



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

**REJEITOS DE MINERADORAS COMO SUBSTRATO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha
curcas* L.)**

Érika Veruschka de Araújo Trajano

Patos – Paraíba – Brasil

2010

ÉRIKA VERUSCHKA DE ARAÚJO TRAJANO

**REJEITOS DE MINERADORAS COMO SUBSTRATO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha
curcas* L.)**

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

Orientador: Prof.Dr. Rivaldo Vital dos Santos

Patos – Paraíba – Brasil

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS PATOS/UFCG

T768r Trajano, Érika Veruschka de Araújo.

Rejeitos de mineradoras como substrato na produção de mudas de pinhão manso (*Jathropa curcas* L.) / Érika Veruschka de Araújo Trajano. – Patos, PB: UFCG, CSTR, 2010.

26f.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal / Área de Concentração – Recursos Naturais) – UFCG / CSTR.

Orientador: Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos.

1. Condicionar de solo. 2. Produção de mudas. 3. Impacto ambiental. I. Título.

UFCG/CSTR

CDU 631.53.03 (043)

ÉRIKA VERUSCHKA DE ARAÚJO TRAJANO

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**REJEITOS DE MINERADORAS COMO SUBSTRATO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO (*Jatropha
curcas* L.)**

ORIENTADOR: Prof. Dr. RIVALDO VITAL DOS SANTOS

Monografia aprovada em ____/____/____ como parte das exigências para a
obtenção do Grau de Engenharia Florestal pela Comissão Examinadora composta
por:

Prof. Dr. RIVALDO VITAL DOS SANTOS (UAEF/UFCG)
Orientador

Profa. Dra. IVONETE ALVES BAKKE (UAEF/UFCG)
1º Examinadora

Profa. Dra. PATRÍCIA CARNEIRO SOUTO (UAEF/UFCG)
2º Examinadora

Patos (PB), 24 de novembro de 2010

Aos meus amigos

Evanaldo, Hidel, Yathaanderson, Jessily, Angeline, Izabela, Tamires e Luana

Aos meus professores e orientadores

Da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal e à José Dantas Neto

À alguém especial em minha vida

José Meneses da Silva

DEDICO

Aos meus pais

João Trajano da Silva Filho e Otávia Araújo

Às minhas irmãs

Deborah, Adriana e Mylena

Aos meus sobrinhos

Daniel, Melina e Isabel

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar e especialmente pela força que Ele me deu para vencer e por iluminar meus pensamentos para a sabedoria, além de ter misericórdia, me devolvendo a saúde e a capacidade para desenvolver a vida acadêmica;

À minha família, que sempre contribuiu para minha educação, especialmente à minha mãe e meu pai pela força e incentivo que me ofereceram durante o decorrer do curso e toda a minha vida;

Aos professores Rivaldo Vital dos Santos e José Dantas Neto, pela amizade e orientação nesta monografia e em projetos de Pesquisa;

Aos membros da banca examinadora, Ivonete Alves Bakke e Patrícia Carneiro Souto, pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

À José por toda cumplicidade, companheirismo e incentivo durante toda caminhada acadêmica;

À minha cadelinha Rayka e gatinho Yule, por me fazer companhia nas horas de solidão;

Aos meus amigos Evanaldo, Hidel, Yathaanderson, Jessily, Angeline, Izabela, Tamires e Luana, por estarmos juntos durante a caminhada acadêmica;

Aos colegas de curso, principalmente a turma 2006.1;

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal, por todo o ensinamento; e em especial àqueles com os quais tive mais proximidade os professores Rivaldo, Ivonete, Patrícia, Augusto (*in memoriam*), Maria de Fátima, Alana e Valdir, pela amizade que foi construída;

As funcionárias Ednalva e Ivanice pela paciência;

Aos amigos Yathaanderson e Jessily, que me ajudaram durante o longo período de coleta de dados, viabilizando a execução do trabalho;

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

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Área de lavra de Caulim (a)/ Área de lavra abandonada de Vermiculita (b)	18
Figura 2. Mudanças após 30 dias da germinação/ Presença de ácaro vermelho e branco em mudas de pinhão manso.....	19
Figura 3. Rejeito de Caulim (a)/ Rejeito de Vermiculita (b).....	21
Figura 4. Efeito percentual dos rejeitos de caulim e vermiculita na altura (a), diâmetro (b), número de folhas(c) e área foliar(d) do pinhão manso.....	23
Figura 5. Efeito do percentual do rejeito na massa seca foliar (a), de raízes (b)	24
Figura 5. Efeito do percentual do rejeito nos caules (c) das mudas de pinhão-manso.....	25
Figura 6. Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com substrato vermiculita+solo, após 120 dias	25
Figura 7. Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com substrato caulim+solo, após 120 dias.....	25
Figura 8. Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com 50% de cada substrato, após 120 dias.....	26
Figura 9. Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com 100% de cada substrato, após 120 dias.....	26

TRAJANO, Érika Veruschka de Araújo. **REJEITOS DE MINERADORAS COMO SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO** (*Jatropha curcas* L.). 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2010.

RESUMO

Na região semiárida da Paraíba uma das atividades de maior expressão econômica é a mineração, dentre essas a exploração de vermiculita e de caulim, que durante a lavra produzem rejeitos biologicamente inativos, que são acumulados nos pátios, provocando impacto ambiental negativo. Este trabalho objetiva avaliar o crescimento do pinhão manso em substratos com rejeitos de caulim e vermiculita. Os tratamentos consistiram de dois substratos (solo e matéria orgânica), dois tipos de rejeitos (caulim e vermiculita), cinco doses de rejeitos (0, 25, 50, 75 e 100%), com quatro repetições, totalizando 80 vasos com capacidade para seis litros. As variáveis analisadas foram altura, diâmetro do coleto, número de folhas e massa seca foliar, de raízes e caules. Após quatro meses as plantas foram cortadas rente ao substrato, separando-se folhas, raízes e caules, os quais foram secos em estufa à 65°C por 24 horas e pesados. A utilização de rejeitos, de caulim ou vermiculita, na dosagem de 50%, principalmente com a adição de matéria orgânica, mostrou-se mais favorável à produção de massa foliar seca, altura, diâmetro e número de folhas do pinhão manso.

Palavras-chave: condicionador de solo, produção de mudas, impacto ambiental.

TRAJANO, Erika Veruschka de Araujo. **MINERAL TAILINGS AS SUBSTRATE IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS jatropha** (*Jatropha curcas L.*). 2010. Monograph (Graduation in Forestry) - University of Campina Grande, Health Centers and Rural Technology, Patos - PB, 2010.

ABSTRACT

In the semiarid region of Paraíba, one of the activities with the most economic value is mining, being examples of such activity the prospection of vermiculite and kaolin, which during the mining produce biologically negative tailings, which are accumulated in the courts, causing negative environmental impact. This study evaluates the growth of jatropha in substrates with tailings of kaolin and vermiculite. The treatments consisted of two substrates (soil and organic matter), two types of tailings (kaolin and vermiculite), five doses of tailings (0, 25, 50, 75 and 100%), with four replicates, comprising 80 vessels with a capacity of six liters. The analyzed variables were height, diameter, leaf number and dry leaf mass. After 4 months the plants were cut close to the substrate, separating the leaves, which were dried in an oven at 65°C for 24 hours and then weighed. The use of tailings, kaolin or vermiculite, at the dosage of 50%, principally with the addition of organic matter, proved to be more favorable to the production of dry leaf mass, height, diameter and to the number of leaves of Jatropha.

Key words: soil conditioner, plant propagation, environmental impact.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Atividade mineradora	12
2.1.1 Vermiculita	13
2.1.2 Caulim	14
2.2 Utilização de substratos na produção de mudas	15
2.3 Caracterização e potencial do Pinhão Manso	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local do experimento	18
3.2 Coleta do Material.....	18
3.3 Delineamento experimental	19
3.4 Condução do experimento.....	19
3.5 Análises Químicas do material	20
3.5.1 Caulim e Vermiculita.....	20
3.6 Coleta dos dados.....	21
3.7 Análises estatísticas	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é um problema de abrangência mundial. Que ocorre sob várias intensidades, principalmente nas regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, sendo resultante de vários fatores, entre os quais as variações climáticas e as atividades humanas (PEREIRA, 2008).

As mineradoras dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos descartam o material de rejeito de suas matérias primas nas proximidades de suas indústrias, muitas vezes permitindo que seja carregado para rios, açudes e lagos, causando grande impacto ambiental em áreas adjacentes. Isto acontece frequentemente devido à desvantagem econômica no reaproveitamento do rejeito da matéria prima devido aos custos adicionais com o seu transporte.

A exploração de minérios, apesar de sua expressão econômica, provoca, a princípio, impactos ambientais negativos na fauna e flora local, devido à retirada da cobertura vegetal. Durante o processo de extração, a paisagem é deformada resultando em crateras e túneis que deformam o solo-paisagem. No beneficiamento há produção de rejeitos de partículas sólidas, águas residuárias, fumaças e subprodutos que degradam o ambiente-solo. É comum no semiárido a remoção da camada superficial do solo destinada a olarias, caieiras e matéria-prima para construção civil.

No Nordeste do Brasil urge a necessidade de se aumentar a oferta de qualidade ambiental e geração de renda. Uma das alternativas é a utilização de plantas nativas, como o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), que ocorre de forma espontânea em áreas de solos pouco férteis e de clima desfavorável à maioria das culturas alimentares tradicionais, e que pode ser considerado uma das mais promissoras oleaginosas do Brasil por apresentar vantagens de ser resistente à maioria de pragas e doenças, devido à substância cáustica que segrega (TRAJANO *et al.*, 2009).

No Estado da Paraíba muitas mineradoras realizam a lavra do mineral bruto artesanalmente, mas tal extração corresponde a uma importante fonte de renda para a população da região. No semiárido paraibano, principalmente nos municípios de Junco do Seridó e Santa Luzia, existem várias mineradoras, especialmente de caulim e vermiculita, entre outras, constituem a principal fonte de emprego para os moradores desses municípios.

A necessidade cada vez maior de mudas com características desejáveis e resistência às condições adversas, freqüentes em muitas áreas de reflorestamento, tem exigido dos pesquisadores técnicas adequadas que propiciem um controle de qualidade eficiente e seguro, principalmente daquelas espécies em que a produção de sementes é escassa ou sofre restrições como as que aqui se colocam (SOUZA *et al.*, 2005).

Ainda segundo o autor, entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além das sementes, os substratos e os recipientes utilizados, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final. Por isso e na busca constante de melhor produtividade dos reflorestamentos, a qualidade da muda tem sido abordada em vários trabalhos de pesquisa que procuram definir as melhores características, adequando-os à produção de mudas de qualidade desejável.

A maioria dos substratos usados nos viveiros florestais são compostos por solo: matéria orgânica (2:1) e fertilizantes e, no semiárido, esse solo provém de camadas superficiais de áreas “de baixo”, degradando o ambiente.

Devido à grande importância das práticas das mineradoras e aos elevados custos dos Viveiros com substratos, busca-se, através desta pesquisa, encontrar uma alternativa para minimizar os efeitos impactantes que os rejeitos causam à natureza, disponibilizando material gratuito para os Viveiros e produtores rurais, apenas havendo custos com transporte para o mesmo e assim, resolver parte dos problemas das indústrias. Dessa forma, o presente trabalho objetiva avaliar o crescimento de mudas de pinhão manso, em substratos com rejeitos de caulim e vermiculita associados ao solo e à matéria orgânica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Atividade mineradora

Dentre os principais impactos ambientais sobre a superfície do terreno, relaciona-se à disposição final inadequada de rejeitos e resíduos decorrentes da lavra que pode comprometer a paisagem e degradar o solo e águas subterrâneas. A forte disponibilidade do rejeito das mineradoras constitui um problema para o produtor rural na região. A lavra ou mineração de argila provoca a degradação física, muitas vezes de forma drástica, podendo provocar grande impacto visual, modificações na topografia, erosão do solo, assoreamento de drenagens, dentre outros (PEREIRA, 2008).

As atividades minerais em geral, e a lavra de Rochas e Minerais Industriais (RMI) em particular, talvez mais que outras operações industriais, mantêm uma relação difícil com o meio: para extrair, transportar, transformar e comercializar os minerais, é preciso prejudicar o meio, às vezes de forma irreversível, e produzir uma quantidade de resíduos que quase sempre é muito grande (PEREZ, 2001).

Segundo o mesmo autor, além dos danos que podem causar pelo volume de resíduos gerado, é preciso considerar outras características ambientais negativas decorrentes das explorações minerais: a primeira é que a localização das pedreiras e minas tem de ser feita no lugar onde existe o jazimento, o que não ocorre com outros tipos de indústrias; este fato pode causar danos ecológicos ou paisagísticos. A segunda é que a mineração é sempre agressiva ao meio em que se situa; os enormes volumes que são necessários tratar, formam sinais visíveis na superfície terrestre difíceis de ocultar, afetando a fauna e a flora, e o clima, pelas explosões, poeira e contaminação química por compostos de tratamento, piorando a qualidade de vida dos habitantes mais próximos, entre os quais se encontram os próprios mineiros. A terceira característica está ligada à produção de resíduos que tem a ver com a possível contaminação de leitos fluviais e de aquíferos e a possibilidade, portanto, de transferir o dano para lugares afastados da própria mina.

2.1.1 Vermiculita

Vermiculita é um mineral do grupo das micas e constitui-se num silicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio. A extração do mineral vermiculita, no estado da Paraíba, é realizada na mina do Sítio Serrote Branco, que está localizada no município de Santa Luzia. A mina fica a 300 m da BR-230 e 3,0 km da usina de beneficiamento (SILVA, 2009).

A vermiculita natural é fonte de Ca, K e Mg para as plantas no período de estiagem, constituindo-se, também, num ótimo condicionador de solos ácidos e argilosos. Na construção civil, é amplamente utilizada como isolante térmico-acústico, redutor de peso de estruturas de concreto, produção de tijolos refratários, blocos e placas de cimento resistentes a altas temperaturas, proteção de estruturas de aço contra altas temperaturas e como enchimento para isolamento térmico em construções. A vermiculita expandida também possui importantes aplicações, tais como: elemento filtrante, peneira molecular, aumento da viscosidade de óleos lubrificantes, absorvente de umidade e contaminações fluidas, excipientes de agentes de nutrição animal e vegetal, medicamentos e defensivos agrícolas (ANDRADE e OLIVEIRA, 2001).

O valor comercial da vermiculita está, exatamente, na camada de moléculas de água que intercala as camadas de alumínio e silício na estrutura do mineral, a qual responde pelo seu elevado índice de expansão. Essas moléculas de água, quando aquecidas, de forma rápida, a temperaturas elevadas, transformam-se em correntes de ar quente e causam aumento no volume do mineral. Esse processo, chamado de expansão térmica, confere ao produto final múltiplas aplicações industriais. Na forma expandida, a vermiculita é quimicamente ativa, biologicamente inerte, além de possuir baixa densidade (UGARTE *et al.*, 2005).

No Brasil há depósitos e jazidas de vermiculita nos estados da Paraíba, Goiás e Piauí. Os minérios brasileiros não contêm asbestos, o que confere aos concentrados de vermiculita maior valor agregado, além de favorecer o melhor aproveitamento econômico do bem mineral. Uma aplicação atrativa para a vermiculita é como material adsorvente/absorvente, devido às propriedades de troca iônica que possui, semelhante a algumas argilas e zeólitas, podendo ser utilizada

em processos de remoção de contaminantes orgânicos e na purificação de águas residuais contendo sais dissolvidos (FRANÇA e LUZ, 2002; OLIVEIRA e UGARTE, 2004).

A vermiculita na forma expandida constitui-se também num ótimo condicionador de solos ácidos e argilosos, por auxiliar na correção do pH, tornando-os mais soltos, porosos e arejados, de forma a proporcionar um melhor desenvolvimento nas raízes das plantas (UGARTE *et al.*, 2005). Ainda se apresenta como excelente retentor de umidade (POTTER, 2001).

Há um grande valor comercial da vermiculita, porém, a prática extrativista tem acarretado um grande número de rejeito na natureza no entorno das mineradoras, pois há poucos estudos sobre o aproveitamento do rejeito produzidos pelas mineradoras, acumulando-se assim o material que poderia ter uma utilidade.

A utilização agrícola desses rejeitos na composição de substratos parece ser uma alternativa para o aproveitamento racional dos mesmos, o que pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais daí decorrentes. Trabalhos recentes têm apontado bons resultados acerca de sua utilização como constituinte de substratos para produção de mudas de algumas espécies vegetais de importância agroflorestal, dentre as quais pode-se citar a gravioleira (*Annona muricata* L.) (ARAÚJO *et al.*, 2004), o mamoeiro (*Carica papaya* L.) (ALENCAR *et al.*, 2004), a moringa (*Moringa oleifera* Lam.) (ALVES *et al.*, 2005); dentre outras.

2.1.2 Caulim

O caulim é uma argila pura, de cor branca, resultante da decomposição dos feldspatos por efeito da hidratação (DANA, 1974). É empregado na produção de porcelanas, cerâmicas finas, indústrias de papel, tintas, alimentos, cosméticos, inseticidas, borrachas, fertilizantes e ração animal (PEREIRA *et al.*, 2008).

A exploração industrial do mineral caulim, apesar de sua grande importância sócio-econômica, tem demonstrado um grande potencial poluidor, já que em média 70% da matéria-prima empregada no beneficiamento é descartada no ambiente na forma de rejeito, resultando em impactos ambientais generalizados sobre o solo, o ar, os mananciais de água e a vegetação (ROLIM, 2003). Durante seu processamento, ocorre produção de rejeitos líquidos, que são lançados nos rios, e sólidos, geralmente aterrados (PEREIRA *et al.*, 2008).

2.2 Utilização de substratos na produção de mudas

O substrato é um insumo indicado como parte decisiva no processo de produção de mudas das mais diversas plantas de interesse econômico. Aumento de produtividade e melhoria na performance das mudas formadas, aliada a fatores ambientais tem alavancado um crescimento de consumo nos últimos anos. Os substratos assumem cada vez maior importância nas áreas de olericultura, floricultura, silvicultura e fruticultura, funcionando principalmente como suporte físico ao sistema radicular das plantas e mudas em recipientes (SANTOS, 2006).

Ainda segundo o mesmo autor, a recente utilização por parte dos viveiristas, de “substratos artificiais” vem proporcionando aumento substancial de produtividade no campo da horticultura, pela melhoria de qualidade das mudas. Apesar dos resultados promissores alcançados no campo, o custo de aquisição de substratos comerciais ainda é alto, agravado pelo custo de transporte, elevando o custo final das mudas.

Os substratos devem apresentar, entre outras características, fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, boa textura e estrutura (PEREIRA *et al.*, 2008).

Como características desejáveis, os substratos devem apresentar ainda, baixo custo, disponibilidade nas proximidades das regiões de consumo, suficiente teor de nutrientes, capacidade adequada de troca de cátions, relativa esterilidade biológica, e permitir a aeração e a retenção de umidade. De modo geral, resíduos agroindustriais vêm sendo progressivamente utilizados como uma alternativa para minimizar o impacto ambiental provocado por tais resíduos sólidos. A qualidade do substrato depende, primordialmente, das proporções e dos materiais que compõem a mistura (SILVA *et al.*, 2001).

Além da obtenção de um material alternativo à disposição de produtores e viveiristas, de fácil e constante disponibilidade e de baixo custo, indicar o uso de resíduo de mineração de caulim e vermiculita produzido, ajudaria a minimizar a degradação decorrente do seu acúmulo no meio ambiente. Sua utilização reduz os impactos causados à fauna, flora e à população pela poluição ambiental. Além das vantagens econômicas para os viveiristas quanto à matéria prima para a produção

de mudas, uma vez que substitui parte dos substratos utilizados, como a terra de subsolo por rejeitos das mineradoras.

2.3 Caracterização e potencial do Pinhão Manso

Com a possibilidade do uso do óleo do pinhão manso para a produção do biodiesel, abrem-se amplas perspectivas para o crescimento das áreas de plantio com esta cultura no semiárido nordestino (ARRUDA, 2004). O pinhão manso é uma euforbiácea monóica perene, pertencente à família da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.) e seringueira (*Hevea* spp.). É um arbusto de crescimento rápido, caducifólico, que pode atingir mais de 5 m de altura (LAVIOLA e DIAS, 2008), sendo considerada uma opção agrícola para a região semiárida, por ser uma espécie nativa, exigente em insolação e com forte resistência a seca.

Seu fruto é uma cápsula com três sementes, na qual se encontram as amêndoas, ricas em óleo. É uma espécie com forte resistência à seca e produz, em média, de duas a cinco toneladas de biodiesel por hectare. Pode ser cultivada em solos pouco aproveitáveis e em áreas inviáveis para o manejo de máquinas. Tolerância à irrigação com água salobra, evita a desertificação e o biodiesel do seu óleo não contém enxofre (FREIRE, 2010).

O sistema radicular do pinhão manso é do tipo pivotante, cuja raiz principal atinge grandes profundidades. Apresenta grande quantidade de raízes laterais, responsáveis pela nutrição da planta. De uma forma geral, pode-se dizer que a profundidade do sistema radicular é equivalente à altura da planta, assim como o diâmetro de exploração de solo. O pinhão manso pode apresentar plantas de porte alto e médio, com caule ramificado com coloração verde. Suas folhas são simples, alterno e longo-pecioladas (AVELAR, 2006).

É uma cultura existente de forma espontânea em áreas de solos pouco férteis e de clima desfavorável à maioria das culturas alimentares tradicionais, o pinhão manso pode ser considerado uma das mais promissoras oleaginosas do sudeste, centro-oeste e nordeste do Brasil, para substituir o diesel de petróleo (BELTRÃO, 2003).

Pode ser utilizada na conservação do solo, porque evita erosão e perda de água por evaporação, além de ser um fertilizante natural. Quando retirado o óleo, o bagaço que sobra pode ser utilizado como adubo orgânico e fertilizante, e a casca,

na fabricação de papel ou como carvão vegetal, destinado à produção de energia. As sementes não são comestíveis, nem levadas por pássaros ou animais, porque são altamente tóxicas, não prejudicando outras plantações ou áreas. Curiosamente, suas folhas e caules expõem um líquido tóxico que as deixam imunes às pragas e insetos (FREIRE, 2010).

A vantagem social do biodiesel é pautada na geração de emprego e renda no campo e na indústria nacional. O cultivo das oleaginosas como mamona, dendê, girassol, soja e pinhão manso irão gerar emprego e renda, especialmente para os agricultores familiares. O governo federal está apostando no crescimento gradual da nova cadeia de combustível a partir do incentivo à inclusão social dos agricultores familiares, e assentados da reforma agrária. Outro ganho importante é a redução das importações de diesel mineral, visto que 10% do diesel consumido no Brasil ainda são importados (RAMOS, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O trabalho foi desenvolvido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, sob tela de sombrite de 25% em casa de vegetação, pelo período de 120 dias, entre outubro de 2009 a fevereiro de 2010.

3.2 Coleta do material

Os rejeitos de caulim e vermiculita foram coletados nos municípios de Junco do Seridó-PB (Figura 1a) e Santa Luzia-PB (Figura 1b), respectivamente, nas empresas Caulisa e UBM. O rejeito de caulim foi lavado, secado ao ar e peneirado em peneira com malha de 3mm de abertura; quanto ao rejeito de vermiculita, utilizou-se o ultra fino, que caracteriza-se por um dos três tipos de rejeito quanto ao tamanho do mesmo (médio, fino e ultra fino).

O solo utilizado foi obtido do Viveiro Florestal da UAEF e a matéria orgânica foi esterco bovino lavado e curtido proveniente da Fazenda Nupeárido, Patos, PB. As sementes do pinhão manso foram obtidas na Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, onde são armazenadas em local apropriado e selecionadas dos experimentos desenvolvidos para a produção de Biodiesel.



Figura 1a: Área de lavra de Caulim



Figura 1b: Área de lavra abandonada de vermiculita

3.3 Delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de dois substratos (solo e matéria orgânica), dois tipos de rejeitos (caulim e vermiculita) e cinco doses de rejeito (0, 25, 50, 75, 100%), V: V, com quatro repetições, totalizando 80 vasos com capacidade para seis litros.

Após as misturas dos substratos com os rejeitos, de acordo com os tratamentos, procedeu-se a semeadura, adicionando-se quatro sementes por vaso. Sendo mantida a capacidade de campo a 70%.

3.4 Condução do experimento

Oito dias após a germinação, efetuou-se o desbaste, deixando-se uma planta por vaso, de cada quatro germinadas. Trinta dias após a semeadura (Figura 2a), foram aplicados $30 \text{ mg kg}^{-1}\text{N}$, via sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, sendo 10ml por vaso para disponibilização de nitrogênio, mineral importante para o desenvolvimento das mudas.

Aos 30 e 45 dias após a germinação, realizou-se controle fitossanitário do ácaro vermelho e branco (Figura 2b), por meio de pulverização com óleo natural emulsificado extraído da semente do pinhão manso, sendo 20ml/l de água. O óleo foi obtido na Fazenda Tamanduá, no município de Santa Terezinha. Após 15 dias, foi feita uma nova aplicação do óleo para controle, obtendo um bom resultado. O produto está em fase experimental.



Figura 2a: Mudas com 30 dias após a germinação.



Figura 2b: Presença de ácaro vermelho e branco em mudas de pinhão manso.

A irrigação foi feita manualmente, duas vezes ao dia, no período seco (outubro, novembro, dezembro), utilizando 250ml de água por vaso e, quando

necessário, no período chuvoso (janeiro, fevereiro). Havia uma proteção com lona plástica transparente sobre o sombrite, para evitar excessos de água da chuva nos vasos.

Diariamente foram coletadas e armazenadas em sacos de papel, as folhas caídas das plantas. A área foliar da planta (cm^2) foi calculada segundo equação proposta por Wendt (1967) citado por Lopes et al. (2008): $\text{LogY} = -0,346 + 2,152 \text{LogX}$. Onde Y= área foliar (cm^2), X = comprimento da nervura principal da folha.

3.5 Análises químicas do material

As análises químicas dos rejeitos seguiram a metodologia preconizada pelo Laboratório de Solos e Água (LASAG) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos. Os dados das análises de caulim, obtidos pelo autor Pereira (2008), procedeu do mesmo rejeito utilizado neste experimento, cuja caracterização química pode ser visualizada juntamente com a da vermiculita na Tabela 1.

3.5.1 Caulim e Vermiculita

Tabela 1. Caracterização química dos rejeitos de caulim e vermiculita

Rejeitos	pH	CE1:5	P	H+Al	Ca	Ca+Mg	Mg	Na	K	T	V
		dS m^{-1}	mg kg^{-1}	----- $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ -----							%
*Caulim	6,1	-	3,0	0,29	-	1,0	-	0,76	0,12	-	-
Vermiculita	6,8	0,5	14,1	1,0	4,8	-	4,6	1,8	0,2	12,4	91,9

* Fonte: PEREIRA,2008

Nas Figuras 3a e 3b podem ser visualizadas as amostras dos rejeitos de caulim, lavado e peneirado, e de vermiculita para posterior utilização, onde foram distribuídas as cinco doses dos tratamentos (0, 25, 50, 75,100%), nos 80 vasos utilizados.



Figura 3a: Rejeito de Caulim



Figura 3b: Rejeito de Vermiculita

3.6 Coleta dos dados

As variáveis coletadas, a cada 15 dias, foram altura, diâmetro do coleto, número de folhas e área foliar, utilizando como material:

- Fita métrica para a altura e área foliar;
- Paquímetro digital para diâmetro do coleto.

Após 120 dias, as plantas foram cortadas rente ao substrato, separando-se folhas, caules e raízes. O material vegetal foi seco em estufa à 65°C por 24 horas e feita a pesagem de massa seca foliar, dos caules e das raízes, em balança digital.

3.7 Análises estatísticas

Após a tabulação dos dados fez-se a análise estatística, utilizando-se o software SISVAR. Para o efeito fontes e rejeitos, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, e para doses, análise de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se a massa seca foliar, altura das plantas e número de folhas do pinhão manso, independentemente das proporções dos substratos contidas, verificou-se que a mistura de rejeito de caulim com matéria orgânica foram significativamente superiores à do rejeito de vermiculita + solo. Enquanto que na massa seca de raízes a mistura de rejeito de caulim + solo superou todas as misturas, mas teve diferença significativa apenas do rejeito de vermiculita + matéria orgânica. A adição de matéria orgânica proporcionou maiores valores absolutos de massa seca e número de folhas (Tabela 02). O pinhão manso tem apresentado maior crescimento em solos degradados do semiárido tratados com gesso e fósforo (SANTOS et al., 2009).

Tabela 02. Variáveis analisadas segundo os tratamentos com rejeitos de vermiculita e caulim das mudas de pinhão manso.

Substratos	MSF	MSR	MSC	Altura	Diâmetro	N. de Folhas	Área foliar*
	-----g vaso ¹ -----			-- cm -	--- mm --	-----	-- cm ² --
Rejeito de Vermiculita + Solo	10,7b	4,7ab	8,6a	37,0b	17,6	17,0b	63,1
Rejeito de Vermiculita + MO	11,2ab	4,3b	8,5a	38,2ab	17,5	19,0ab	70,8
Rejeito de Caulim + Solo	11,1ab	5,6a	9,7a	40,5ab	18,2	18,3ab	70,8
Rejeito de Caulim + MO	12,3a	5,1ab	9,6a	41,9a	17,8	20,0a	75,9

Nas colunas números seguidos por mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. MSF =massa seca foliar. MO = Matéria orgânica (esterco bovino).

* Da 3ª folha mais velha.

Os rejeitos, de caulim ou de vermiculita, resultaram em uma diminuição na altura e número de folhas das plantas de pinhão manso nas doses superiores a 50%. A massa seca foliar e número de folhas das mudas de pinhão, na presença de matéria orgânica foram, 11,7g vaso⁻¹ e 19,5, respectivamente, significativamente superiores aos substratos com solo, de 10,9 g vaso⁻¹ e 17,6. (Figura 4a). Quanto à influência do percentual de rejeito no diâmetro das mudas não ocorreu diferenças significativas, apesar do substrato com 100% de rejeito indicar menor efeito (Figura 4b). O número de folhas apresentou mesmo comportamento da altura das plantas

(Figura 4c) e a área foliar o mesmo do diâmetro do coleto (Figura 4d), apesar da não significância.

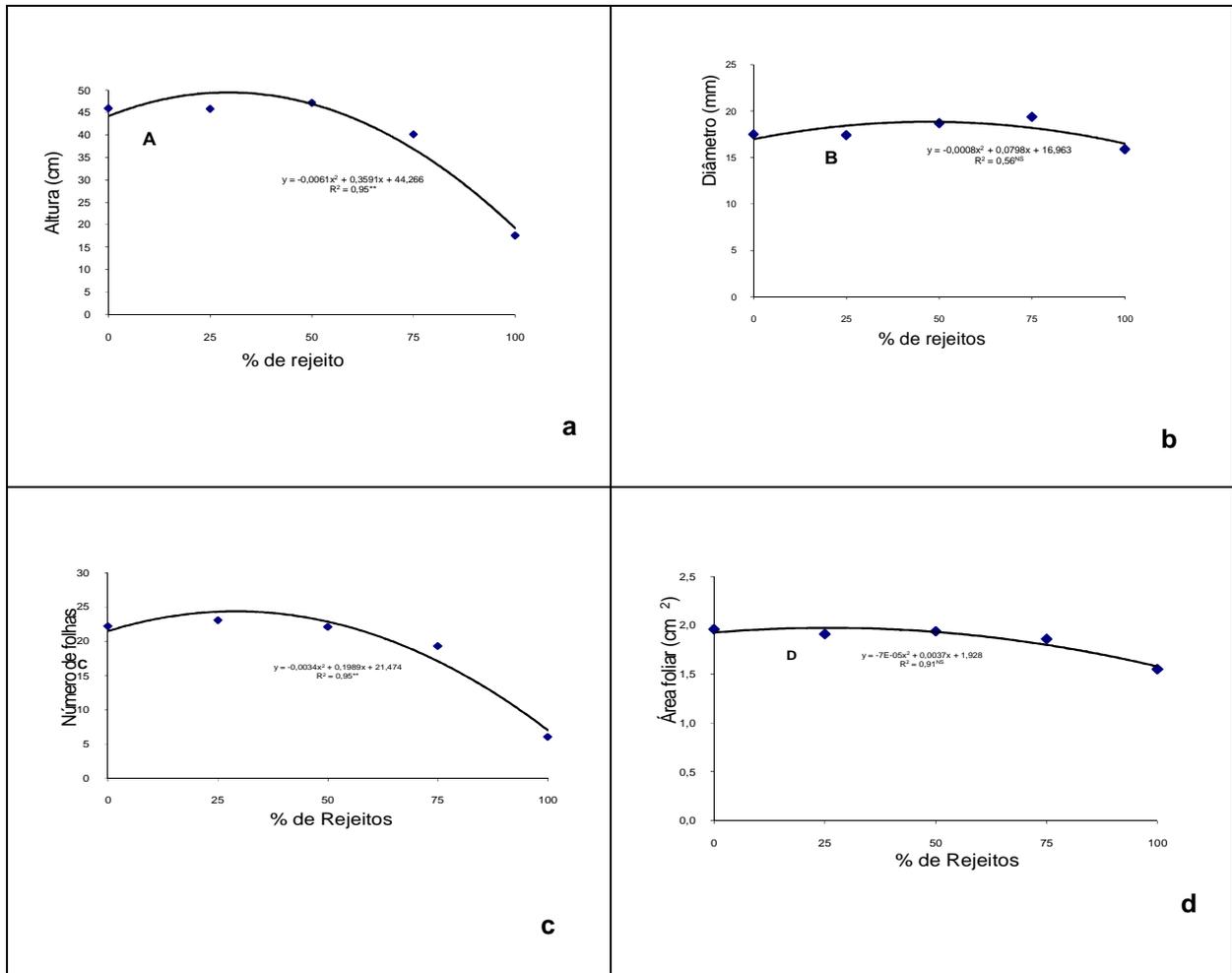


Figura 4: Efeito percentual dos rejeitos de caulim e vermiculita na altura (a), diâmetro (b), número de folhas (c) e área foliar (d) do pinhão manso

A produção de massa seca foliar do pinhão-manso constatou-se que apenas foi prejudicada quando os rejeitos participam com mais de 50% do substrato. Cada muda produziu 14,8 e 14,1 g vaso⁻¹ de folhas nas doses 50 e 25% de rejeitos e menor valor quando foram utilizados apenas rejeito (2,4 g vaso⁻¹), redução de 84 e 83%, respectivamente (Figura 5a).

Segundo Feitosa (2007), os resultados revelaram que o rejeito de caulim misturado a outros substratos, na proporção de até 50%, não interferiu na emergência de plântulas de Cuité (*Crescentia cujete*), a qual chegou a atingir um percentual de 92% de emergência. Estes resultados são promissores, haja vista que

geram uma possibilidade concreta do uso deste subproduto industrial, minimizando desta forma os impactos decorrentes do acúmulo do mesmo no meio biofísico.

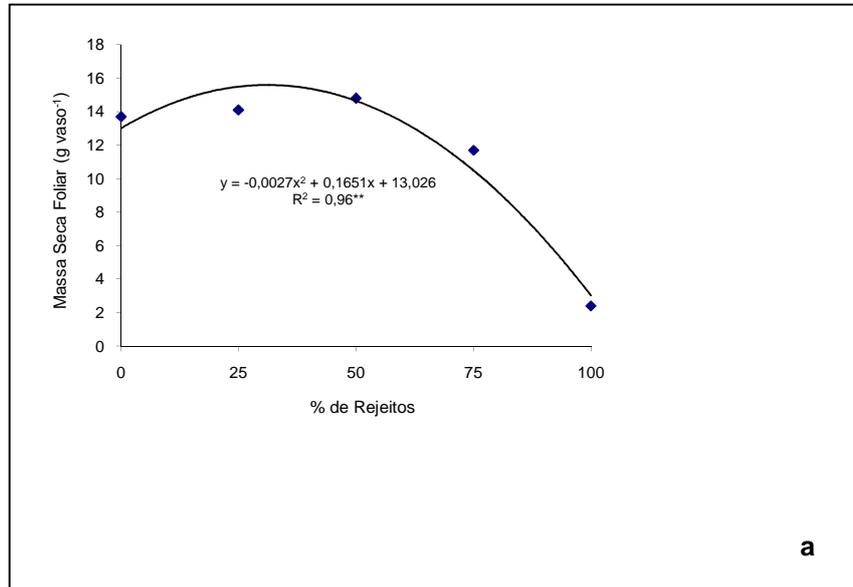


Figura 5a: Efeito do percentual do rejeito na massa seca foliar das mudas de pinhão-manso

Avaliando-se a produção de massa seca das raízes e caules do pinhão manso, independentemente dos tipos de rejeito (caulim ou vermiculita), constatou-se que a adição de rejeitos como substrato acima de 50% prejudica o desenvolvimento de raízes e caules (Figura 5b e 5c), obtendo o mesmo resultado nas folhas.

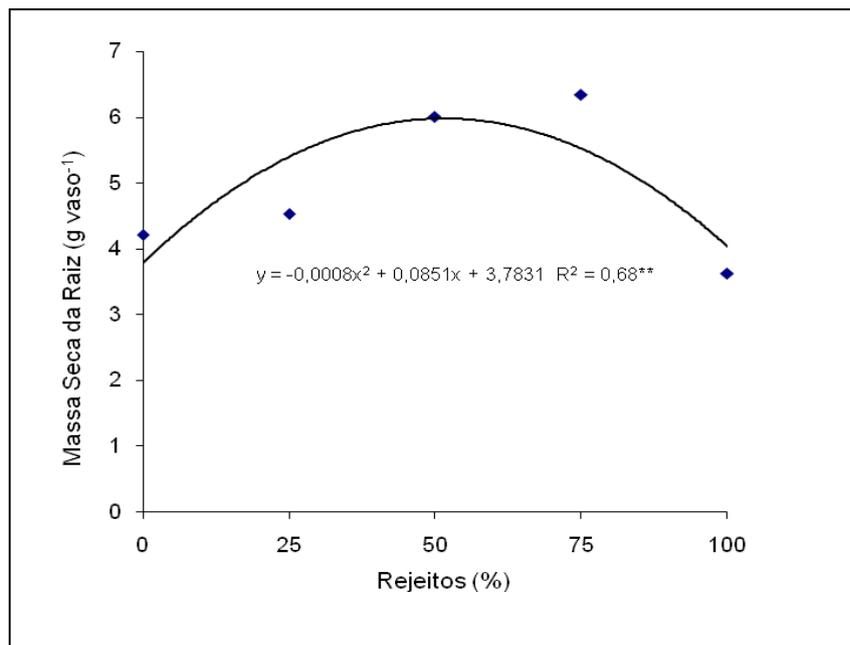


Figura 5b: Efeito do percentual do rejeito na massa seca das raízes das mudas de pinhão-manso

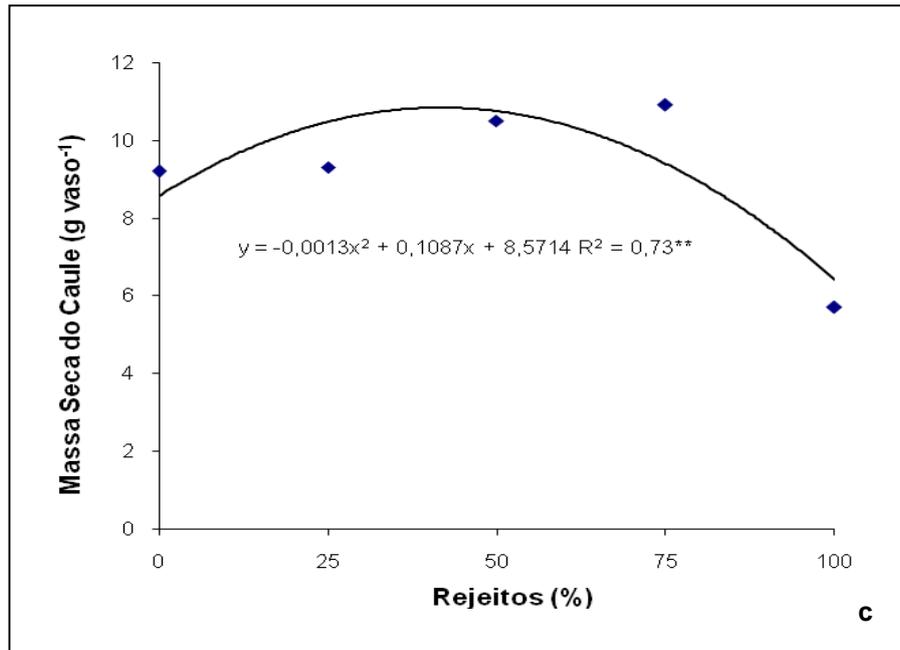


Figura 5c: Efeito do percentual do rejeito dos caules das mudas de pinhão-manso.

O desenvolvimento das mudas pode ser visualizado nos diferentes substratos nas figuras a seguir. Onde pode-se observar que todos os vasos com as doses, onde foi acrescentada a vermiculita ao solo, tem o mesmo padrão de desenvolvimento, diferenciando-se apenas os vasos com 100% de vermiculita e 100% de solo (Figura 6). Acontece o mesmo na Figura 7, onde foi acrescentado o rejeito de caulim.



Figura 6: Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com substrato vermiculita+solo, após 120 dias



Figura 7: Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com substrato caulim+solo, após 120 dias

O desenvolvimento das mudas pode ser visualizado nos diferentes substratos nas Figuras 8 e 9, onde foram acrescentados 50% e 100% de cada substrato respectivamente. Pode ser observado que os vasos com 50% não diferencia-se entre si (Figura 8), nos vasos com 100% de vermiculita (9a) e 100% de caulim (9b), há uma diferença visual significativa, onde seus desenvolvimentos foram prejudicados.

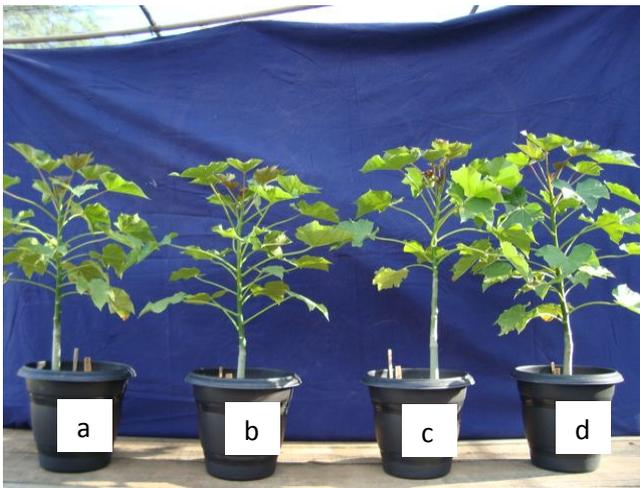


Figura 8: Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com 50% de cada substrato, após 120 dias



Figura 9: Detalhe de plantas de pinhão manso desenvolvendo em vasos com 100% de cada substrato, após 120 dias

5 CONCLUSÕES

A dosagem até 50% de rejeitos de caulim e vermiculita, juntamente com a adição de matéria orgânica, propiciou melhor desenvolvimento nas mudas de pinhão manso.

As dosagens acima de 50%, pode prejudicar o desenvolvimento nas variáveis estudadas neste trabalho, onde a altura, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, massa seca foliar, de raízes e caule, obtiveram um valor decrescente em suas análises estatísticas quando ultrapassaram essa dosagem.

Há necessidade de mais estudos nesta área, para que haja maior aperfeiçoamento e diversificação na utilização do aproveitamento dos rejeitos das mineradoras.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. L. *et al.* **Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo rejeito de caulim.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 28, 2004, Florianópolis. Resumos Expandidos. Florianópolis: SBF, 2004. (CD ROM).
- ALVES, J. C. *et al.* **Produção de mudas de moringa em substratos com níveis crescentes de rejeito de caulim.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45, 2005. Resumos Expandidos. Fortaleza: SBF, 2005. (CD ROM).
- ANDRADE, M.S.; Góes, M. A. C de; OLIVEIRA, N. M. M. de ; **Métodos de pré-tratamento de vermiculita para caracterização química.** 13p. UFRJ, 2001.
- ARAÚJO, R. C. *et al.* Crescimento inicial de mudas de gravioleira em substrato contendo doses crescentes de rejeito de caulim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 28, 2004, Florianópolis. **Resumos Expandidos.** Florianópolis: SBF, 2004. (CD ROM).
- ARRUDA, F. P. de; *et al.* Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semi-Árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p.789-799, 2004.
- AVELAR, R. C. *et al.*; Produção de Mudas de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) em Tubetes. **Biodiesel o novo combustível do Brasil.**UFLA. p 137-139, 2006. Disponível em: <<http://www.ufla.br>> Acesso em: 19 de abril de 2009.
- BELTRÃO, N. E. M. Informações sobre o biodiesel, em especial, feito com o óleo de mamona. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v. n. 2003. (Notas científicas).
- DANA, J. D. **Manual de mineralogia.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974. Tradução de Rui Ribeiro Franco, revisto por Cornelius S. Hurlbut, Jr. 642 p. v. 2 ii.
- FEITOSA, R. C. *et al.* **Utilização do rejeito de caulim na composição de Substratos para emergência de plântulas de Cuité (*crecidentia cujete* I.)** In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu – MG.
- FRANÇA, S. C. A. e LUZ, A.B. **Utilização da vermiculita como adsorvente de compostos orgânicos poluentes da indústria do petróleo.** In:XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. p. 547-553,2002, Recife.
- FREIRE, E. A.; LIMA, V. L. A. de; **O cultivo do pinhão-manso (*Jatrophas curcas* L.) para a produção do Biodiesel***. Departamento de Pós-Graduação Engenharia Agrícola / Irrigação e Drenagem. 2010, UFCG. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/pinhaomanso.pdf>
- LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S.; Teor de acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de Pinhão Manso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, 2008.

LOPES, F. F. M.; *et al.* **Avaliação do crescimento inicial de híbridos de mamoneira com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado.** In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2008.

OLIVEIRA, L. S. M. e UGARTE, J. F. O. **Utilização da vermiculita Como adsorvente de óleo da indústria petrolífera.** XII Jornada de Iniciação Científica – CETEM, 2004.

PEREIRA, W. E., *et al.*; Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista Verde**, v.3, n1. p 27-35 de abril/junho de 2008.

PEREIRA, O. N. **Gesso e rejeito de Caulim na correção de um solo salinizado e no crescimento de gramíneas.** Patos-PB, 2008. 27 p. Monografia – Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande.

PEREZ, B. C. **As rochas e os minerais industriais como elemento de desenvolvimento sustentável.** Série Rochas e Minerais Industriais; 3. Centro de Tecnologia Mineral, 37p. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

POTTER, M. J. **Vermiculite.** U. S. Geological Survey, Minerals Yearbook. p. 82.1-82.3, 2001.

RAMOS, L. A.; Agroindústria de biodiesel a partir de Pinhão manso (*Jatropha curca* L.) no município de Uruaçu-GO. **Boletim Técnico.** Planaltina-DF, 2009. Disponível em:
http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010/Larissa_Alves_Ramos_BT.pdf

ROLIM, H. O. **Potencial de uso agrícola do rejeito de caulim.** 2003. 100f. il. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB.

SANTOS, F. G. B. dos; **Substratos para produção de mudas utilizando resíduos agroindustriais.** 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife-PE.

SANTOS, G. R. O.; *et al.* **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.

SILVA, A. C., VIDAL, M., PEREIRA, M. G.; Impactos ambientais causados pela mineração e beneficiamento de caulim. **Revista Escola Minas**, 2001, v.54, n.2, p.133-136.

SILVA, A.L.; VALDIVIEZO, E.V; **Caracterização da vermiculita de Santa Luzia-PB- visando sua utilização na indústria cerâmica.** Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia de Materiais, 2009.

SOUZA, V. C. de; *et al.*; Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) (Vahl. nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, 2005. CCA/UFPB.

TRAJANO, E. V. A.; *et al.* **Produção do pinhão manso em função de diferentes manejos de água e adubação do solo.**

In: VI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

UGARTE, J. F. O. e MONTE, M. B. M. **Caracterização tecnológica e aplicações de vermiculitas brasileiras.** Relatório Técnico Final. CETEM, 2004.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Comunicação Técnica elaborada para Edição do Livro **Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações**, cap 32. p 677-698. CETEM, 2005.