areia-PB: Universidade Federal da Paraíba. 1992, 38p. Dissertação (Graduação em Agronomia). 1992, 38p.
- LUCENA, E.R., SILVEIRA, R.I. CAVALCANTE, L.F. Germinação de feijão-de-corda e sorgo forrageiro

- num solo salino-sódico tratado com fosfogesso industrial. In: **Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Solos**. Areia-PB CCCA/UFPB ANO-V p.29-39. 1983.
- MAAS, E.V. Salt tolerance of plants. **Applied agricultural research**, v. 1, p:12-16, 1984.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance. Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, V. 103, p. 115-134, 1977.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop sci.**,2(1): 176-7, 1962.
- MASSOUD, F.I. A note on the need for accepted definitions and methods of characterization of salt-affects soil. IRYDA: Informations. **International society soil science**. Reunion de la subcomision de suelos salinos, Servilha, Espana. 1971.
- MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas: tártago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. p. 277-360.
- MEDEIROS, E.V. de **Efeito da salinidade na água de irrigação sobre a germinação, vigor de sementes e desenvolvimento de plantas de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch*)**. Areia-PB: Universidade Federal da Paraíba. 1996 51p. Dissertação (Graduação em Agronomia).
- MELO, F.B., COELHO, M.A., FERREYRA H., F.F. **Efeitos do gesso e da concentração salina da água na condutividade hidráulica do solo**. R. brás. Ci. Solo, v. 12, p. 89-92. 1988.
- MORAIS, C. D. **Ação do gesso agrícola no manejo de um solo irrigado afetado por sais**. Areia, 1990. 47p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solos)- Universidade Federal da Paraíba.
- MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). Castor. NewDelhi: Amerind. 1986. p. 54- 64.
- OSTER, J.D.; FRENKEL, M. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. *Soil Sci. Soc. Amer Journal*, Madison, v. p. 41-45. 1980
- PEREIRA, E. & SILVA, I. F. Efeito de diferentes níveis de gesso na correção de solos salinos-sódicos do perímetro irrigado de Poço da Cruz. In: **Seminário nacional de irrigação e drenagem**, 3. Fortaleza, 1977. **Anais**. Fortaleza, 1977. p. 219-234. v. 3.
- PEREIRA, J.R. VALDIVIESSO, C.R. CORDEIRO, C.G. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso de gesso. In: **Seminário sobre o uso do fosfogesso na agricultura**, 1. Brasília, 1985, Anais. Brasília, IBRAFOS/EMBRAPA/PETROFERTIL, 1986, p. 85-105.
- PERREIRA, Z. M. P. **Possibilidade de uso de água salina na recuperação de solos sódicos do perímetro irrigado de São Gonçalo**. In: III Seminário Nacional de irrigação e Drenagem, 1977, Fortaleza: Anais. Fortaleza: MINTER/ DNOCS/ ABID, 1977. P208-218
- PIZZARO, F. **Drenajen agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madri: Agrícola Española, 1978.521p
- Plants in saline environments**. New Yor, Springer-Verlag, 1975. 6- 24 (313p)
- POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botanical classification. In:MOSHKIN, V.A. (ed.). Castor. NewDelhi: Amerind, 1986. p. 11-27.
- PÔRTO, M.L; ANDRADE, L.A. de; SOUZA, A.P. de; SILVA, G.B. da; ALVES, J. do; ARRUDA, J.A. de; **Influência de doses crescente de caulim na produção de mudas de moringa (*Moringa oleifera*)**.XII Encontro da Iniciação Científica da UFPB;2004.
- PRISCO, J.T. **Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento das plantas**. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, Fortaleza, **Anais...** p. 64-112. 1978 35-45
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A. ; MASHALI. A. M. **The use saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p (FAO irrigation and drainage paper, 48).
- RICHARDES., L.A. **Diagnóstico y recuperación de suelos salinos y sódicos**, Washington: USDA, 1954. 172P. (Manual de Agricultura n, 60).
- SAMPAIO. R.A. **Efeito da lamina da água e dose de gesso agrícola sobre a lixiviação de sais de um solo irrigado**. Areia, 1988. 50p. Dissertação (Graduação). Universidade Federal da Paraíba.
- SAMPAIO. R.A. Manejo da água na recuperação de solos salinos-sódicos em colunas. Minas Gerias, 1993.75p Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.
- SANTOS, R. F. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.2001.
- SAVY FILHO, A.; BANZATO, N. V.; BARBOSA, M. Z.; MIGUEL, A. M. R. O.; DAVI, L.O. de C.; RIBEIRO, F. M. **Oleaginosas no estado de São Paulo: análise e diagnóstico:mamona**. Campinas: Cati, 1999. 39 p. (Cati. Documento Técnico, 107).

- SEVERINO, L. S.; GUIMARÃES, M. M. B.; LUCENA, A. M. de A.; COSTA, F. FX.; BELTRÃO, N.E. de M.; CARDOSO, G. D. **Emergência de plântulas e germinação de sementes de mamona plantadas em diferentes posições.** Embrapa-CNPQ, Campina Grande-PB.2004.
- SILVA, A.F. **Efeito do estresse salino sobre o crescimento, estado hídrico e nutrição do girassol.** Areia- PB Universidade Federal da Paraíba. 1996. 68p. Dissertação (Graduação em Agronomia).
- SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.
- SILVA, F.de A.S.e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6, Cancun, 1996. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.
- SILVA, W.J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, mamona e amendoim. Informe Agropecuário, v. 7 n. 82, p. 24-33, aut. 1981.
- SKINNER, B. J. **Recursos minerais da Terra.** São Paulo: Edgard Blücher, 1970. 140p.
- SMART, R. C., ZBIK, M. Nanonorphology of caolinites: comparative SEM and AFM studies. **Clay and Clay and Minerals.** v.46, n.2, p. 153-160, 1998.
- STREET, H.E.; OPIK, H. Germinação of seeds. In: STREET, H. E.; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas: crescimento e desenvolvimento.** São Paulo: Polígono, 1974. p.7-34.
- STROGONOV, B.P. **Physiological basis of salt tolerance of plants.** Telaviv: Israel, Program for Scientific Translocation, 1964. 279p.
- SZABOLCS, I **The problems of soil salinity and alkalinity in tropical agriculture.** J. trop. Agric., v.2,p. 95-109. 1983
- SZABOLCS, I. **Salt effected soils in Europa.** Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Science-Budapest, 63p. 1974.
- TAL, M.Physiological genetics of salt resistance in higher plants. In: STAPLESS, R. C and TONNIESEN. H. E. (Eds.) **salinity tolerance in plants.** John Willey and Sons,
- WEISS, E.A. Castor. In: WEISS, E.A. Oilseed crops. London: Longman, 1983, p. 31-99.
- WILLIAMS, D. D.,BUGIN, A., REIS, J. L. B. C. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração:** técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1997. 96p.

Recebido em 20/11/2009

Aceito em 12/02/2010