



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS**

**DIAGNÓSTICO DO SOLO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.) EM ÁREAS DEGRADADAS**

Aretha de Fátima Martins de Azevedo

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL
2013**

Aretha de Fátima Martins de Azevedo

**DIAGNÓSTICO DO SOLO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.) EM ÁREAS DEGRADADAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para obtenção do Grau de Engenheira Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA
De acordo com AACR2, CDU, CUTTER
Biblioteca Setorial do CSTR/UFCG – Campus de Patos - PB

A994d
2013

Azevedo Aretha de Fátima Martins de.

Diagnóstico do solo e desenvolvimento inicial de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em áreas degradadas / Aretha de Fátima Martins de Azevedo. – Patos - PB:

CSTR/UFCG/UAEF, 2013.

44 f.

Orientador: Rivaldo Vital dos Santos.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal),
Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e
Tecnologia Rural.

1 – Solo. 2 – Degradação. 3 – Recuperação. 4 –
Salinidade. I – Título.

CDU: 631.4

ARETHA DE FÁTIMA MARTINS DE AZEVEDO

**DIAGNÓSTICO DO SOLO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO PINHÃO MANSO
(*Jatropha curcas* L.) EM ÁREAS DEGRADADAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para obtenção do Grau de Engenheira Florestal.

APROVADA em 25 de abril de 2013

Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos (UAEF/UFCG)
Orientador

Prof. Dr. Alan Cauê de Holanda (CCTA/UFCG)
1º Examinador

Profa. Dra. Patrícia Carneiro Souto (UAEF/UFCG)
2ª Examinadora

Aos meus pais

Wellington José de Azevedo e Francineide Martins de Azevedo

Muito obrigada por orientar meu caminho feito de lutas e incertezas, mas também de muitas esperanças e sonhos. Obrigada por acreditar e investir em mim. Cuidado e dedicação foram quem deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. A presença de vocês significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

Dedico

A minha avó

Francisca Cirne Martins

Uma pessoa especial em minha vida, que sempre me deu carinho, amor e compreensão, sempre ao meu lado me apoiando em qualquer situação, não me deixando na mão em todas as vezes que precisei.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força nos momentos mais difíceis e iluminado meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida;

Aos meus pais Wellington e Francineide, obrigada pelo investimento que fizeram em mim, pela confiança, pela oportunidade, por sempre lutarem para que eu pudesse estudar fora, pelo amor incondicional, pelo carinho, pelo apoio, pelo exemplo de pessoas honestas e trabalhadores que são muitas vezes deixando de satisfazer suas vontades para satisfazer a minha, vocês são os melhores pais do mundo, serei intensamente grata;

A meu irmão Artur, que é exemplo de luta e força de vontade. Companheiro da vida toda, que sempre esteve comigo, me apoiando e ajudando em tudo;

A todos os familiares, avós, avôs, tios, tias e primos, por sempre sonharem e idealizarem a conclusão do meu curso, demonstrando alegria pela minha vitória alcançada, fico muito grata;

A meu padrinho Romildo pela confiança e incentivo depositada em mim, sempre apoiando meu progresso e minhas conquistas;

Ao professor Rivaldo, meu orientador, que acreditou em mim, que ouviu pacientemente as minhas considerações partilhando comigo as suas ideias, conhecimento e experiências que sempre me motivou. Quero expressar o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade, por ser um profissional extremamente qualificado e pela forma humana que conduziu minha orientação. Meus sinceros agradecimentos;

Á minha turma 2008.1, por tudo que vivemos juntos: momentos de companheirismo, amizade, divertimento que irão ficar para sempre na memória;

Aos membros da banca examinadora Alan Cauê de Holanda e Patrícia Carneiro Souto, pela disponibilidade da participação neste trabalho e pelas preciosas contribuições;

A todos os meus professores do Curso de Engenharia Florestal pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e conseqüentemente para minha formação profissional;

As meus amigos da UFCG, que estarão para sempre em meu coração;

Ás funcionárias Ednalva e Ivanice pela atenção dispensada ao longo do curso;

Aqueles que me ajudaram, contribuindo diretamente na realização deste trabalho: Marcelo Lourenço, Gírlânio, Valter Luis, Haminthas. Meu muito obrigado;

A todos os meus amigos, em especial a Hortência, Mayara, Ingrid, Leianne, Bárbara, Mhia, Cleide, Giannini, obrigada por existirem na minha vida e tornar meu mundo mais alegre. Vocês fazem parte da minha vida para sempre. Amo vocês!

A todos aqueles, que por ventura tenha se esquecido de citar seus nomes, que contribuíram para a realização deste trabalho e para o término da minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

"É triste pensar que a natureza fala e que o gênero humano não a ouve."

Victor Hugo

AZEVEDO, Aretha de Fátima Martins. **Diagnóstico do Solo e Desenvolvimento Inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em Áreas Degradadas.** 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos – PB, 2013. 44 p.

RESUMO

Dentre as práticas que degradam o ambiente-solo no semiárido pode-se citar o desmatamento da Caatinga remoção da camada superficial (decapeamento do solo) cujo um dos destinos é a indústria de cerâmica ou olarias. Assim, o presente trabalho objetivou realizar o diagnóstico dos atributos do solo que caracterizam sua degradação, propor correção e observar o desenvolvimento inicial do pinhão manso em solos degradados do semiárido Paraibano. O solo foi coletado de 0-30 cm de profundidade caracterizado química e fisicamente. Os tratamentos consistiram de solos degradados: subsolo degradado 1 (SD1), subsolo degradado salino 2 (SDS2) e Área de Caatinga desmatada (ACD) com quatro doses de fósforo (00, 100, 200, 300 mg kg⁻¹ P), e três repetições. Acrescentou-se, ainda, testemunhas absolutas, sem tratamento com fósforo, correspondentes a solo salinizado não corrigido (SSNC), solo não degradado 1 (SND1), solo não degradado salino 2 (SNDS2) e Área de Caatinga não desmatada (ACND), com 3 repetições, totalizando 48 vasos, com capacidade para 7 litros de solo. O solo degradado por sais recebeu correção com gesso agrícola, sendo incubado por 15 dias e lavado. Na semeadura foram utilizadas 4 sementes por vaso. Os resultados demonstraram que a análise do subsolo degradado revelou alta salinidade e baixos teores de fósforo e matéria orgânica, entretanto, os subsolos no semiárido apresentam intensidade de degradação extremamente diferenciada. O subsolo degradado salino exige correção com gesso para tornar possível o cultivo do pinhão manso e que a princípio recomenda-se o cultivo do pinhão manso em Caatinga desmatada e subsolos degradados do semiárido.

Palavras-chave: Solo. Degradação. Recuperação. Salinidade.

AZEVEDO, Aretha Fatima Martins. **Soil Diagnosis and Initial Development of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) in Degraded Areas**. 2013. Monograph (Graduation in Forest Engineering) - Federal University of Campina Grande, CSTR, Patos - PB, 2013. 44 p.

ABSTRACT

Among the practices that degrade the environment-soil in semiarid we can give as example the deforestation of the Caatinga, removal of the surface layer (soil stripping) where one of the destinations is the ceramics industry and pottery. So, the present study aimed to make the diagnosis of soil attributes that characterize their degradation, and propose corrective and observe the early development of the *jatropha* on degraded soils in semiarid of Paraiba. The soil was collected from 0-30 cm depth characterized physically and chemically. The treatments consisted of degraded soils: degraded subsoil 1 (SD1), degraded saline subsoil 2 (SDS2) and Caatinga deforested area (ACD) with four levels of phosphorus (00, 100, 200, 300 mg kg⁻¹ P), and three replications. We also added witnesses absolute, without treatment with phosphorus, corresponding to uncorrected salinized soil (SSNC), non-degraded soil 1 (snd1), non-degraded soil salt 2 (SNDS2) and not cleared Caatinga area (ACND) with 3 replications, totaling 48 vessels with a capacity of 7 liters of soil. The degraded soil by salts received correction with gypsum, and were incubated for 15 days then washed. In seeding were used 4 seeds per pot. The results showed that the analysis of degraded subsoil revealed high salinity and low phosphorus and organic matter, however, the basements in the semiarid have extremely different intensity degradation. The degraded subsoil saline requires correction with plaster to make possible the cultivation of *jatropha* and initially we recommended the cultivation of *jatropha* in Caatinga deforested and degraded semiarid basements.

Keywords: Soil. Degradation. Recovery. Salinity

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Solo não degradado 1 e subsolo degradado 1 (A), área de Caatinga desmatada (B) e não desmatada (C), solo não degradado salino 2 e subsolo degradado salino 2 (D)	19
Figura 2 – Altura de plantas de pinhão manso ao longo do tempo	25
Figura 3 – Número de folhas e do diâmetro do caule do pinhão manso ao longo do tempo.....	26
Figura 4 – Altura de plantas de pinhão manso em função das doses de fósforo.....	31
Figura 5 – Diâmetro de plantas de pinhão manso em função de doses de fósforo	31
Figura 6 – Massa vegetal seca da parte aérea e raiz de plantas de pinhão manso em função das doses de fósforo.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos das várias áreas.....	22
Tabela 2 – Atributos físicos das várias áreas.....	24
Tabela 3 – Altura, Número de folhas (NF) e diâmetro do colo do pinhão manso nas áreas sem aplicação de fósforo.....	27
Tabela 4 – Altura, diâmetro do coleto e número de folhas do pinhão manso nas áreas com aplicação de fósforo.....	28
Tabela 5 – Massa vegetal seca da parte aérea e raiz do pinhão manso sem aplicação de fósforo.....	28
Tabela 6 – Massa vegetal seca da parte aérea e raiz do pinhão manso com aplicação de fósforo.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. O semiárido e a Caatinga.....	14
2.2. Caracterizações da espécie	14
2.2.1 Solo e água para estabelecimento do pinhão manso.....	15
2.2.2 Importância socioeconômica.....	16
2.2.3 Produção de óleo.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização da área experimental	18
3.2. Coleta de solo e análises	18
3.3. Tratamentos	19
3.4. Instalação e condução do experimento	20
3.5 Variáveis Analisadas	21
3.6 Análises Estatísticas	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Diagnóstico do solo	22
4.1.1 Atributos Químicos	22
4.1.2 Atributos Físicos	24
4.2 Desenvolvimento e qualidade das plantas	25
5 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICES	40

1 INTRODUÇÃO

A derrubada de espécies da Caatinga, cujo destino principal é fonte de energia, que resulta na exposição do solo às chuvas de elevada intensidade, acarretando o arraste de sedimentos superficiais através da erosão, como também a redução de sua fertilidade. O impacto ambiental negativo resultante da coleta dos horizontes superficiais e do desmatamento implica também em consequências socioeconômicas desfavoráveis, já que há redução nas atividades agropecuárias, assim como o abandono e desvalorização das terras.

É comum se verificar no ecossistema Caatinga profundas interferências antrópicas que resultam em severa degradação ambiental com consequente redução na fertilidade dos solos, tornando-os pouco produtivos ou improdutivos. Dentre as práticas que degradam o ambiente no semiárido, pode-se observar a remoção da camada superficial do solo cujo destino é a indústria ceramista ou olarias, que provocam a retirada total ou parcialmente dos horizontes mais férteis para a confecção de telhas, tijolos, vasos, etc., expondo os horizontes subsuperficiais imprestáveis à agricultura, e que por muitas vezes torna-os salinizados ou cascalhentos, de forma que é necessário o uso de técnicas que exijam um manejo dispendioso para reintegrá-los à exploração agrícola.

A recuperação de áreas degradadas resolverá um grave problema ambiental e valorizará determinada área. Dessa forma, torna-se imprescindível identificar os atributos limitantes nesses solos e propor um manejo adequado visando a sua reintegração à produção agrícola, através do cultivo de espécies de expressão socioeconômica.

O pinhão manso devido a sua rusticidade e por apresentar uma fonte de óleo natural desponta como alternativa promissora a ser cultivada em solos do semiárido (ARRUDA et al., 2004).

Para a produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) poucas informações existem tanto sobre a utilidade da espécie quanto a formação de substratos recomendados, o que é frequentemente utilizados por pequenos produtores, misturas de materiais orgânicos e terra em várias proporções. Lima et al. (2009), recomendam o uso de mistura de terra e composto de lixo urbano em proporções iguais, enquanto Paulino et al. (2011), indicam utilizar substratos à base de casca de Pinus para produzir mudas de pinhão manso em tubetes. Portanto, a premente busca por informações e alternativas que visam proporcionar o melhor uso da espécie, de forma que o pinhão manso possa ser utilizado com sustentabilidade.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou realizar o diagnóstico dos atributos do solo que caracterizam sua degradação, propor correção e observar o desenvolvimento do pinhão manso em solos degradados do semiárido Paraibano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O semiárido e a Caatinga

O Semiárido brasileiro está inserido na região Nordeste do Brasil e norte de Minas Gerais, coincidindo com a região do “Polígono das Secas”. Abrangendo em torno de 900.000 km² em nove estados (GIULIETTI et al., 2006). O Semiárido é considerado uma das regiões mais habitadas do mundo, tendo uma formação vegetal predominante e bem típica, que compõe a Caatinga.

A Caatinga é um tipo de floresta que se caracteriza por apresentar dossel geralmente descontínuo, folhagem decídua na estação seca, comumente com espinhos com características xeromorfas. Contudo, há uma grande variação na vegetação, tanto do ponto de vista fisionômico, quanto do florístico (GIULIETTI et al., 2006).

O Nordeste é semiárido se caracteriza por apresentar evaporação média anual superior a 2.000 mm e temperatura média de 28 °C, e índices de insolação e precipitações pluviais irregulares, restando, assim, poucas opções agrícolas, que sustentem os produtores rurais (SUDENE, 1996).

O solo pode ser degradado tanto por modificações na sua estrutura como através da perda de seus horizontes mais férteis (CAMPELLO, 1999), como implicação desse processo, há o empobrecimento. A redução da cobertura vegetal do solo, também, está associada à degradação do solo que poderá ocasionar a erosão. Este fato causa a diminuição da profundidade dos leitos, capacidade de transporte, comprometimento da qualidade da água para os usos diversos (NOFFS et al., 2000). Os efeitos impactantes podem ser conhecidos através de indicadores de qualidade do solo são usados, estudos comparativos, cujas informações produzidas podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias de recuperação ou mitigação dos danos ambientais (SANTOS et al., 2008).

2.2 Caracterizações da espécie

A espécie *Jatropha curcas* Linnaeus pertence à família Euphorbiaceae, popularmente é conhecida como pinhão manso, é amplamente distribuída em áreas tropicais e subtropicais e

caracteriza-se, principalmente, por apresentar alto potencial para a produção de biocombustível (BRASIL, 1985).

Segundo Saturnino et al. (2005) a origem do pinhão manso ainda é bastante controversa, assim, existem relatos, de que a espécie é originária da Belém Peruana, enquanto Peixoto (1973), diz que este é procedente do Brasil e das Antilhas.

O pinhão manso possui características, como: apresentar baixo custo de sementes, é uma espécie perene, pode ser cultivada em áreas de baixa precipitação, possui elevado teor de óleo (SUJATHA et al., 2008).

Para Peixoto (1973) sua distribuição é grande devido a sua alta adaptabilidade climática, assim como às pragas, se desenvolve terrenos áridos podendo suportar longos períodos de estiagem. O pinhão manso, em períodos longos de seca, para evitar a transpiração, perde estrategicamente suas folhagens (CARVALHO et al., 2009).

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é sendo considerado uma opção agrícola para esta região por ser uma espécie nativa, exigente em insolação e com forte resistência a seca. Atualmente, essa espécie não está sendo explorada comercialmente em larga escala no Brasil, mas segundo Carnielli (2003), é uma planta oleaginosa viável para a obtenção do biodiesel, pois produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por até 40 anos. Por possuir adaptações às condições edafoclimáticas da região, o pinhão manso pode ser incluído em programas de cunho extensionista e conservacionista, revestindo-se de grande importância para a economia do semiárido brasileiro envolvendo o sertão Paraibano, tanto como cultura alternativa por sua aparente resistência à seca, quanto como fator de fixação de mão de obra, de geração de empregos e de matéria prima, indispensáveis ao progresso da região e do país.

2.2.1 Solo e água para estabelecimento do pinhão manso

A produtividade do pinhão manso varia segundo a região, do método de cultivo e tratos silviculturais, assim como a pluviosidade local (DRUMOND et al., 2008).

Segundo Ye et al. (2009) e Drumond et al. (2008) pinhão manso se desenvolve em solos tanto de baixa quanto alta fertilidade, em terrenos com alta declividade, porém, não suporta solos alagados. O pinhão manso se desenvolve bem em solos pouco compactados,

profundos, bem estruturados, de forma que permita o sistema radicular explore um maior volume de solo, atendendo a necessidade da planta.

Adicionalmente à capacidade de produzir óleo vegetal, ele é mais tolerante ao déficit hídrico que outras culturas, pouco menos exigente em nutrientes e apresenta capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas, crescendo em solos de baixa fertilidade (TEIXEIRA, 2005).

Segundo a classificação de Mass (1986), utilizada para indicar a tolerância de várias culturas a salinidade, denominado salinidade limiar da cultura, o pinhão manso pode ser classificado como uma espécie sensível à salinidade da água a partir de 25 °C e 3,0 dS m⁻¹. Para Silva et al. (2007), o acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas, associada a redução na concentração de K⁺ induzida pelo excesso de Na⁺ se justifica pela sensibilidade do pinhão manso ao estresse salino. Em experimento realizado com pinhão manso Vale et al. (2006), constataram em sua fase inicial de crescimento, após aplicarem diferentes níveis de água salina, suas variáveis de altura, números de folhas e diâmetro do coleto, 30 dias após a emergência, foram reduzidas linearmente. De igual modo, Nery et al. (2009), verificaram, que suas variáveis morfológicas foram reduzidas linearmente quando submetidas a níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, aos 163 dias após a semeadura.

2.2.2 Importância socioeconômica

O pinhão manso pode ser utilizado no manejo e conservação do solo, pois o cobre com uma camada de matéria seca, diminuindo, dessa forma, a erosão do solo e enriquecendo com material orgânico vegetal decomposto evitando, assim, enxurradas que provocam danos ao meio ambiente (PEIXOTO, 1973).

Dentre as diversas finalidades, o pinhão manso é comumente usado como cerca viva em pastos no Norte de Minas Gerais, possuindo a vantagem de favorecer o cultivo em consórcio em função de um espaçamento entre plantas como também não ocupar áreas de outras culturas (PURCINO; DRUMMOND, 1986).

Em outros continentes, como África e Ásia, estudos com a espécie geram emprego e renda para a agricultura familiar, através da fabricação de sabão (SATURNINO et al., 2005).

Na medicina popular, o látex da planta pode ser utilizado como cicatrizante como purgante, as folhas para combater doenças e raízes como diuréticas. Tanto a curcasina como o ácido jatrópico são propriedades tóxicas do pinhão manso com toxicidade igual ou superior a ricinina, conseqüentemente pode causar tanto vomito como diarreia quando da ingestão de uma única semente (PEIXOTO, 1973).

Segundo Beltrão (2006), pouco se conhece a respeito dos aspectos fisiológicos e bioquímicos da espécie pinhão manso, não existindo, por isso, cultivares definidas, de forma que algumas características agrônômicas, como por exemplo as recomendações de adubação química e orgânica, necessitam de estudos mais aprofundados.

Assim, deve-se buscar um maior interesse sobre o conhecimento agrônômico da espécie cada vez maior, tendo em vista a seleção e o aperfeiçoamento de variedades produtivas e viáveis, levando em consideração o alto potencial na produção de óleo para fabricação de biodiesel (CARNIELLI, 2003).

Em virtude disto, abrem-se grandes perspectivas para o plantio desta cultura no Nordeste (ARRUDA et al., 2004), caracterizado por áreas altamente antropizadas de baixa fertilidade.

2.2.3 Produção de óleo

Em virtude do aumento no preço do petróleo, a exploração de óleos vegetais na produção de combustíveis alternativos foi intensificada ao longo do tempo (COSTA NETO et al., 2005). Devido a isso, o potencial de produção de óleo do pinhão manso tem sido considerado elevado, chegando a 2 toneladas ha⁻¹ ano.

As sementes de pinhão manso caracterizam por apresentar uma excelente produção de óleo, semelhante ao diesel extraído do petróleo, para ser usado como combustível. (BICUDO et al., 2007).

A semente de pinhão manso pesa cerca de 0,60 g, podendo apresentar de 34 a 45% e 55 a 66% de casca e amêndoa respectivamente (DRUMOND et al., 2008). Segundo Braga (1976), a semente possui em torno de 35% de óleo, podendo ser empregado na fabricação de tinta e sabões por ser fácil de ser extraído por pressão.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido em telado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (Centro de Saúde e Tecnologia Rural – Universidade Federal de Campina Grande, campus Patos – PB). Cujas Altitude é de 242 m com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7°1'28" S, longitude 37°16'48" W do Meridiano de Greenwich. Localizado na região semiárida do Estado da Paraíba.

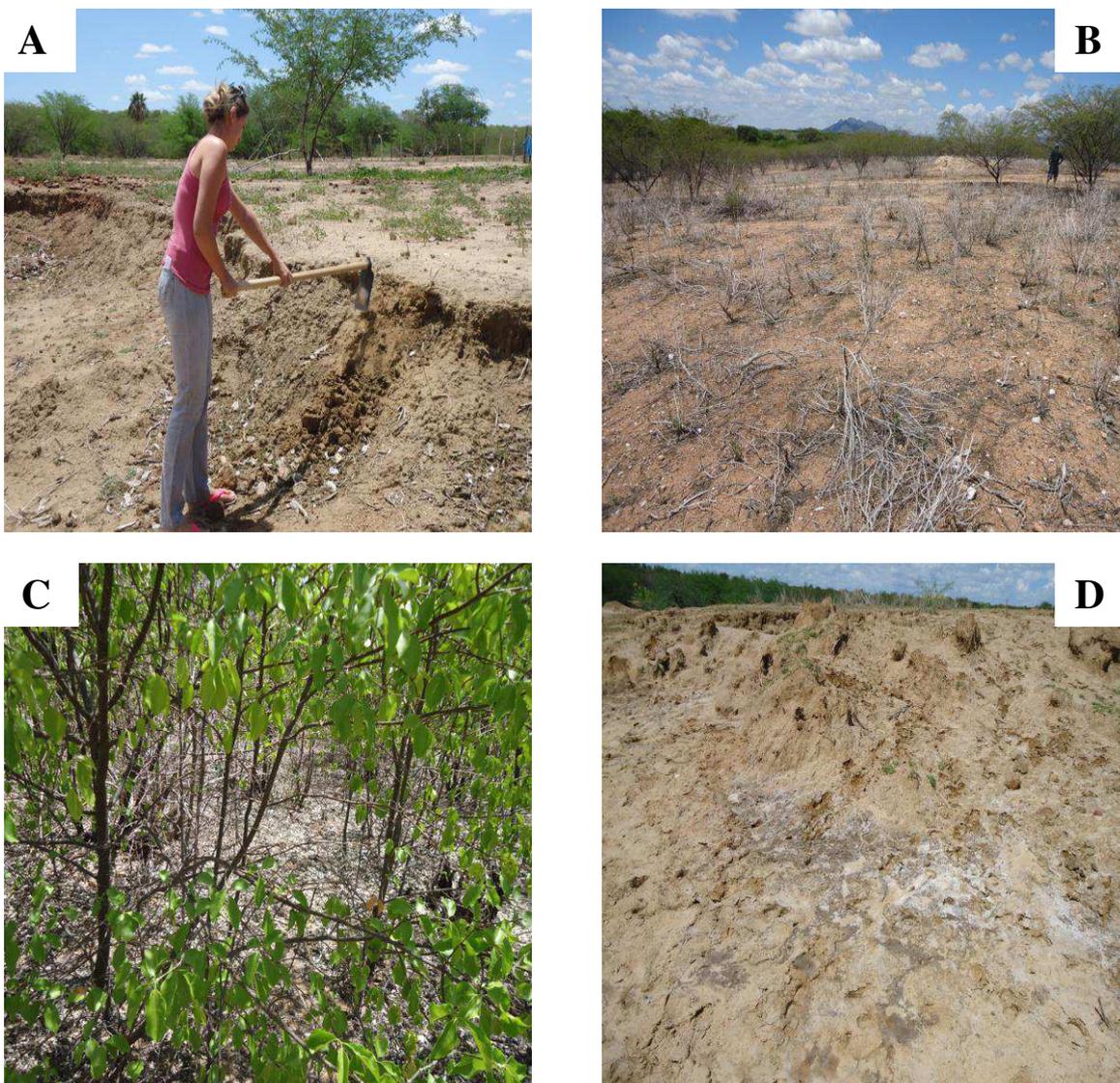
O clima da região conforme a classificação de Köppen é do tipo BSh-semiárido quente e seco, com temperatura média anual de 28 °C e umidade relativa do ar em torno de 55%. Apresenta uma pluviosidade média anual de 675 mm com chuvas irregulares, concentrando-se nos meses de julho a fevereiro o período mais seco e de março a junho o mais chuvoso (BEZERRA, 2012).

3.2 Coleta de solo e análises

O solo utilizado no experimento foi coletado em duas áreas fazenda Pilões (Área 1) e fazenda Vapor (Área 2) na profundidade de 0-30 cm, ambas situadas no município de Patos-PB, sendo caracterizados quanto aos atributos químicos e físicos. Na área 1 coletou-se: solo não degradado 1 (SND1), subsolo degradado 1 (SD1), área de Caatinga não desmatada (ACND) e desmatada (ACD), enquanto que na área 2: solo não degradado salino 2 (SNDS2) e subsolo degradado salino 2 (SDS2), (Figura 1). Nas áreas foram identificados indicadores de degradação como: presença de sulco de erosão e decapeamento do solo, ou seja, a remoção da camada superficial cujo um dos destinos é a indústria de cerâmicas ou olarias.

Os solos foram secos ao ar, destorroados, peneirados com malha de 2 mm, homogeneizados e encaminhados para o Laboratório de solos da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (Centro de Saúde e Tecnologia Rural – Universidade Federal de Campina Grande, campus Patos – PB), para determinações de seus atributos químicos e físicos, conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

Figura 1 – Vista geral das áreas de coleta: Solo não degradado 1 e subsolo degradado 1 (A), área de Caatinga desmatada (B) e não desmatada (C), solo não degradado salino 2 e subsolo degradado salino 2 (D).



Fonte – Azevedo (2013)

3.3 Tratamentos

O experimento foi arranjado em um esquema fatorial $3 \times 4 + 4$, sendo em três tipos de solo (subsolo degradado 1, subsolo degradado salino 2 e área de Caatinga desmatada), com 4 doses de fósforo (00, 100, 200, 300) com 4 tratamentos adicionais: solo salinizado não corrigido, solo não degradado 1, solo não degradado salino 2 e área de Caatinga não

desmatada) sem doses de fósforo, com três repetições, totalizando 48 vasos com capacidade para 7 litros (Quadro 1).

Quadro 1 – Quadro de análise de variância

FV	GL
Solos	2
Doses	3
Solos x doses	6
Solo salinizado não corrigido x fatorial	1
Solo não degradado 1 x fatorial	1
Solo não degradado salino 2 x fatorial	1
Área de Caatinga não desmatada x fatorial	1
Tratamentos	15
Blocos	2
Resíduo	31
Total	48

Fonte – Azevedo (2013)

3.4 Instalação e condução do experimento

O subsolo degradado 2 recebeu incorporação prévia do corretivo gesso agrícola, na dosagem 20g kg^{-1} , permaneceu incubado durante 15 dias na capacidade de campo, tendo em seguida recebido uma lâmina de água destilada correspondente a 2,5 vezes sua capacidade de campo ($3,5\text{ litros vaso}^{-1}$), enquanto que as demais não se incorporou gesso. Para calcular a necessidade de gesso (NG), utilizou-se a fórmula $Y = 1,1x + 0,54$, segundo Chauhan; Chauhan (1979). A fonte de fósforo aplicada foi o superfosfato simples, previamente triturado.

As sementes de pinhão manso utilizadas foram fornecidas pelo Instituto Nacional do Semiárido (INSA), no município de Campina Grande - PB. No semeio foram utilizadas quatro sementes por vaso. As mudas de pinhão manso foram irrigadas diariamente, sempre no final da tarde.

Oito dias após a germinação foi efetuado o desbaste, deixando-se uma muda por vaso, considerando a muda mais vigorosa e central, avaliando-se, assim, altura, diâmetro do caule, número de folhas semanalmente. A massa radicular e da parte aérea sessenta dias após a germinação.

3.5 Variáveis Analisadas

Avaliaram-se a cada oito dias, medições do comprimento das plantas com régua graduada em centímetros, diâmetro do colo através de paquímetro digital e número de folhas. Em seguida o material vegetal da parte aérea e das raízes foram coletados e acondicionados em sacos de papel, secos em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C durante 48 horas. Após secagem determinou-se material vegetal seco da parte aérea e das raízes.

3.6 Análises Estatísticas

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, análise de regressão polinomial para verificar o efeito das doses de fósforo, e teste de Tukey para as diferentes áreas. Os testes foram realizados ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico do solo

4.1.1 Atributos Químicos

A interpretação dos resultados dos atributos químicos discutidos a seguir baseiam-se nas referências: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará (1993); Tomé Jr. (1997); Sugestões de adubação para o estado da Paraíba - 1ª aproximação (1979); (CFSEMG 1999); Ribeiro et al. (1999); Velasco (1981). Os resultados que constam na Tabela 1 são discutidos a seguir.

Tabela 1 - Atributos químicos das várias áreas

Solos	pH	MO gdm ⁻³	P mg.dm ⁻³	Ca	Mg	K	Na	H+Al cmol _c dm ⁻³	T	V %	CE _{1,5} dS m ⁻¹	CE* _{ES}	PST
SD1	5,3	6,3	16,5	9,0	2,6	0,31	0,40	1,6	13,9	88,5	0,03	0,3	2,9
SDS2	7,0	2,9	17,9	10,1	2,8	0,16	2,28	1,0	16,3	93,9	0,74	6,3	14,0
ACD	5,4	11,5	1,6	3,4	1,6	0,17	0,35	1,6	7,1	77,5	0,05	0,4	4,9
SND1	5,5	11,5	9,2	9,0	2,2	0,32	0,33	1,9	13,8	86,2	0,07	0,6	2,4
SNDS2	5,6	6,3	12,9	3,0	1,6	0,38	0,37	1,5	6,9	78,1	0,30	2,6	5,4
ACND	5,7	12,9	4,8	5,1	1,4	0,49	0,28	2,0	9,3	78,4	0,02	0,2	3,0

Fonte – Azevedo (2013)

*SD1 = Subsolo degradado 1, SDS2 = Subsolo degradado salino 2, ACD = Área de Caatinga desmatada, SND1 = Solo não degradado 1, SNDS2 = Solo não degradado salino 2, ACND = Área de Caatinga não desmatada.

**CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação estimado

Os valores de pH nas áreas variaram de 5,3 a 7,0 indicando a presença de solos ácidos a neutros. Os valores de pH de 5,6 e 5,7 da camada superficial (0-30cm) da área 2 e da área não desmatada, ou seja da caatinga nativa, não são preocupantes quanto a reação dos solos, não necessitando de correção pela calagem. Quanto aos valores de 5,3 e 5,4 há necessidade de um monitoramento da reação do solo após o cultivo. Ainda relativo ao pH 7,0, neutro e mais alto em relação aos demais, deve-se a presença de condições de sodicidade do

solo expressa pelo maior percentual de sódio trocável (PST), igual a 14. Isto pode está associado à maior concentração de ânions, tais como hidroxila (OH^-), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-).

Em todas as áreas avaliadas os teores de matéria orgânica do solo foram muito baixos, com valores variando de 2,9 a 12,9 gdm^{-3} . Os menores valores foram encontrados nos subsolos: 2,9 no subsolo da Fazenda Vapor e 6,3 gdm^{-3} no subsolo do Sítio Pilões.

Os teores de fósforo dos solos nas áreas em estudo variaram de 1,6 a 17,9 mgdm^{-3} . Considerando que os teores médios são de 15 a 30 mgdm^{-3} , conclui-se que apenas os solos provenientes das camadas subsuperficiais apresentaram teores médios de fósforo, e as demais áreas valores baixos desse nutriente. Dessa forma o manejo do solo nessas áreas requer, antes do cultivo de qualquer espécie, a aplicação de adubos fosfatados, além disso, como os solos apresentam a reação levemente ácida, inclusive apresentando área de reação neutra ($\text{pH} = 7,0$) e os teores de cálcio e magnésio são altos, não há necessidade de calagem.

Quanto aos teores de Ca apenas os solos das áreas desmatadas e da camada superficial do solo da fazenda Vapor apresentaram teores médios: 3,4 e 3,0, $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ respectivamente. As amostras coletadas no subsolo da Fazenda Vapor, no subsolo do Sítio Pilões, na camada superficial do Sítio Pilões e na área desmatada foram altas, com valores de 10,0; 9,0; 9,0 e 5,1 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente. Já os teores de magnésio variaram de 1,4 a 2,8 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ nas áreas desmatada e na do subsolo da Fazenda Vapor, respectivamente. Tomando como referência os teores médios de 0,8 a 1,6 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, as áreas da camada superficial (SND1) e do subsolo (SD1) e o subsolo da Fazenda Vapor (SDS2) apresentaram teores altos de Mg, 2,2; 2,6 e 2,8 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente.

Assim, quando cultivadas, não há necessidade de uma aplicação inicial de calcário dolomítico. Relativo ao potássio no solo apenas as áreas subsolo 2 (SDS2) e área desmatada (ACD) exibiram teores médios (0,16 e 0,17 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente), nas demais áreas a análise revelou valores altos (0,32 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$) a muito altos (0,49 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$) de potássio no solo. Os valores de H+Al foram baixos nos solos de todas as áreas, o que é uma característica dos solos do semiárido, fato associados a baixa acidez e a presença de teores altos de Ca e Mg.

Os teores de sódio foram baixos em todas as áreas, exceto para o subsolo 2 (SDS2), com valor de 2,28 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, o que resulta numa percentagem de sódio trocável alta

(PST=14). No entanto as outras áreas carecem de um constante monitoramento relativo aos teores de sódio, principalmente na área da Fazenda Vapor. Tal fato encontra-se associado à condutividade elétrica da solução do solo, que expressou valores preocupantes, ou seja, 6,3 e 2,6 dS m⁻¹ para o subsolo e camada superficial da Fazenda Vapor, respectivamente.

A análise dos valores da saturação por bases sugerem solos de elevada fertilidade química, no entanto, os solos dessas áreas têm limitações no que se refere aos teores de matéria orgânica, fósforo “disponível” e teores de sais solúveis e sódio trocável.

4.2 Atributos Físicos

Relativo às análises granulométrica, o solo revelou texturas franco arenosa, franco argilo arenosa e areia franca, com predominância da primeira.

A predominância de granulometria de solos de textura franco arenosa indica que os solos têm adequada permeabilidade, no entanto, devem-se ter cuidados com o solo franco argilo arenoso, com 24 % de argila, e o franco arenoso da camada superficial do Sítio Pilões, pois este têm elevado teor de silte (24 %), devido sob estas condições ocorrer uma maior intensidade da ascensão capilar e rapidez na salinização ou sodificação dos solos.

Acrescenta-se que, segundo seus atributos físicos, os solos são propícios à prática da irrigação e, como mencionado anteriormente, deve-se optar por métodos que economizem água, adicionando-se a água próximo à zona radicular das plantas.

Tabela 2 - Atributos físicos do solo das áreas estudadas

Solos	Granulometria			Classe textural
	----- g kg ⁻¹ -----			
	Areia	Silte	Argila	
SD1	520	240	240	Franco argilo arenoso
SDS2	640	260	100	Franco arenoso
ACD	740	140	120	Franco arenoso
SND1	582	242	176	Franco arenoso
SNDS2	662	202	136	Franco arenoso
ACND	844	101	55	Areia franca

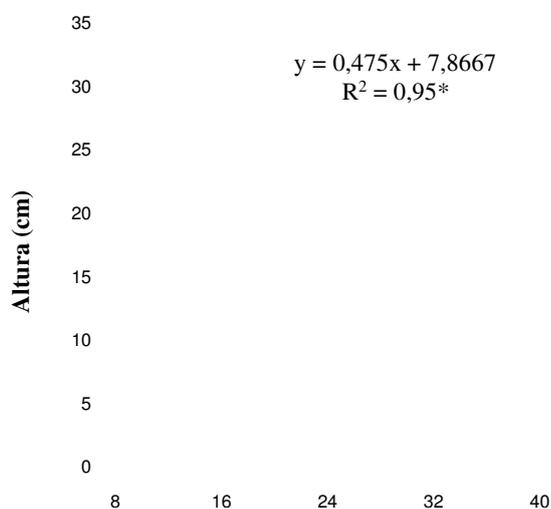
Fonte – Azevedo (2013)

*SD1 = Subsolo degradado 1, SDS2 = Subsolo degradado salino 2, ACD = Área de Caatinga desmatada, SND1 = Solo não degradado 1, SNDS2 = Solo não degradado salino 2, ACND = Área de Caatinga não desmatada.

4.2 Desenvolvimento e qualidade das mudas

A altura das mudas de pinhão aumentou significativamente ao longo do tempo, independentemente do solo das áreas degradadas e das doses de fósforo aplicadas, o que indica uma tolerância relativa do pinhão manso quando cultivados nos solos das diferentes áreas degradadas (Figura 2).

Figura 2 – Altura do pinhão manso ao longo do tempo.



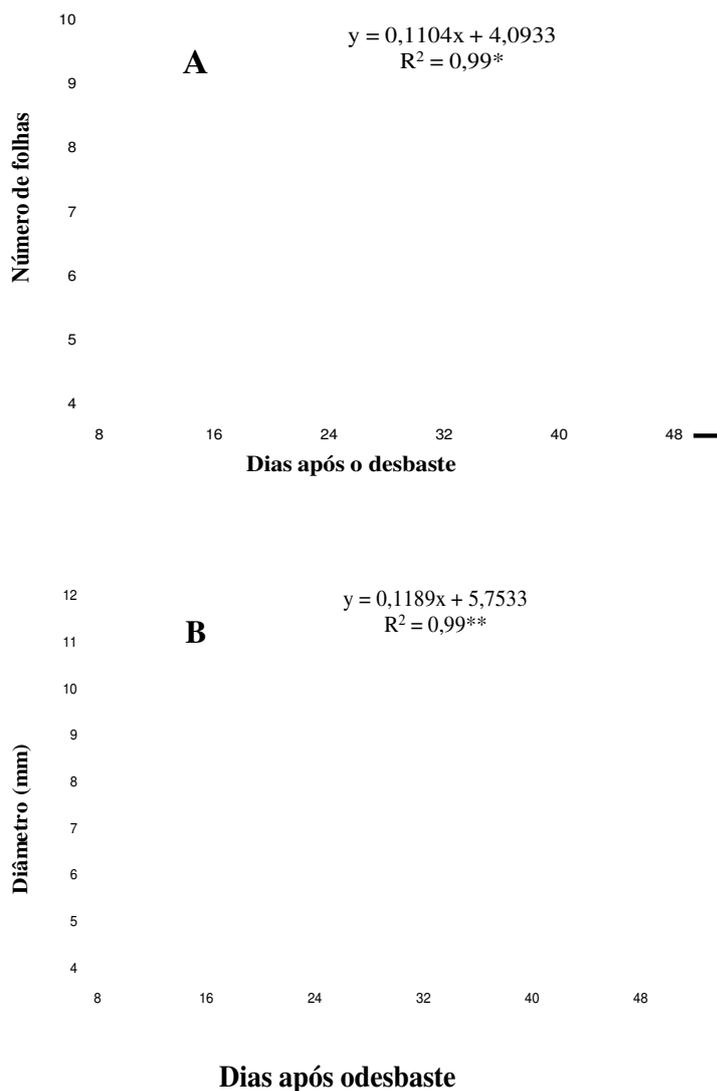
Fonte – Azevedo (2013)

O número de folhas apresentou a mesma tendência da altura, expressando um aumento linear até os 48 dias após o desbaste (Figura 3A). Comportamento similar ocorreu com o diâmetro do coleto (Figura 3B). Esses parâmetros são de extrema importância da espécie no estágio adulto. Souza et al. (2006), verificou que a avaliação do diâmetro do coleto da muda é diretamente proporcional a sobrevivência e ao crescimento após o plantio. Fato também observado por Carneiro (1982), quando comprovou que plantas que apresentam maior diâmetro têm maior capacidade de sobrevivência, especialmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

Mudas com baixo diâmetro apresentam dificuldades em se manterem eretas no plantio, o que pode ocasionar danos físicos irreparáveis. De acordo com Moreira e Moreira

(1996), essa variável é universalmente reconhecida como indicador do padrão de qualidade de mudas de diversas espécies.

Figura 3 – Número de folhas e diâmetro do caule do pinhão manso ao longo do tempo.



Fonte – Azevedo (2013)

Comparando-se a altura das plantas de pinhão manso entre as áreas degradadas (Tabela 3), independentemente das doses de fósforo aplicadas no solo, constatou-se um maior crescimento nas variáveis de altura, diâmetro e número de folhas nas mudas nas áreas degradada por desmatamento, que não diferiu do subsolo não salino, mas que foram significativamente superiores ao subsolo degradado salino.

Quanto ao diâmetro não apresentou diferenças entre as áreas, no entanto o número de folhas foi significativamente superior no subsolo degradado, dessa forma pode-se apontar que a espécie em estudo apresenta limitações quanto ao seu crescimento em altura quando cultivado em solos degradados por sais.

Tabela 3 – Altura, número de folhas (NF) e diâmetro do pinhão manso nas áreas sem aplicação de fósforo.

Áreas	Altura	NF	Diâmetro
	- cm -	- un -	- mm -
Subsolo degradado 1 (SD1)	32,3a	9,3a	11,7 ^a
Subsolo degradado salino 2 (SDS2)	31,7a	7,8a	11,6ab
Área de Caatinga desmatada (ACD)	24,0a	8,2a	10,3ab
Solo salinizado não corrigido (SSNC)	0,0b	0,0b	0,0c
Solo não degradado 1(SND1)	34,7 a	8,2a	9,8ab
Solo não degradado salino 2 (SNDS2)	36,0 a	8,5a	10,7ab
Área de Caatinga não desmatada (ACND)	50,3 a	8,4a	9,4b

Fonte – Azevedo (2013)

*SD1 = Subsolo degradado 1 , SDS2 = Subsolo degradado salino 2 , ACD = Área de Caatinga desmatada, SSNC = Solo salinizado não corrigido, SND1 = Solo não degradado 1, SNDS2 = Solo não degradado salino 2, ACND = Área de Caatinga não desmatada.

Pode-se observar ainda que o efeito da aplicação de fósforo promoveu ligeiro crescimento das variáveis em estudo quando comparado aos tratamentos que não foram aplicados as doses de fósforo, dessa forma, o pinhão manso possui exigência nutricional quanto as doses de fósforo (Tabela 4).

As análises das variáveis entre as áreas, sem aplicação de fósforo e com aplicação, revelaram que não ocorreram diferenças estatísticas entre os solos degradados do subsolo que receberam tratamento e suas camadas superficiais, para as variáveis altura, número de folhas, diâmetro e massa vegetal seca da parte aérea e raiz apenas no subsolo salino não tratado não ocorreu germinação (Tabelas 4 e 5) de acordo com a pesquisa de Venturin et al. (2005), este

fato pode ser explicado devido a falta do fósforo que diminui a absorção de nitrogênio para as plantas.

Tabela 4 – Altura, diâmetro e número de folhas (NF) do pinhão manso nas áreas com aplicação de fósforo.

Áreas	Altura	Diâmetro	Número de folhas
	cm	Mm	Um
Subsolo degradado 1 (SD1)	18,4 a	11,5a	17,9 ^a
Subsolo degradado salino 2 (SDS2)	16,4 b	12,0 a	12,2b
Área de Caatinga desmatada (ACD)	19,3 a	11,7 a	12,6b

Fonte – Azevedo (2013)

*SD1 = Subsolo degradado 1 , SDS2 = Subsolo degradado salino 2 , ACD = Área de Caatinga desmatada.

Ainda que haja a ocorrência do pinhão manso em áreas consideradas halomórficas, a redução no seu desenvolvimento inicial no ambiente salinizado demonstra que a espécie não se comporta como planta halófito, redução esta que se deve pela alta concentração de sais no solo, com diminuição na permeabilidade do sistema radicular. Fato explicado por Munns (2002) quando afirma que o NaCl altera especialmente a atividade de certas enzimas e, com isto, reduz a síntese e a translocação de hormônios sintetizados na raiz, necessários ao metabolismo foliar, o que resulta em menor crescimento foliar e, assim, menor a área fotossintética da planta que por sua vez inibe o aumento do número de folhas e aumento em altura das plantas. Tais condições ocorrem em plantas cultivadas em solos com altas concentrações de sais no ambiente, situação típica da Caatinga nordestina, por ocorrer alta evapo transpiração, mesmas condições comprovadas por Prisco (1980).

Tabela 5 – Massa vegetal seca da parte aérea e raiz do pinhão manso nas áreas sem aplicação de fósforo.

Áreas	Massa Vegetal Seca	
	Parte aérea	Raiz
	----- g vaso ⁻¹ -----	
Subsolo degradado 1 (SD1)	9,8 a	1,9 a
Subsolo degradado salino 2 (SDS2)	5,6 ab	1,2 ab

Continua...

Tabela 5 – Massa vegetal seca da parte aérea e raiz do pinhão manso nas áreas sem aplicação de fósforo.

Área de Caatinga desmatada (ACD)	4,4 ab	0,8 ab
Solo salinizado não corrigido (SSNC)	0,0 b	0,0 b
Solo não degradado 1 (SND1)	6,5 ab	1,2 ab
Solo não degradado salino 2 (SNDS2)	6,9 ab	1,3 ab
Área de Caatinga não desmatada (ACND)	4,8 ab	0,7 ab

Fonte – Azevedo (2013)

*Na vertical os números seguidos de letras distintas diferem a 5% pelo teste de Tukey

**SD1 = Subsolo degradado 1, SDS2 = Subsolo degradado salino 2, ACD = Área de Caatinga desmatada, SSNC = Solo salinizado não corrigido, SND1 = Solo não degradado 1, SNDS2 = Solo não degradado salino 2, ACND = Área de Caatinga não desmatada

O material vegetal seco da parte aérea e raízes também foram maiores no subsolo degradado não salino, não diferindo da área desmatada (Tabela 6 e 7). Os maiores número de folhas e massa vegetal da parte aérea e raízes nos subsolo degradado não salino é consequência da maior profundidade desse solo e um indicativo de uma homogeneidade da fertilidade do solo ao longo do perfil. A principal causa de degradação nesses subsolos está associada à presença de salinidade, já que os parâmetros de crescimento foram menores no solo degradado devido à presença de sais.

Esses resultados são semelhantes aos observados por Pacheco et al. (2006), testando diferentes tipos de substratos na produção de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., que observaram maior desenvolvimento da parte aérea.

Para o acúmulo de massa seca de parte aérea verificou-se que as plântulas cultivadas em subsolo degradado não salino apresentaram massa seca de folhas superior aos demais tratamentos, porém apenas diferindo do tratamento com solo salino não tratado. (Tabela 6 e 7).

Camargo et al. (2011), avaliando o crescimento do pinhão manso, verificou que o uso de esterco bovino resultou em maiores valores de peso seco de raiz em comparação com a cama de frango.

Millani et al. (2010), avaliando a massa seca da parte aérea de plantas de pinhão manso verificaram maior valor nas plantas que se desenvolveram em solo franco-arenoso em relação às plantas cultivadas em solo muito argiloso. Contudo, esses mesmos autores, constataram aumento significativo na massa seca das folhas independente do tipo de textura,

porém este foi maior nas plantas que foram cultivadas em solo de textura muito argilosa. Dessa forma, pode-se inferir que dependendo do tipo de solo o qual a planta esteja sendo cultivada haverá diferenças em suas características morfológicas, pois os tipos de solo terão características que se diferenciam e influenciam no tipo de espécie avaliada.

Tabela 6 – Massa vegetal seca do da parte aérea e raiz do pinhão manso nas áreas com aplicação de fósforo.

Áreas	Parte aérea		Raiz
	----- g vaso ⁻¹ -----		
Subsolo degradado 1(SD1)	9,64a		1,83a
Subsolo degradado salino 2 (SDS2)	4,69b		1,01b
Área de Caatinga desmatada (ACD)	8,73a		1,51a

Fonte – Azevedo (2013)

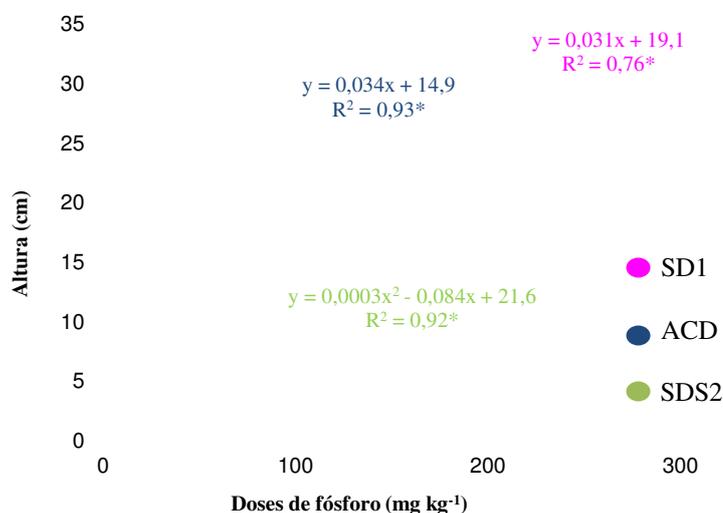
SD1 = Subsolo degradado 1 , SDS2 = Subsolo degradado salino 2 , ACD = Área de Caatinga desmatada.

A produção de matéria seca de raízes foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores estudados, ou seja, quando foi adicionado o gesso ao solo em relação à testemunha sem corretivo (Tabela 6 e 7). De maneira geral, na ausência de gesso, causou redução na matéria seca de raízes, fato diferente do observado quando adicionado gesso ao solo nas avaliações realizadas no solo SD1.

O efeito positivo do corretivo gesso é ressaltado por vários autores, quando afirmam que o teor excessivo de Na⁺ no solo causa dispersão das argilas, interferindo nas propriedades físicas do solo, tais como: porosidade, estrutura e condutividade hidráulica, acrescentando que o Ca₂SO₄ contribui para a melhoria dessas propriedades, graças à substituição do Na⁺ trocável por Ca²⁺. Pesquisas anteriores comprovam essas propriedades: Ilyas et al., (1997); Santos; Hernandez, (1997); Qadir et al., (1998); Freire, (2001). Isso explica a produção de massa seca, 5,6 gvaso⁻¹, enquanto no solo salinizado (SDS2) foi nula.

Constata-se que a aplicação de doses crescentes de fósforo aumentou a altura das plantas de pinhão manso nos solos da área desmatada, no subsolo da área do Sítio Pilões (SD1). No subsolo da Fazenda Vapor (SDS2) ocorreu um decréscimo a 100 e 200 mg kg⁻¹ P, isso devido ao fato que esse substrato é salinizado (Figura 4).

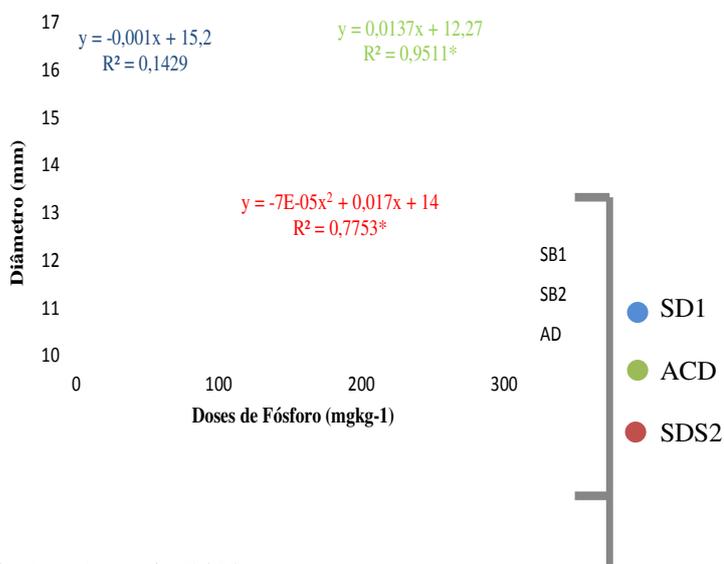
Figura 4 - Altura de plantas de pinhão manso em função de doses de fósforo.



Fonte – Azevedo (2013)

Relativo ao diâmetro do colo das plantas de pinhão manso verificou-se um aumento apenas nos solos derivados da área desmatada (Figura 5).

Figura 5 – Diâmetro de plantas de pinhão manso em função das doses de fósforo.

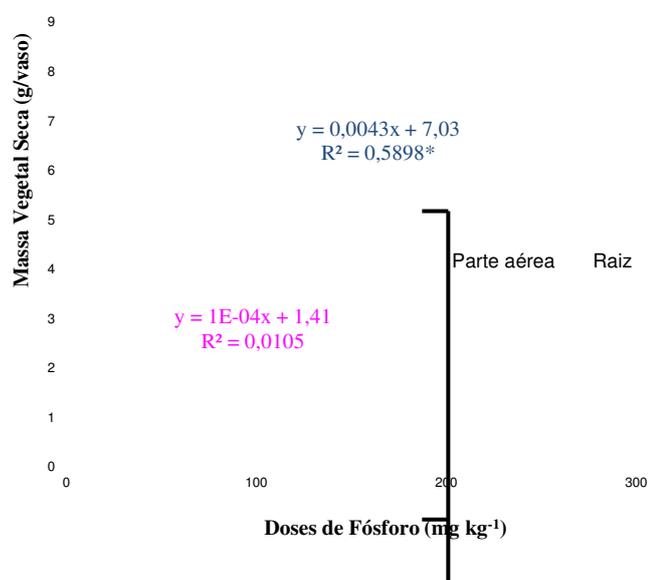


Fonte – Azevedo (2013)

Quanto as doses de fósforo observou-se um aumento na produção de material vegetal seco da parte aérea, porém a massa seca de raiz se manteve quase inalterada (Figura 6). Os

valores médios obtidos de massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) podem ser observados na tabela 7, em que os maiores valores obtidos foram referentes aos tratamentos com maiores doses de fósforo e os menores aos tratamentos que não receberam aplicação. Dessa forma, a resposta pela raiz foi conflitante com aquela da parte aérea.

Figura 6 – Massa vegetal seca da parte aérea e raiz de plantas de pinhão manso em função das doses de fósforo.



Fonte – Azevedo (2013)

Resultados semelhantes, também, foram encontrados por Santos et al. (2009), indicando que o maior crescimento das mudas se dá em solos tratados com gesso e fósforo. Assim, esses resultados permitem inferir que a partição de carboidratos entre a massa seca de parte aérea e raiz é influenciada pelo teor de fósforo aplicado independentemente do tipo de solo.

Pesquisando outras espécies, autores indicam também respostas conflitantes à aplicação de fósforo. Wallau et al. (2008), avaliando sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno em solução nutritiva, verificaram que na omissão de P houve uma ligeira redução no desenvolvimento das mudas. Maffeis et al. (2000), pesquisando o comportamento do P no eucalipto e Camargos et al. (2002), fazendo o mesmo estudo na castanheira-do-brasil

não obtiveram resposta à aplicação de P, atribuindo isso a quantidade insuficiente durante a fase de adaptação das plantas com solução nutritiva completa.

5 CONCLUSÕES

Os solos testados que apresentaram maior degradação foram aqueles proveniente de solo salino.

O subsolo degradado salino exige correção com gesso para tornar possível o cultivo do Pinhão manso.

As doses de fósforo promoveram ligeiro desenvolvimento nas mudas de pinhão manso, portanto, não se recomenda o uso de fósforo para o cultivo do pinhão manso.

A princípio recomenda-se o cultivo do pinhão manso em área de Caatinga desmatada e subsolos degradados não salino.

A cultura do pinhão manso não possui desenvolvimento satisfatório quando cultivado em solos salinos, sendo por isso um fator limitante.

REFERÊNCIAS

ARRUDA , F. P. de ; BELTRÃO , N. E . de M. ; ANDRADE , A. P. de ; PEREIRA , W. E . ; SEVERINO , L. S . Cultivo do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semi-Árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas.** , Campina Grande , PB . v.8 , n. 1 , p. 789-799 , jan-abril , 2004.

BELTRAO, N. E. de M. **Considerações gerais sobre o pinhão manso (*Jatrofa curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas , desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras.** NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO. CAMPINA GRANDE , PARAÍBA , 24 DE JANEIRO DE 2006.

BEZERRA, R. M. R. **Crescimento Inicial de Espécies Arbóreas Nativas em Solos De Áreas Degradadas da Caatinga Em Condição de Viveiro** 2012. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2012.

BICUDO, T.C.; FREIRE, L. M. S.; ALBUQUERQUE, A. R.; DANTAS, M. B.; VASCONCELOS, A. F. F, ROSENHAIM, R.; SANTOS, I.M.G.; SOUZA, A.G. **Estabilidade e Tempo de Indução Oxidativa do Óleo de Pinhão manso para Produção de Biodiesel.** Universidade Federal da Paraíba/UFPB. 2007.

BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 3 ed. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORESTAS TROPICAIS, 2., 1976, Mossoró. **Anais...** Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976.p. 412-413 (Coleção Mossoense, v. XLII).

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais.** Brasília, DF: Ministério da Indústria e do Comércio, 1985. 364 p. (Documentos, 16).

CAMARGO, R.; PIRES, S.C.; MALDONADO, A.C.; CARVALHO, H.P. Avaliação de substratos para a produção de mudas de Pinhão manso em sacolas plásticas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas.** v. 5, n. 1, p. 31, 2011.

CAMPELLO, E. F. C. **A influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia.** (Dissertação - Doutorado em Ciência Florestal). Viçosa: UFV, 1999, 121p.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais e das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 5., Viçosa - MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1982. p.10 - 24.

CARNIELLI, F. **O combustível do futuro.** 2003. Disponível em <www.ufmg.br/boletim/bul1413>. Acesso em 30/03/2013.

CARVALHO, B.C.L.;E.A.S.; LEITE. V.M.; DOURADO, V.V. **Informações técnicas para o cultivo do pinhão- manso no Estado da Bahia**. Salvador: EBDA, 2009, 79p.il.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa 1999. 360p.

CHAUHAN, R.P.S.; CHAUHAN, C. P. S. A modification to Shoonover's method of gypsum requirement determination of soil. Australian **Journal of Soil Research**, v. 17, p.367-370. 1979.

COSTA NETO, P. R. **Transesterificação de óleo comestível usado para a produção de biodiesel e uso em transportes**. 2005.

DRUMOND, M. A.; ARRUDA, F. P.; ANJOS, J. B.; **Pinhão manso - *Jatropha curcas* L. Embrapa Semi-Árido**. Documentos, 212. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 15 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: **EMBRAPA/CNPS**, 1997. 212 p. (EMBRAPA/CNPS. Documentos,1).

FERREIRA, D. F.; **SISVAR**. Versão 5.3 (Build 77). DEX/UFLA. 2010.

FREIRE, M.B.G.S. **Saturação por sódio e qualidade da água de irrigação na degradação de propriedades físicas de solos no Estado de Pernambuco**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 66p. (Tese de Doutorado).

GIULIETTI, A. M. **Diversidade e Caracterização de Fanerógamas do Semi-Árido Brasileiro**. Recife, Associação de Plantas do Nordeste, 2006. V. 1. 19 p.

ILYAS, M.; QURESHI, R.H. & QADIR, M.A. Chemical changes in a saline-sodic soil after gypsum application and cropping. **Soil Technol.**, 10:247-260, 1997.

LIMA RLS, SEVERINO LS, PEREIRA WE, LUCENA AMA, GHREYI HR & ARRIEL NHC (2009) Comprimento das estacas e parte do ramo para formação de mudas de Pinhão manso (2010). **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental**, 14:1234-1239.

MAFFEIS, A. R.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; BRITO, J. O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 57, p. 87 - 98, 2000.

MASS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, v. 1, n. 1, p. 12-25, 1986.

MILLANI, A.A.; ROSSATTO, D.R.; RUBIN FILHO, C.J.1; KOLB, R.M. Análise de crescimento e anatomia foliar da planta medicinal *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae) cultivada em diferentes substratos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.2, p.127-134, 2010.

MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, v.26, p.3-16, 1996.

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

NOFFS, P. da S., GALLI, L. F. & GONÇALVES, J. C. **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica** -MAB-UNESCO – Caderno 3. Recuperação de Areas egradadas da Mata Atlântica: Uma experiência da CESP, São Paulo, 2000, 48 p.

PACHECO, M. V. et al.Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p.359-367, 2006.

PAULINO J, FOLEGATTI MV, FLUMIGNAN DL, ZOLIN CA, BARBOSA JÚNIOR CRA & PIEDADE, SMS (2011) Crescimento e qualidade de mudas de Pinhão manso produzidas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15:37-46.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284p.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” salino. **Revista Brasileira de Botânica**, v.3, p.85-94, 1980.

PURCINO, A.A.C.; DRUMMOND, A.O. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986. 7p.

QADIR, M.; QURESSHI, R.H. & AHMAD, N. Horizontal flushing: A promising ameliorative technology for hard saline-sodic and sodic soils. **Soil Till. Res.**, 45:119-131, 1998.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa - MG: UFV, p. 25-32, 1999.

SANTOS, G. R. O.; SANTOS, R. V. dos; ARAÚJO, J. L.; VITAL, A. de F. M.; FARIAS Jr, J. A.. de. Crescimento inicial do Pinhão manso (*Jatropha curca* L.) em áreas degradadas do semi-árido. In: **XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Fortaleza-CE, 2009.

SANTOS, G.G. et al. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.115-122, 2008.

SANTOS, R.V. & HERNANDEZ, F.F.F. **Recuperação dos solos afetados por sais**. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E & MEDEIROS, J.F. SIMPÓSIO “MANEJO E CONTROLE DA SALINIDADE NA AGRICULTURA IRRIGADA”. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1997. p.319-361.

SATURNINO, H.M; PACHECO , D. D. ; KAKIDA , J. ; TOMINAGA , N. ; GONÇALVES, N. P. **Cultura do pinhão –manso (*Jatrofa curcas L.*)** . Informe agropecuário, Belo Horizonte , v. 26 , n. 229 , p. 44 – 78 , 2005.

SILVA, G.M, MAIA, M.de S., MOREIRA, C.O.C. Nota Técnica. Influência do peso da semente sobre a germinação e o vigor de *Cevadilha Vacariana* (*Bromus auleticus* Trinius). **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.13,n 1, p.123-126,jan-mar, 2007.

SOUZA, C. A. M. ; OLIVEIRA, R.B. ; MARTINS FILHO, S. ; LIMA, J.S. **Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação**. *Ciência Florestal*, S.l.], v. 16, n. 3, p. 243 - 249, 2006.

SUDENE. **Pacto Nordeste**: ações estratégicas para um salto do desenvolvimento regional. Recife, 1996. 77p

SUGESTÕES DE ADUBAÇÃO PARA O ESTADO DA PARAÍBA-1ª APROXIMAÇÃO. EMATER-PB. João Pessoa-PB. 1979. 105p.

SUJATHA, M.; REDDY, T.P.; MAHASI, M.J. **Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis L.*) and *Jatropha curcas L.*** *Biotechnology Advances*, v.26, p.424-435, 2008.

TEIXEIRA, L.C. **Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel**. Informe Agropecuário, v.26, n.229, p.18-27, 2005.

TOMÊ Jr., J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo**. Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba, RS, 1997. 247p

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. 1993. 248p.

VALE, L. S. et al. Efeito da salinidade da água sobre Pinhão manso. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL,1, 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ ABIPTI, 2006, v. 1, p. 87-90.

VELASCO, I. Improving the sodic soils of Spain. **Sulfur Agriculture**. 1981.

VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; MACEDO, R.L.G. de.; NOGUEIRA, F.D. **Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropapus* (DC.) Mcleish)**. *Floresta*, Curitiba, v. 35, n. 2, maio./ago. 2005. p. 211-219, 2005.

WALLAU, R. L. R. de; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R. de; CAMARGOS, S. L.
Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva.
Cerne, Lavras, v. 14, n. 4, p. 304 - 310, 2008.

YE, M.; CAIYAN, L.; FRANCIS, G.;MAKKAR, H.P.S. **Current situation and propects of Jatropha curcas as a multipurpose tree in China.** Agroforest System, Dordrecht, v.76, p.487-497, April, 2009.

APÊNDICES

Apêndice A - Desenvolvimento do pinhão manso em horizonte superficial 2 e subsolo salino x desenvolvimento do Pinhão manso em horizonte superficial 1 e subsolo não salino



Apêndice B: Desenvolvimento do Pinhão manso em área desmatada e solo sob mata.



Apêndice C: Desenvolvimento do pinhão manso em área desmatada com aplicação de fósforo nas seguintes dosagens: 00, 100, 200 e 300 mg kg⁻¹ P.



Apêndice D - Desenvolvimento do pinhão manso em subsolo não salino x salino com aplicação de fósforo nas seguintes dosagens: 00, 100, 200 e 300 mg kg⁻¹ P.



Apêndice E: Desenvolvimento da folha do pinhão manso em subsolo salino.

