



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

PPG-CIFA

INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS DE CARVÃO VEGETAL E ESTERCO DE GADO NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE FAVEIRA (*Enterolobium barnebianum*)

ELSON DA COSTA PASSOS

MANAUS

2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS PPG-CIFA

Elson da Costa Passos

INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS DE CARVÃO VEGETAL E ESTERCO DE GADO NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE FAVEIRA (*Enterolobium barnebianum*)

Dissertação, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências biológicas, área de concentração em Manejo dos Recursos Florestais e Ambientais.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Newton Paulo de Souza Falcão

Manaus

2007

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P289i Passos, Elson da Costa
Influência de resíduos de carvão vegetal e esterco de gado no desenvolvimento de mudas de faveira (*Enterolobium barnebianum*) / Elson da Costa Passos . 2007
48 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Newton Paulo de Souza Falcão
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. *Enterolobium barnebianum*. 2. Material orgânico. 3. Produção de mudas. 4. Sivicultura. I. Falcão, Newton Paulo de Souza. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

À minha esposa Arilene e
meus filhos Ingrid e Albert,
pelo incentivo e compreensão
para a realização deste sonho

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por ter me proporcionado saúde, ânimo, persistência e força invisível para ultrapassar todas as dificuldades encontradas no percurso deste alvo.

A Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais pela oportunidade dada no oferecimento deste curso.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA por toda infraestrutura.

A Escola Agrotécnica Federal de Manaus na pessoa do Diretor Geral prof. Jorge Nunes Pereira, pela liberação de tempo para desenvolver o curso e apoio logístico.

Aos meus familiares: Meus pais Luiz e Etelvina pela orientação e educação recebida, minha esposa Arilene e meus filhos Ingrid e Albert pela paciência, apoio, compreensão e dedicação me proporcionando a realização deste sonho.

Ao meu Orientador Dr. Newton Paulo de Souza Falcão pela contribuição, paciência, acompanhamento e Orientação para minha formação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a PETROBRAS CTPETRO – FINEP pelo financiamento do projeto de pesquisa

A todos os mestres que transmitiram seus conhecimentos e experiências profissionais em especial ao prof. Dr. José Moisés que com dedicação teve paciência para me instruir em estatística.

Aos funcionários do Laboratório Temático do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, em especial aos técnicos Jonas e Edvaldo pela dedicação e apoio recebido.

Ao Dr. Luiz Augusto do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia pela dedicação de seu tempo e boa vontade em auxiliar-me com literaturas e estatística do projeto.

Aos colegas de curso que me ajudaram a superar as dificuldades, em especial Welington e a Sheila que me auxiliaram na discussão da temática, contribuindo para superar as dificuldades e chegar à vitória.

A secretária do PPGCIFA pela paciência dispensada a mim durante todo o curso.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação.

Tudo posso naquele que me
Fortalece!

Filipenses 4:13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	25
Tabela 2	37
Tabela 3.....	47
Tabela 4	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.....	39
Figura 2.....	39
Figura 3.....	39
Figura 4.....	39
Figura 5.....	40
Figura 6.....	40
Figura 7.....	40
Figura 8.....	40
Figura 9.....	41
Figura 10.....	41
Figura 11.....	44
Figura 12.....	44
Figura 13.....	44
Figura 14.....	45
Figura 15.....	45
Figura 16.....	45
Figura 17.....	48
Figura 18.....	48
Figura 19.....	49
Figura 20.....	50
Figura 21.....	50
Figura 22.....	51

RESUMO

A produção de mudas contempla etapas que podem demandar maiores, ou menores investimentos financeiros, como é a adubação. Uma forma de minimizar custos é a utilização de materiais orgânicos que podem ser ricos em nutrientes e condicionar fisicamente o substrato. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de mudas de faveira (*Enterolobium barnebianum*) em substratos compostos com esterco bovino e carvão vegetal produzido a partir de segmentos de tronco e galhos de Lacre. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5 x 5) e cinco repetições. Os fatores de estudo foram: cinco doses de carvão vegetal moído (0, 20, 40, 60 e 80 t ha⁻¹) e cinco doses de esterco bovino (0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹). As características avaliadas foram: massa seca da parte aérea e da raiz, a concentração de macro e micronutrientes na parte aérea e os atributos químicos do solo. A aplicação de doses acima de 40 t ha⁻¹ de carvão vegetal afetou negativamente o crescimento das plantas e diminuiu a concentração de P e Mn. Por outro lado, aumentou a concentração de Ca, Mg, K e Zn. Dessa maneira, a aplicação de resíduos de carvão vegetal no substrato para formação de mudas não deve ser considerada como uma fonte de nutrientes nas condições desse trabalho, mas principalmente como um condicionador físico do solo. Nas condições desse trabalho, recomenda-se somente a utilização de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino na composição do substrato empregado para a produção de mudas de faveira.

Palavras-chave: *Enterolobium barnebianum*, material orgânico, produção de mudas.

ABSTRACT

The production of seedlings includes stages that may require greater or lesser financial investments, such as fertilization. One way to minimize costs is to use organic materials that can be rich in nutrients and physically condition the substrate. Thus, the objective of this work was to evaluate the performance of faveira seedlings (*Enterolobium barnebianum*) in substrates composed of bovine manure and charcoal produced from segments of trunk and branches of Lacre. The experiment was carried out in a greenhouse, using a completely randomized experimental design, in a factorial scheme (5 x 5) and five replications. The study factors were: five doses of ground charcoal (0, 20, 40, 60 and 80 t ha⁻¹) and five doses of bovine manure (0, 10, 20, 30 and 40 t ha⁻¹). The evaluated characteristics were: shoot and root dry mass, the concentration of macro and micronutrients in the shoot and the chemical attributes of the soil. The application of doses above 40 t ha⁻¹ of charcoal negatively affected plant growth and decreased the concentration of P and Mn. On the other hand, it increased the concentration of Ca, Mg, K and Zn. Thus, the application of charcoal residues in the substrate for the formation of seedlings should not be considered as a source of nutrients under the conditions of this work, but mainly as a soil physical conditioner. Under the conditions of this work, it is recommended to use only 20 t ha⁻¹ of cattle manure in the composition of the substrate used for the production of faveira seedlings.

Keywords: *Enterolobium barnebianum*, organic material, seedling production.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo Geral:	2
2.2 Objetivos Específicos:	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Características gerais da espécie	4
3.2 Caracterização física de substrato	4
3.3 Caracterização dos recipientes	7
3.4 Solos de terra firme da Amazônia	8
3.5 Solos de Terra Preta de Índio na Amazônia	12
3.6 Substratos e a produção de mudas	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Local de execução do experimento	21
4.2 Procedimentos	21
4.2.1 Procedência das sementes e do substrato	21
4.2.2 Análise química das amostras dos solos	22
4.2.3 Semeadura	22
4.2.4 Repicagem	22
4.2.5 Condução do experimento	23
4.2.6 Coleta do Experimento	23
4.3 Delineamento experimental	24
4.4 Parâmetros analisados	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Características químicas do solo antes da instalação do experimento	24
5.2 Características químicas do Carvão Vegetal e do esterco de gado utilizado no experimento.	25
5.3 Mudanças na fertilidade do solo após a coleta do experimento	25
5.4 Efeitos da interação do carvão vegetal e esterco de gado sobre os teores de macro e micronutrientes do solo	31
5.5 Efeitos dos tratamentos na concentração de macro e micro nutrientes na biomassa seca aérea.	34
5.6 Efeitos dos tratamentos na produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.	35

5.7 Efeitos do do carvão vegetal e do esterco de gado na produção de matéria seca da parte aérea.	36
5.8 Efeitos da interação do carvão vegetal na concentração de macro e micronutrientes na biomassa aérea seca.	37
6. CONCLUSÕES	40
7. REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia brasileira a exploração predatória e desenfreada dos recursos naturais tem crescido constantemente. A falta de conscientização ecológica e direcionamento técnico na exploração dos recursos naturais oferecidos pelas florestas nativas, têm acarretado prejuízos inestimáveis ao meio ambiente. Consequentemente, espécies florestais de grande valor ecológico e econômico estão em vias de extinção.

A faveira [*Enterolobium barnebianum* (Mesquita & Silva)] é uma espécie vegetal arbórea, de origem tropical, perene e pertencente à família fabaceae, na floresta amazônica, é encontrada em ambientes de terra firme e várzeas (MESQUITA; SILVA, 1984).

Essa espécie tem apresentado potencial madeireiro e ecológico, sendo utilizada principalmente em recuperação de áreas degradada, pois, a utilização de espécies leguminosas tem por vantagem a estimulação de vários processos biológicos e químicos na fertilidade do solo, além de possuírem sistema radicular ramificado e profundo o que auxilia na recuperação de solos erosivos, além de serem espécies que contribuem para a formação da simbiose com as bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico e com os fungos micorrízicos (FONSECA, 2005).

Os plantios florestais destinados à recuperação de áreas degradadas ou de reflorestamentos constituem-se de uma alternativa viável para a recomposição de nossas florestas. No entanto, ainda são poucos os plantios florestais existentes, isto se deve principalmente à carência de conhecimentos científicos sobre o comportamento das espécies nativas da região.

Um dos problemas da reposição florestal consiste na falta de informações sobre as técnicas silviculturais de produção de mudas. Esse conhecimento é imprescindível para a reposição florestal, e na produção de mudas de boa qualidade. A qualidade das mudas produzidas para reflorestar uma área é fator fundamental na garantia do êxito de um reflorestamento, pois as mesmas devem ser resistentes às condições adversas no campo e possuírem crescimento desejável (CARVALHO, 2000).

É necessário o conhecimento dos aspectos silviculturais, com relação ao tipo de substrato, sombreamento, crescimento, qualidade das mudas, comportamento em viveiros, capacidade de adaptação às condições de baixa ou alta intensidade de luz que é de grande importância para o desenvolvimento e produção de mudas de boa qualidade.

Na produção de mudas florestais, tem-se empregado diferentes tipos de substratos, dentre eles estão: a vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, terra de subsolo,

serragem, bagaço de cana, moinha de carvão esterco de galinha (FONSECA, 1988). Onde, substratos diversificados devem apresentar características físicas e químicas adequadas a cada espécie (TRINDADE et al., 2000). Porém quando se emprega substrato orgânico originado de excreções animais ou de resíduos urbanos na produção de mudas, deve-se ter o cuidado nas proporções (dosagem), estes podem conter nutrientes em níveis elevados podendo provocar problemas as mudas (RAVIV et al., 1986).

Outro composto orgânico que tem sido apresentado como alternativa e que tem grande potencial para melhorar a fertilidade do solo, podendo se tornar um componente em substratos para produção de mudas (GLASER et al., 2001) é o carvão vegetal, produto originado a partir da pirólise de biomassa em condições limitadas de oxigênio e em temperaturas relativamente baixas (FALCÃO et al., 2001).

Quando misturado ao solo, o carvão vegetal pode proporcionar aumento do pH, CTC e carbono orgânico (CHAN et al., 2007); aumento na disponibilidade de cálcio, potássio e fósforo (KOOKANA et al., 2011; GLASER et al., 2002); além de aumentar a porosidade, aeração e capacidade de retenção de água em substratos, características desejáveis para o setor produtivo de mudas (ZANETTI et al., 2003), portanto, pode ser uma excelente estratégia econômica e ambiental de aproveitamento de resíduos.

Diante da problemática, faz-se necessário à implantação de pesquisas que nos leve a dados mais concretos de como manipular os fatores externos que influenciam o crescimento de plantas jovens de espécies florestais, otimizando a produção, proporcionando melhor qualidade das mudas e minimizando custos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Analisar a influência de dosagens de carvão vegetal e esterco de curral em terriço no crescimento de mudas de (*Enterolobium barnebianum*).

2.2 Objetivos Específicos:

Avaliar o efeito da mistura de carvão vegetal moído e esterco de curral na disponibilidade de nutrientes no solo.

Avaliar a influência dessas fontes orgânicas, no crescimento e estado nutricional das mudas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A humanidade vive na atualidade, uma crise sem precedente, consequência de um modelo político e econômico fundamentado na exploração desenfreada dos recursos naturais, no consumo ilimitado, na distribuição desigual da riqueza entre nações e classes sociais. Dentre as questões mais preocupantes a nível global relacionam-se as alterações macro climáticas, o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio, os resíduos nucleares, a destruição da flora e da fauna, a perda da biodiversidade, a destruição dos recursos naturais e a exclusão social.

Segundo Dean (1996), em 500 anos de colonização, o Brasil tem historicamente um passivo elevado de agressão e predação ambiental, com uma escalada irracional e injustificável de destruição de recursos edáficos, hídricos, florísticos e faunísticos.

A expansão da fronteira agrícola no Brasil, inclusive na região amazônica, ecossistema frágil onde não se sustentam sistemas de produção com solo descoberto, foi copiada de um modelo desenvolvido para regiões temperadas. Quando tal modelo foi aplicado, sem levar em consideração às condicionantes ecológico e sócio econômico predominante nos trópicos, resultou em impactos sociais, econômicos e ambientais altamente negativos (COSTA, 1987).

Passou-se a promover as práticas de mobilização intensiva do solo, desconsiderando as características dos ciclos biogeoquímicos, o elevado intemperismo, a alta pluviosidade e as chuvas torrenciais predominantes nos trópicos, o que resultou na rápida degradação das características físicas, químicas e biológicas dos solos agricultados e na erosão (COSTA, 1987).

A implantação de extensas áreas de monocultura substituindo vegetações naturais altamente diversificadas, a completa destruição das áreas florestais, matas ciliares e de cabeceiras inclusive, associada ao uso dos agrotóxicos, têm promovido um crescimento exponencial dos problemas com pragas, doenças e zoonoses na agricultura e desequilíbrios biológicos crescentes nos sistemas de produção (COSTA, 2001).

Sedimentos e agroquímicos carregados pela erosão promovem uma acentuada poluição e degradação dos recursos hídricos, em muitas situações de forma irreversível. À nível superficial ocorre o assoreamento dos cursos de água por sedimentos de solo, detritos orgânicos e agroquímicos (nitratos e agrotóxicos principalmente). À nível subterrâneo ocorre a eutrofização dos aquíferos com a lixiviação dos nitratos e fosfatos, afora a crescente contaminação por herbicidas e demais agrotóxicos (COSTA, 2001).

Frente a tal conjuntura, surgem as formulações de novas políticas compatíveis com a realidade ecológica e sócio econômica do país, baseadas em paradigmas e práticas fundamentalmente distintas das atuais. Neste contexto, tem-se efetuado, nesta última década, o estudo de espécies florestais (SOUZA et al., 2006).

A produção de mudas de espécies florestais em larga escala para plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas e recomposição de florestas fazem com que haja grande procura por alternativas que visam à redução dos custos de manejo dessas espécies no viveiro e um bom desenvolvimento das mudas no campo. Um dos principais insumos utilizados na produção de mudas é o substrato (PEIXOTO, 1986).

3.1 Características gerais da espécie

A espécie escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi a faveira (*Enterolobium barnebianum*) da família Mimosaceae, distribuída na Amazônia brasileira, Peru e Colômbia.

A árvore adulta atinge até 20m de altura e diâmetro de 20 a 30cm, caule em geral cilíndrico ereto, algumas vezes apresenta sapopemas na base, copa hemisférica densa. Não há citação da importância econômica desta espécie a não ser para produção de ripas para confecção de cerca.

As flores são pequenas e conspícuas, o gineceu apresenta ovário súpero com um a dois cm de comprimento. As folhas são compostas com 25 a 34 cm de comprimento, bipinadas com 5 a 8 pares de pinas, folíolos lineares falcados assimétricos opostos.

Frutos rígidos fibrosos lenhosos, circular com formato de estômago, pesando até 1,2 Kg, epicarpo negro ou castanho, com 7 a 15 cm de diâmetro. Semente oboval, medindo em média 15 mm de comprimento e 7 mm de largura (MESQUITA & SILVA, 1992).

3.2 Caracterização física de substrato

A principal função do substrato é sustentar a planta e fornecer-lhe nutrientes, água e oxigênio. Os melhores substratos devem apresentar, entre outras importantes características, fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, boa textura e estrutura (SILVA et al., 2001). Toledo (1992) refere que um substrato padrão, independente de sua composição e capaz de atender as necessidades das plantas, deve apresentar baixa densidade, teor adequado de nutrientes, elevada capacidade de troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas e ser isento de fungos do gênero *Phytophthora* e nematóides.

As propriedades físicas de um substrato são primariamente mais importantes que as propriedades químicas do mesmo, já que as primeiras não podem ser facilmente modificadas (MILNER, 2001). As características físicas de maior importância para determinar o manejo dos substratos são as granulometrias, porosidade e curva de retenção de água.

A definição da granulometria do substrato permite sua manipulação e adaptação às situações de cultivo, pois possibilita diferentes proporções entre macro e micro porosidade e, conseqüentemente, diferentes relações entre ar e água (FERMINO, 2002). A granulometria dos materiais utilizados como substrato pode ser muito variável, dependendo da origem dos materiais, sistema de coleta, condições de trituração e peneiras utilizadas, entre outros (ANSORENA, 1994).

Para Zaneti et al. (2003), os conceitos de espaço de aeração e água disponível esta alicerçados na curva de retenção de água. O espaço de aeração é caracterizado como volume de macro poros preenchido com ar, em condições de saturação hídrica e após livre drenagem. Nas mesmas condições, à água disponível se refere aos micros poros preenchidos com água (entre 10-10 cm de coluna de água). O conhecimento da curva de retenção de um determinado substrato permite ao produtor programar o manejo mais adequado da irrigação, na medida em que ele pode determinar a quantidade de água a ser aplicada para uma espécie vegetal específica cultivada num determinado recipiente (FERMINO, 2002).

Das características mais importantes dos substratos utilizados em viveiros florestais, Schorn & Formento (2003) destacaram, de forma sucinta, as que merecem maior atenção:

“Textura: refere-se à proporção relativa dos componentes de vários tamanhos ou grãos individualizados contidos na massa do substrato, constituindo a argila, o silte e a areia. As partículas de argila são as principais responsáveis pela retenção dos nutrientes e água, necessários ao desenvolvimento da muda. No entanto, a textura do substrato deve ser arenoso, franco arenoso ou areia franca, visto que quanto mais grosseira a textura do substrato, mais rápida é a drenagem. A drenagem eficiente previne contra o aparecimento de fungos pela baixa umidade. Para mudas em raiz nua, esta classe de textura favorece a extração das mudas do solo, em virtude da pequena aderência das partículas às raízes das mudas.”

“Estrutura: trata do modo ou como as partículas são unidas, arrançadas com os poros, em forma de agregados no substrato. Suas dimensões é que determinam à estrutura e uma das suas mais importantes funções é possibilitar a drenagem, e por conseqüência, a oxigenação e a penetração das raízes. O agregado por sua vez, vai ser constituído da areia, do silte e da argila, em proporções que variam com o substrato. A desestruturação do substrato faz com que o

mesmo se compacte, reduzindo a porosidade. Esta por sua vez causa um decréscimo na aeração e no fornecimento de oxigênio para as raízes das mudas e para os microrganismos. Outro problema é a redução da infiltração de água e transporte de nutrientes, limitando o desenvolvimento das mudas.”

“Porosidade: são os espaços ocupados por ar, água, organismos e raízes. Sua quantidade é determinada diretamente pelo arranjo das partículas sólidas e pela presença de matéria orgânica. Já as dimensões dos poros e sua distribuição são determinadas, além da estrutura, pela textura. Os poros podem ser classificados de acordo com o diâmetro em macro e micro poros. Os macros poros permitem a livre movimentação de ar e água de percolação, enquanto os micros poros permitem a movimentação de água capilar.”

“Matéria orgânica: além de ter a capacidade de reter a umidade e nutrientes no substrato, como a argila, o húmus tem a propriedade de expansão e retração, pelo umedecimento e seca, e conseqüentemente a manutenção da estrutura do substrato.”

São descritos abaixo, alguns componentes que podem ser usados na constituição do substrato (CUNHA, 1986; MACEDO, 1993; PAIVA & GOMES, 2000; SCHORN & FORMENTO, 2003):

a) Vermiculita: é um mineral de estrutura variável, constituído de lâminas ou camadas, justapostas em tetraedros de sílica e octaedros de ferro e magnésio. O octaedro de magnésio, quando submetido ao aquecimento, expande-se. Isto resulta no melhoramento das condições físicas, químicas e hídricas do solo. A vermiculita possui a capacidade de reter a água do solo, deixando disponível para a planta, em caso de uma breve estiagem. É um substrato praticamente inerte, sendo necessário o balanceamento de nutrientes essenciais, por meio de adubações periódicas. Outro grande problema da vermiculita é de se conseguir uma boa aderência do substrato ao redor das raízes, sendo necessário levar o tubete ao campo até o momento do plantio.

b) Composto orgânico: é o material resultante da decomposição de restos animais e vegetais, através do processo da compostagem. Este processo consiste em amontoar esses resíduos e, mediante tratamentos químicos ou não, acelerar a sua decomposição. A decomposição por microrganismos do solo processa-se mais rapidamente quando estes encontram quantidades suficientes de nitrogênio e fósforo prontamente assimiláveis. Em termos práticos, o teor de nitrogênio é que determina a velocidade de decomposição. Quando

o resíduo tem menos de 1% de N, a decomposição é extremamente lenta, por ser um material pobre. Tendo o resíduo mais de 2% de N, a decomposição é rápida, mas sujeita à perda de N para a atmosfera. O composto estimula a proliferação de microrganismos úteis, melhora as qualidades físicas do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes, facilita o arejamento e reduz o efeito da erosão pela chuva.

c) Esterco bovino: quando bem curtido, muito contribui para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do substrato, além de fornecer vários nutrientes essenciais às plantas. Ele aumenta a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água, a porosidade do solo e a agregação do substrato, as quais são mais importantes que os elementos químicos e nutrientes adicionados pelo esterco. O valor do esterco como fertilizante depende de vários fatores, dentre os quais o grau de decomposição em que se encontra e os teores que ele apresenta de diversos elementos essenciais às plantas. O esterco bem curtido é útil misturado com outros substratos, proporcionando resultados semelhantes ao do composto orgânico, porém inferiores.

d) Terra de subsolo: deve-se dar preferência aos solos areno - argilosos, pois estes apresentam boa agregação, permitem uma boa drenagem da água, não apresentam problemas para o desenvolvimento das raízes, possui boa capacidade de reter umidade e apresentam coesão necessária para a agregação ao sistema radicular. É utilizada principalmente com mudas que são produzidas em sacos plásticos. É importante se fazer uma análise química, para verificar a necessidade ou não, de uma correção do pH, uma vez que espécies folhosas desenvolvem-se melhor em solos com pH na faixa de 6,0 a 6,5. Para a retirada da terra deve-se remover uma camada superficial de aproximadamente 20 cm, para que a terra a ser usada no viveiro não seja acompanhada por sementes de plantas indesejáveis.

e) Moinha de carvão vegetal: é um subproduto do processo de carvoejamento, uma vez que se constitui de partículas finas que não são aproveitadas pelas empresas produtoras de ferro-gusa. Na produção de mudas utilizando tubetes, a moinha é um excelente produto para ser misturado com outros substratos, principalmente os orgânicos.

3.3 Caracterização dos recipientes

Existem no mercado diferentes recipientes para a formação de mudas frutíferas e florestais, sendo o critério de escolha definido em função da disponibilidade e custo. Trindade

& Oliveira (1999) citam tipos de recipientes mais utilizados na produção de mudas de mamoeiro, como os sacos plásticos e canteiros móveis (bandejas de isopor e tubetes), enfatizando que o mais utilizado é o saco plástico.

Simão (1998) relata que a semeadura direta em saco plástico é a mais favorável, dando origem a plantas mais vigorosas e produção antecipada da muda. Mendonça et al. (2003) utilizou sacos plásticos de 750 ml, bandeja de isopor com capacidade de 70 ml /célula e tubetes de 50 ml na produção de mamoeiro, cuja melhor produção foi do recipiente saco plástico.

Soares (1998) utilizou sacos plásticos com dimensões de 14x 16x 0,006 cm; 15x20x0,006 cm e 12x 20x 0,006 cm na produção de mudas de mamoeiro. O autor ressalta a importância de trabalhos visando à adequação do melhor recipiente para a propagação do mamoeiro, uma vez que tubetes, bandejas e sacos plásticos ocupam volumes diferentes na qualidade final da muda.

Neto et al. (2003), repicou mudas de espécies arbóreas nativas germinadas em sementeira para tubetes com capacidade de 50 cm³ (12 cm de comprimento, 3cm de diâmetro superior e 1cm de diâmetro na parte inferior). Tubetes com capacidade volumétrica de 50 cm³ (12 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro superior) também foi utilizado por Souza et al. (2006) na produção de mudas de espécie florestais e (tubetes com capacidade volumétrica de 50 cm³) na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

Zaneti et al. (2003) enfatiza que a capacidade, altura, formato e material de composição do recipiente também exercem influencia na relação ar:água dos substratos. Segundo Milner (2001), quanto maior a altura do recipiente utilizado, menor a capacidade de água disponível, independente do material utilizado.

Para Queiroz et al. (2001), o tamanho do recipiente tem influencia direta no custo final da produção de mudas, pois resulta na quantidade do substrato a ser utilizado, no espaço que irá ocupar no viveiro, na mão de obra utilizada no transporte, remoção para aclimação e retirada para entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos demandada.

3.4 Solos de terra firme da Amazônia

Quando o homem usa a terra, no sentido genérico, como meio de produção, ele altera os sistemas naturais, porque a “máxima produtividade biológica” existente, naturalmente, não é a desejável, ou é no mínimo insuficiente para atender às demandas. A menos que o sistema

de produção introduzido procure revestir-se de precauções com a sustentabilidade, ocorrerá forçosamente a degradação do meio ambiente (SILVA, 1996).

Segundo Bandy et al. (1994), a degradação das terras aráveis utilizadas no mundo é o resultado do uso não sustentável dos recursos naturais, carência de políticas relacionadas com o uso da terra e manejo das florestas. A maior parte do desflorestamento atual ocorre nas Américas, África e Ásia, onde se pratica a agricultura de derruba e queima, associada a uma agricultura migratória em 30% dos solos aráveis. A expansão demográfica e a crescente competição por terra têm levado a um processo de derruba e queima que provoca erosão reduz a capacidade natural de recuperação do solo e, eventualmente, conduz à destruição permanente das florestas tropicais.

Em função do avanço da ação antrópica na Região Amazônica, a floresta, como um ecossistema em equilíbrio, vem sofrendo grandes alterações em sua estrutura natural. Quanto às características químicas dos solos da Amazônia 78% são ácidos e de baixa fertilidade natural, limitando o uso contínuo na agricultura (SANCHEZ, 1976), sem a adição de fertilizantes.

A maioria destes solos é classificada como Latossolos (Oxisols) e Argissolos (Ultisols), com argilas de baixa carga, e o predomínio de caulinita, e de óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro. São, em geral, solos bastantes intemperizados, ácidos e de baixa fertilidade (SANCHEZ, 1976; NICHOLAIDES et al. 1982; OLIVEIRA & MOREIRA, 1993).

Segundo Gonçalves (1988), a baixa fertilidade dos solos de terra firme da Amazônia se deve ao clima tropical, cuja alta temperatura e elevada pluviosidade, entre outros fatores, foi considerado pelo autor como agentes aceleradores do envelhecimento dos solos.

A qualidade do solo foi considerada por Fearnside & Filho (2002) como um fator importante na definição do potencial de produção e sustentabilidade de qualquer área agrícola. Para França (1980), citado por Gonçalves (1988), um solo ideal seria aquele que reunisse os seguintes requisitos:

“Profundidade efetiva suficiente para a expansão do sistema radicular das plantas, normalmente atingindo mais de 150 cm.

Fertilidade relativamente alta, necessária para a obtenção de boas produções; ou terras possuindo características morfológicas, físicas e químicas que facilitem a correção de eventuais deficiências ou desequilíbrios de nutrientes.

Boa capacidade de armazenamento de água em forma disponível as plantas, sem problemas de falta ou excesso;

Boa drenagem interna e/ou situação topográfica e característica do perfil que facilitem a remoção de excessos temporários de água, assegurando boa aeração e a não ocorrência de deficiência de oxigênio;

Baixa erodibilidade e/ou condições locais (declividade, características morfológicas e propriedades físicas e químicas) que permitem um controle eficiente da erosão;

Relevo favorável e ausência de impedimentos permanentes a moto mecanização, tendo em conta a crescente importância da mecanização das operações agrícolas;

Ambiente possuindo condições hídricas e térmicas adequadas para o crescimento e desenvolvimento das culturas sem maiores problemas quanto a proliferação de ervas daninhas e doenças de plantas.”

França (1980) considera a Terra Roxa Estruturada eutrófica e o Latossolo Roxo eutrófico, ambos situados em suaves declives, como próximos do solo ideal. Por ordem decrescente de desvio do solo ideal, o autor também faz referência aos Latossolos distróficos, Podzólicos vermelho amarelo, Areia quartzosa, Litossolos, Cambissolos e os solos Hidromórficos.

França (1980), Adámoli et al. (1986), Gonçalves (1988) e Magalhães et al. (1998) apresentam descrições sucintas sobre diferentes tipos de solo:

a) **Latossolos:** São solos muito profundos, geralmente com mais de 2m, forte e moderadamente drenados e com sequência de horizontes A, B e C pouco diferenciados. Apresentam avançado estágio de intemperização e são praticamente destituídos de minerais primários facilmente intemperizáveis. Afastam-se do solo ideal pela baixa fertilidade e pela baixa capacidade de retenção de água disponível as plantas.

b) **Terras Roxas:** São solos profundos (mais de 200 cm), permeáveis, de textura argilosa em todo o perfil, com incremento de argila no horizonte B. Todos os horizontes apresentam cerosidade, e no horizonte C ocorre um decréscimo do teor de argila e a presença de minerais primários semi-alterados. São solos eutróficos, de boa fertilidade natural. De maneira geral, são os que mais se aproximam do solo ideal.

c) **Podzólicos:** São solos que apresentam uma diferença textural acentuada entre os horizontes A e B, geralmente profundos a moderadamente profundos. Afastam-se do solo ideal pelo alto risco de erosão, devido a diferença textural entre horizontes A e B. Apresentam-se com limitações a moto mecanização impostas pelos declives acentuados e pelas irregularidades do terreno provocadas pelo processo erosivo.

d) **Areias Quartzosas:** São solos cuja seqüência de horizontes são A e C, de espessura superior a 2 m, originários de sedimentos areno-quartzosos não consolidados ou de arenitos. O teor de argila é inferior a 15% e é virtualmente destituída de minerais primários decomponíveis. Apresenta fertilidade baixa, pequena capacidade de retenção de água e nutrientes, e alta susceptibilidade a erosão, sendo bastante distante do solo ideal.

e) **Litossolos:** São solos rasos com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C de pequena espessura. Apresentam teores elevados de minerais primários intemperizáveis e blocos de rochas semi-intemperizados. Apresentam como limitações suas reduzidas profundidades efetiva, declives acentuados e presença de pedras, tanto na superfície como na massa do solo.

f) **Cambissolos:** Compreendem os solos com horizonte B incipiente ou câmbico. Esta classe apresenta estágio intermediário de formação comparada com os solos com B textural ou latossólico. O teor de argila é superior a 15% e mais de 20% da fração silte na composição granulométrica. Suas limitações são semelhantes as dos Litossolos.

g) **Solos Hidromórficos:** São solos pouco desenvolvidos, situados em terrenos planos, nas várzeas dos rios ou depressões, formados a partir de sedimentos aluviais. A presença do lençol freático próximo à superfície, durante a maior parte do ano, condiciona a formação de um horizonte A escuro, com alta concentração de matéria orgânica, parcial ou totalmente decomposta repousando sobre camadas minerais. A maior parte desses solos é distrófica e álicos. Apresenta limitações quanto ao excesso de água (deficiência de oxigênio) e impedimentos a moto mecanização, a menos que tais limitações sejam atenuadas mediante a instalação e manutenção de sistema de drenagem artificial.

Então, os ecossistemas de terra firme, apesar de possuírem vegetações bem complexas, onde ocorrem principalmente as florestas exuberantes e com elevada diversidade biológica, chegando a apresentar mais de 250 espécies de plantas lenhosas por ha (PRANCE et al., 1976; GENTRY, 1988), estão assentadas em solos de baixa fertilidade natural, acidez elevada e alta saturação com alumínio tóxico (SANCHEZ et al., 1982). Estes solos são os resultados do processo de lixiviação por um período de milhões de anos, onde os elementos nutrientes, tais como Ca, Mg, P, K, etc., estão em concentrações bem inferiores aos requeridos para um bom desenvolvimento de plantas tradicionais e de importância econômica. A vegetação presente nestes solos passou por um processo de adaptação, procurando utilizar eficientemente os nutrientes reciclados da matéria orgânica decomposta pelos microrganismos dos solos. Com isso, a perda de elementos do ecossistema é pequena e a contribuição da microflora é de

fundamental importância para a manutenção do ecossistema como um todo. O pouco que sai deste ecossistema consiste de matéria orgânica pobre em nutrientes, responsável pela coloração escura das águas de alguns rios, como o Negro. Outros rios deste ecossistema chegam a ter uma água cristalina e de baixa fertilidade, indicando que a quase totalidade dos nutrientes recicla no ecossistema (FURCH et al., 1982; SANTOS et al., 1984, 1985).

Os ciclos biogeoquímicos em florestas integram os diferentes processos globais de transferência dos elementos químicos que ocorrem na biosfera. Alguns desses elementos químicos são reconhecidos como nutrientes e circulam na natureza por meio dos ciclos gasosos e geológico (ODUM, 2001). Os compartimentos e/ou sistemas inorgânico e ou orgânico são interligados nesses processos de movimentação.

Os organismos fotossintetizantes sintetizam a biomassa a partir de nutrientes inorgânicos dissolvidos, de dióxido de carbono e da captação de energia solar. Esta matéria orgânica é consumida pelos animais formando a base de uma cadeia alimentar. A matéria orgânica morta de origem vegetal e animal é decomposta e mineralizada por microrganismos, tanto no solo como na água e nos sedimentos, e os nutrientes mineralizados tornam-se novamente disponíveis no ambiente, passíveis, portanto, de serem utilizados novamente na reação de fotossíntese (CUNHA et al., 1993).

O compartimento formado pela serrapilheira e pelo solo é o sítio de todas as etapas da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes. A vegetação é a principal responsável pela variabilidade horizontal da serrapilheira, ou seja, quanto mais diversa for a comunidade vegetal, mais heterogênea será a serrapilheira. À medida que as folhas, galhos e raízes vão sendo incorporados à serrapilheira e sofrem o processo de decomposição, ocorre liberação desses nutrientes ao solo e, conseqüentemente, disponibilização para as plantas (SOUZA & DAVIDE, 2001; VITAL et al., 2004).

Dessa forma, a quantificação dos nutrientes da biomassa, bem como o padrão de sua ciclagem, permite avaliar a magnitude dos reflexos causados pela intervenção antrópica ou por fenômenos naturais ocorridos no ecossistema, tornando possível, por meio de estudos de ciclagem de nutrientes, a quantificação das saídas ou perdas de nutrientes (VITAL et al., 2004). Um solo com grande quantidade de matéria orgânica seria a Terra Preta de Índio.

3.5 Solos de Terra Preta de Índio na Amazônia

A Terra Preta de Índio é uma unidade de solo de origem antrópica, existente na Amazônia, caracterizada por apresentar altos teores totais de CaO (1.810 mg.kg⁻¹) e P₂O₅

(4.900 mg.kg⁻¹), elevados teores de matéria orgânica e a mais intensa atividade biológica que os solos adjacentes, provenientes, provavelmente, de restos de ossos humanos e de animais (FALCÃO & BORGES, 2006).

Uma grande atenção tem sido dada às propriedades químicas de camadas de húmus e horizontes minerais orgânicos de solos de terra preta, onde a matéria orgânica acumulada é mineralizada e unificada. A capacidade tampão desses horizontes determina, muitas vezes, a ciclagem de nutrientes de todo o ecossistema. O movimento de água, a maior atividade de microrganismos e ampla distribuição de raízes no solo entre os horizontes superiores, húmus e serapilheira faz com que esses se tornem compartimentos importantes para a ciclagem, onde os nutrientes se encontram em fluxos mais intensos que em outros compartimentos.

Falcão et al. (2001) refere que, neste solo, o pH varia entre 5,2 a 6,4; com disponibilidade de P acima de 250mg.kg⁻¹, Zn com 200 mg.kg⁻¹ e Mn com 450 mg.kg⁻¹ respectivamente. Kern & Costa (1997) classifica esse solo como Terra Preta Arqueológica, devido à quantidade de cerâmica e artefatos indígenas incorporados a matriz dos horizontes superficiais desse solo.

Kern (1996) relata a coloração escura da Terra Preta Arqueológica, restos de fragmentos cerâmicos e artefatos líticos, elevados teores de Ca, Mg, Zn, Mn, C e P. A Terra Preta Arqueológica pode ser identificada por sua cor escura, resultado da concentração de substâncias orgânicas depositadas no solo que apresentam altos teores de cálcio, carbono, magnésio, manganês, fósforo e zinco, elementos que tornam a terra fértil. Segundo o autor, essas áreas de solos altamente férteis formadas no passado parecem não exaurir seu conteúdo químico mesmo sob condições de floresta tropical, contrastando com a maioria dos solos encontrados na região de Caxiuanã, Pará. Por essa razão, são freqüentemente procurados pelas populações locais para o cultivo de subsistência como mandioca, banana, mamão, etc.

Smith (1980) cita que as Terras Pretas Arqueológicas, são encontradas na grande maioria das classes de solos ocorrentes na Amazônia como no Latossolo, Argissolo, Terra Roxa Estruturada e Plintossolos Pétricos. Nas cartas de solos de Caxiuanã, a Terra Preta Arqueológica é geralmente catalogada como inclusão, abrangendo entre 2 a 3 ha (KERN et al, 2003) e, excepcionalmente, em alguns locais, chegam a alcançar áreas superiores a 80 ha. O horizonte A antrópico, que equivale a camada de Terra Preta Arqueológica, apresenta uma faixa média de 40 a 60 cm, entretanto, em determinados casos, pode chegar a 20m de profundidade com evidências de ocupação humanas (fragmentos de cerâmicas, artefatos líticos e carvão) (KERN, 1996).

Kern et al. (2003) menciona que a Terra Preta Arqueológica é localizada geralmente em terra firme, sendo solos bem drenados, próximos à água corrente, e quase sempre em posição topográfica que permita uma boa visibilidade da área do entorno, fator importante para a estratégia de sobrevivência do homem pré-histórico.

Costa *et al.* (2004), estudando artefatos cerâmicos encontrados em sítios arqueológicos com terra preta no Baixo Amazonas (Cachoeira-Porteira, Pará, Brasil), representativos da cultura Konduri (de 900 a 400 anos AP), cuja constituição é de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O e P₂O₅, sendo que SiO₂ e Al₂O₃, juntos, perfazem mais de 80 % em peso. Os autores ressaltam os elevados teores de P₂O₅ (2,37 % em média) sob a forma de (Al, Fe)-fosfatos, incomuns em cerâmicas vermelhas primitivas, mas encontrados em algumas cerâmicas arqueológicas egípcias e romanas. Relatam que as concentrações dos elementos traços são comparáveis ou mesmo inferiores ao nível crustal, embora a composição total seja próxima à mesma.

Para os autores, a composição química (exceto P₂O₅) em conjunto com os dados mineralógicos e texturais indicam material saprolítico derivado de rochas ígneas félsicas ou rochas sedimentares como matéria-prima das cerâmicas. Os teores de K, Ca e Na mostram que os feldspatos e fragmentos de rochas foram adicionados ao material argiloso, como sugerido pela mineralogia. Os altos teores de sílica respondem pela presença de caixi, cariapé e/ou areias quartzosas.

Fósforo deve ter sido incorporado à matriz argilosa da cerâmica, segundo Costa et al. (2001), quando do cozimento de alimentos nos vasos cerâmicos, e ainda, em parte, durante a formação do perfil de solo tipo ABE sobre Latossolos Amarelos.

Quando do abandono e intemperização desses artefatos, os mesmos sofreriam um processo de fragmentação e mineralização, o que faria com os componentes básicos de sua formação fossem incorporados ao solo de terra preta, resultando daí sua riqueza em nutrientes essenciais as plantas.

Segundo Ruivo (2006), a topografia e as características biológicas dos solo são fatores importantes para explicar a composição da Terra Preta Arqueológica. Com doutorado em solos, Ruivo explica que as terras pretas ficam em sua grande maioria nas partes elevadas o que poderia facilitar a transformação da matéria orgânica em nutrientes minerais que são incorporados ao solo. A pesquisadora afirma que as terras pretas possuem altos teores de substâncias húmicas, responsáveis pela nutrição e agregação dos solos, o que explicaria, em parte, a fertilidade da Terra Preta Arqueológica. "Alguns microorganismos podem sintetizar as substâncias húmicas de forma diferente dos demais solos adjacentes", afirma Ruivo. Daí a

necessidade, segundo ela, de se estudar todos os tipos de vida que fazem parte do solo e ainda a fauna que habita o sítio e o entorno dessas áreas e que, de alguma forma, possam ter contribuído para a formação dos solos.

Para Martins et al. (1989), a quantidade total de matéria orgânica no solo é variável, com maior acúmulo e fragmentação dos resíduos vegetais da liteira e, menor incorporação de matéria orgânica abaixo de um metro de profundidade, em caso de solos bem drenados. Na sequência de evolução da matéria orgânica, os resíduos vegetais pouco alterados fornecem elementos para formação dos resíduos húmicos ligados a fração mineral. Desse modo, pode-se, segundo o autor, avaliar de forma geral, diferenças entre pedons, tomando-se por base o conteúdo de carbono das referidas frações.

3.6 Substratos e a produção de mudas

A necessidade de produção de mudas com melhor qualidade e menor custo em escala comercial é um desafio constante, resultado da crescente demanda de produtos florestais visando o estabelecimento de florestas e povoamentos, produção de lenha, carvão, moirões, madeira, além da recuperação de áreas degradadas (SCHORN & FORMENTO, 2003). Em função disso, tem-se observado maior interesse por parte dos agricultores e viveiristas em técnicas de manejo adequado na produção de mudas, atividades que vão da germinação até o plantio no campo.

O conhecimento do crescimento das plantas em viveiro, quando são variados os fatores de produção tais como água, luz, temperatura, fertilizantes, fungicidas, tamanhos e modelos de recipientes e substratos, é importante para produzir muda de qualidade em quantidade e a menor custo. Um dos grandes problemas, quando da produção de mudas, sempre foi e continua sendo a utilização do recipiente, do substrato e da adubação ideal (PEZZUTTI et al., 1999).

Para o semeio das sementes deve se utilizar solos férteis. Entretanto, torna-se cada vez mais difícil encontrá-los, havendo assim a necessidade de fertilizá-lo artificialmente. A fertilização do substrato é uma das fases mais importantes em um programa de produção de mudas de espécies arbóreas. Existem no mercado inúmeros tipos de adubos comerciais, que variam na sua composição, forma (pó, grânulos e encapsulados) e solubilidade (NETO et al., 2003). Outro tipo de adubo muito utilizado são os orgânicos.

Neto et al. (2003) testou diversas doses e fontes de adubo para verificar o crescimento de mudas de cinco espécies arbóreas nativas, *Guazuma ulmifolia* e *Croton floribundus*

(pioneiras), *Peltophorum dubium* e *Gallesia integrifolia* (secundárias iniciais) e *Myroxylon peruiferum* (clímax). Os tratamentos consistiram principalmente na utilização de adubo de liberação controlada (ALC, 19-06-10, N-P2O5-K2O) de maneira pura ou em mistura com adubo em pó (AP, 14-16-18), ou AP mais adubação de cobertura periódica (ACP, 19-06-20), comparados com adubação convencional (adubação de base mais adubação de cobertura com sulfato de amônio e cloreto de potássio) e testemunha (sem adubação).

Os autores utilizaram como substrato húmus de minhoca (60%), casca de arroz carbonizada (30%) e terra de subsolo (10%), em base volumétrica, tendo por recipiente o tubete de polipropileno de 50 cm³ de capacidade. Entre os tratamentos que produziram mudas de boa qualidade ao final do experimento, para cada espécie, aqueles com doses de 3,2 e 4,8 kg de adubo de liberação controlada por metro cúbico de substrato foram comuns a todas as espécies e, adicionalmente, resultaram em dimensões apropriadas para plantio no campo em menor tempo do que os outros tratamentos.

Rodella & Alcade (2000) e Neto et al. (2003) mencionam que os adubos de liberação controlada estão começando a serem utilizados nos viveiros de produção de mudas. Apesar do custo elevado, são economicamente viáveis para uso em viveiros, uma vez que 1 m³ de substrato preenche cerca de 16.000 tubetes de polipropileno de 50 cm³, sendo gasto em torno de 5 kg de adubo por metro cúbico de substrato, o que tornaria o preço unitário da muda mínimo, evitando, portanto, investimentos em sistemas de fertirrigação, diminuindo a mão-de-obra, no caso da adubação ser feita de forma manual com regadores.

De acordo com NEVES et al. (1990), vários fatores contribuem para que mudas crescidas, em diversos tipos de substratos como vermiculita, turfa, casca de Eucalipto, serragens, moinha de carvão e outros, misturados ou não entre eles, apresentem problemas nutricionais. Dentre esses fatores, têm-se as carências, excessos e desequilíbrios inerentes aos substratos, como também a falta de métodos de extração especificamente desenvolvidos e testados (extratores químicos) capazes de permitir uma adequada avaliação das disponibilidades de nutrientes.

Cole & Dole (1997) aludem que os adubos de liberação controlada produzem maior crescimento das plantas e menos lixiviação que os mesmos fertilizantes não-encapsulados. Dessa forma, a perda de nutrientes lixiviados para os adubos de liberação controlada aumenta com o maior volume de lixiviável (HUETT & MORRIS, 1999) e a menor capacidade de retenção de água e CTC do substrato (HAMILTON & JOHNSON, 1978).

Os adubos orgânicos (esterços animais) vêm sendo empregados como fertilizantes a mais de dois mil anos, por fornecerem nutrientes e matéria orgânica para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Nesse caso, o efeito é o condicionador de solo, considerando a matéria orgânica como um produto químico que melhora as propriedades físicas do solo (Kiehl, 1985; Rajj, 1991).

A adubação orgânica do solo consiste na aplicação de resíduos orgânicos, desde os de constituição mais rica, como o esterco de animais, os de constituição média como as camas de estábulos ou cocheiras e resíduos de culturas até os de constituição mais pobres, como as varreduras, lixo, capins e serragem de madeira (KIEHL, 1985). Atualmente, os fertilizantes orgânicos estão sendo bastante utilizados pelos viveiristas, por atenderem as necessidades das plantas, pelo baixo custo, por não serem poluentes e, desse modo, contribuir para a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1998).

Por exemplo, Souza et al. (2006) avaliaram em condições de campo o comportamento de quatro espécies florestais (*Eucalyptus urophylla*, *Cedrela odorata*, *Schinus terebinthifolius* e *Acacia holosericea*) submetidas a diferentes adubações orgânicas e minerais com adição de um condicionador de solo (Hidroplan). As adubações testadas no experimento foram: esterco bovino; esterco de galinha; adubação mineral NPK (testemunha); esterco de boi + Hidroplan; esterco de galinha + Hidroplan e adubação mineral NPK + Hidroplan. As mudas foram produzidas em viveiro em tubetes de polietileno e plantadas em campo aos 90 dias após a rustificação. Os adubos orgânicos estudados contribuíram para melhor desempenho em todas as espécies, com exceção do *Eucalyptus urophylla*, que teve melhor desempenho no NPK e NPK + Hidroplan.

Lucena et al. (2004), estudaram a germinação de cinco mudas de essências florestais (*Cássia siamea*, *Dolonix regia*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Enterolobium contortosilicum*) em substratos orgânicos em comparação com a germinação em solos sem adubação. Os substratos foram constituídos por: solo arenoso, solo argiloso, esterco de gado, esterco de galinha e húmus de minhoca em diferentes proporções. Os autores observaram que, no laboratório, o maior percentual germinativo (60%) foi obtido com a espécie *Enterolobium contortosilicum*. A espécie *Dolonix regia* se sobressaiu quando submetida ao tratamento composto por solo arenoso + húmus de minhoca na proporção de 1:1, apresentando 85% de germinação das suas sementes. Em geral, as sementes utilizadas apresentaram sua máxima germinação nos substratos orgânicos, segundo os autores, chegando

a conclusão que a fonte e a dosagem de matéria orgânica influenciou decisivamente na germinação das sementes.

Embora alguns estudos acerca dos requerimentos nutricionais e respostas ao uso de nutrientes em espécies florestais já tenham sido conduzidos, a maioria deles foram realizados em casa de vegetação (DIAS et al., 1994). Mesmo gerando resultados importantes sobre as exigências nutricionais e respostas das espécies à fertilização, estes têm aplicação restrita para recomendação da adubação no campo pelo fato de poucos estudos terem sido realizados nessas condições.

Isso é explicado por Malavolta et al. (2004), que detectou que os adubos orgânicos são deficientes em nitrogênio, fósforo e potássio, mesmo quando empregados em doses elevadas (toneladas por hectares). Para os autores, esses adubos valem especialmente pela matéria orgânica que, incorporada ao solo, se decompõe e forma húmus. Para Knäpper (1990), húmus é a matéria orgânica decomposta e pronta para ser assimilada pela planta.

Entretanto, outros tipos de húmus, mais concentrados, comportam-se de modo mais semelhante ao dos adubos minerais, funcionando como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos, como bem exemplifica essa definição de MARTINEZ (1991), húmus é um pó granulado fino, escuro e sem-cheiro. É rico em macro elementos essenciais à nutrição das plantas como N, P, K, Mg e S, além disso, contém bactérias fixadoras N₂.

Malavolta (1989) em análise de uma tonelada de esterco bovino contém 5 quilos de nitrogênio, 2,5 quilos de P₂O₅ e 5 quilos de K₂O. As mesmas análises mostram que quase a metade do nitrogênio do esterco vem da urina enquanto que no caso do potássio mais da metade estava nela, quanto ao fósforo praticamente todo ele vem das fezes.

Alternativa para a produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, dentre a série de fontes orgânicas, é a utilização do vermicomposto húmus de minhoca. Vermicomposto é o nome que se dá a ação das minhocas em um composto orgânico, transformando-o em húmus, o qual é um composto enriquecido com esterco das minhocas, contendo microrganismos humificantes alcalinos e bactérias que constituem algo semelhante a anticorpos naturais contra pragas e doenças, transmitindo saúde às plantas (ANTONIOLLI et al., 1995).

O conceito de húmus de minhoca, segundo Kiehl (1985) e Vieira (1993), húmus são as fezes das minhocas, pois elas ingerem grandes quantidades de solo, o qual, após a digestão, excreta resíduos que são compostos por agregados de solo e matéria orgânica, rico em macro nutrientes.

Schumacher et al. (2001), avaliou o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes doses de vermicomposto (0; 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 cm³ por tubete de 50 cm³ de capacidade) tendo por substrato Argissolo Vermelho-Amarelo coletado no horizonte A (0-20 cm) da Unidade de Mapeamento São Pedro. O vermicomposto utilizado foi proveniente de produção de minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida* Savigny) valendo-se de esterco bovino. Após 100 dias de desenvolvimento, observou-se que as mudas de *Eucalyptus grandis* responderam de maneira distinta às doses aplicadas, não suportando misturas acima 15,0 cm³ (30%) de vermicomposto por tubete.

Conforme Gonçalves & Poggiani (1996), o vermicomposto usado como substrato apresenta várias vantagens tais como: boa consistência dentro dos recipientes, média a alta porosidade e drenagem, alta capacidade de retenção de água e nutrientes, elevada fertilidade, boa formação do sistema radicial, entre outros: favorece o equilíbrio do pH e propicia o controle biológico de patógenos e doenças (ANTONIOLLI et al., 1995).

Para Longo (1987), em média, o húmus produzido pelas minhocas é 70% mais rico do que os convencionais, além de permitir que as plantas cresçam mais resistentes e fortes, restaurando ainda o ciclo biológico natural do solo, fazendo com que se reduzam de maneira significativa as infestações de pragas, diminuindo conseqüentemente as perdas e as despesas com agrotóxicos.

Estudos sobre a utilização da terra preta de índio/arqueológica ainda são muito incipiente, principalmente quando se trata de estudos sobre seu uso na produção de mudas. Um exemplo de estudo foi executado por Falcão & Borges (2006) com o objetivo de avaliar o efeito da fertilidade de solos antropogênicos no estado nutricional e na produtividade do mamão Havaí (*Carica papaya* L.).

O estudo foi conduzido em um plantio, localizado na Costa do Açutuba, Iranduba, AM, em Latossolo Amarelo antrópico em plantas com oito meses de idade e no início da produção de frutos, no período de agosto a outubro de 2003. Os seguintes tratamentos foram aplicados: Tpn = plantio em terra preta não adubada; Tpa = plantio em terra preta adubada; Tm1 = plantio em terra mulata não adubada; Tm2 = plantio em terra mulata com um ano de pousio.

O tratamento que apresentou maior produção foi o Tpa, com média de 61,10 frutos/planta, e o que apresentou menor produção foi o Tpn, com média de 18,18 frutos/planta. A acidez potencial em todos os tratamentos apresentou-se em níveis médios, mesmo com o manejo da fertilidade praticado nos últimos anos. Observou-se um desbalanço

nutricional provocado pelos altos teores de P, Ca, Mg e baixo teor de K; todos os tratamentos apresentaram teores de Zn e Mn considerados tóxicos, enquanto que o Fé apresentou níveis adequados. Os resultados apresentados são contraditórios a alta riqueza da terra preta de índio, segundos dados discutidos em tópico acima sobre esse tipo de solo.

No Brasil, a produção de carvão vegetal é uma prática bastante antiga, porém, a grande maioria se destina à obtenção apenas do carvão comercial, sem se preocupar em aproveitar os demais componentes, como o fino de carvão e o extrato pirolenhoso, subprodutos obtidos da produção de carvão vegetal, são produtos promissores para a utilização na agricultura (ZANETI, 2003).

O fino de carvão, obtido no processo de peneiramento na classificação do carvão vegetal, tem uma estrutura altamente porosa que, se misturado ao solo ou substrato pode aumentar a porosidade, a capacidade de retenção de água e facilitar a proliferação de microrganismos benéficos. De acordo com recomendações de Miyasaka et al. (2001), o produto pode ser utilizado na forma de pó, na granulação de 2 a 5 mm, de preferência umedecido com uma solução de extrato pirolenhoso a $20 \text{ cm}^3.\text{dm}^{-3}$ e ser aplicado no solo, na base de 500 a 700 g.m^{-2} , uma semana antes da semeadura ou plantio, melhora suas propriedades físicas, químicas e biológicas, proporciona aumento da população de microrganismos benéficos, como actinomicetos e micorrizas, e favorece portanto, a absorção de nutrientes do solo pelo sistema radicular das plantas. .

Zanetti et al. (2003) também cita outros autores japoneses estudantes da mistura extrato pirolenhoso associado ao fino de carvão aplicado ao solo como “fertilizante orgânico”, demonstrando os efeitos benéficos no desenvolvimento radicular e produção em arroz (TSUZUKI et al., 1989), cana-de-açúcar (UDDIN et al., 1995), batata doce (DU et al., 1998) e melão (DU et al., 1997).

Estudos sobre o fino de carvão ainda são incipientes, principalmente quando se trata da produção de mudas de espécies florestais. Geralmente, quando se depara com esses estudos, os mesmos tratam de produção de hortaliças e fruteiras, como no caso de Zanetti et al. (2003), que estudaram o uso de subprodutos de carvão vegetal na formação de porta-enxerto de limoeiro cravo em ambiente protegido.

Os autores avaliaram o efeito do uso de fino de carvão no substrato e da aplicação de extrato pirolenhoso no substrato e na planta sobre o desenvolvimento de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck) cultivados em ambiente protegido. Os tratamentos foram constituídos por: 3 proporções de fino de carvão (0, 100 e $200 \text{ cm}^3.\text{dm}^{-3}$) em mistura

com substrato comercial, 2 concentrações de extrato pirolenhoso (0 e 20 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$) misturadas no substrato (240 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$ de substrato) e 3 concentrações de extrato pirolenhoso (0, 5 e 10 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$) pulverizadas na parte aérea, em 4 repetições.

Aos 150 e 180 dias após o plantio foram realizadas avaliações do desenvolvimento das plantas. As misturas de fino de carvão e substrato comercial contendo fino de carvão na proporção de 100 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$ não influíram no desenvolvimento de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’, porém, na proporção de 200 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$ prejudica o desenvolvimento dos mesmos. O umedecimento pré-plantio do substrato com solução diluída (20 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$) de extrato pirolenhoso ou pulverização da parte aérea das plantas com soluções a 5 e 10 $\text{cm}^3.\text{dm}^{-3}$ provoca redução do desenvolvimento de porta-enxertos de limoeiro „Cravo“.

Resultados obtidos no Japão com diversas culturas indicam que, tanto o fino de carvão quanto o extrato pirolenhoso, podem ser subproduto promissor para a produção de portas-enxertos cítrica de alta qualidade, com menor tempo de produção entre a semeadura até a repicagem. Entretanto, para o estudo de Zanetti et al. (2003) tanto o fino de carvão quanto o extrato pirolenhoso ou a mistura dos dois não exerceu influência e, o mesmo impediu o desenvolvimento das mudas de limão cravo, quando aplicados em altas doses. Há que se atentar, nesses estudos comparativos, sobre a diferença climática entre Brasil e Japão, quanto aos efeitos benéficos do fino de carvão e seu extrato pirolenhoso quando aplicados aos solos.

4.MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de execução do experimento

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação e no Laboratório Temático de Solos e Plantas da Coordenação de Pesquisa em Ciências Agronômicas do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, CPCA/INPA.

4.2 Procedimentos

4.2.1 Procedência das sementes e do substrato

As sementes foram coletadas na Bacia Petrolífera do rio Urucu, município de Coari, AM. O carvão vegetal foi produzido no laboratório de Carvão Vegetal do INPA, por meio de carbonização de segmentos de tronco e galhos de Lacre (*Vismia guianensis*), a 600° com aproximadamente 10 anos de idade, coletado na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do INPA. Foi moído e pesado nas proporções recomendadas pela metodologia do

ensaio. O esterco de gado foi coletado em uma fazenda do município de Iranduba – AM. Foi secado, peneirado e pesado nas proporções recomendadas pela metodologia do ensaio.

O solo coletado foi de mata de capoeira da Estação Experimental de Fruticultura do INPA, localizado no km 46 da BR-174, com 25 a 30 anos de pousio, da camada arável com 25 cm de profundidade. Foi secado em casa de vegetação por uma semana, peneirado, pesado 2,4kg e colocado por vaso do ensaio. Após, foi escolhido 10 vasos aleatoriamente e coletado 100g de cada para análise química do solo antes dos tratamentos.

4.2.2 Análise química das amostras dos solos

As análises dos solos foram realizadas de acordo com a metodologia-padrão descrita pela EMBRAPA (1999).

Foram retiradas 10 amostras de solo aleatoriamente dos vasos, antes da incorporação dos tratamentos com carvão e esterco de gado e colocados em bandejas plásticas para secar na casa de vegetação durante 5 dias. O solo seco foi triturado e amassado com rolo de massa sobre a tábua, peneirado com malha de 2 mm, pesado 30g de cada amostra para fazer a análise de rotina. As análises foram feitas no Laboratório Temático de Solos do INPA.

4.2.3 Semeadura

Foi feita em 21 de outubro de 2005 após a quebra de dormência, cortando com um esmeril elétrico ao lado oposto da radícula das sementes, sendo semeadas em areia lavada úmida para a emergência da radícula em bandejas plásticas de 80x 40x 0,8 cm. As bandejas foram furadas com broca elétrica nº 9/64 para facilitar a drenagem do excesso de água. Foram semeadas 200 sementes em sulcos distanciados de 10 cm e com profundidade de 1 cm. A irrigação foi efetuada diariamente na base de 50 a 100 ml de água por bandeja conforme a temperatura do dia. As emergências das sementes iniciaram-se a partir do quinto dia da semeadura e terminaram com 15 dias. O percentual de emergência ficou em 76%.

4.2.4 Repicagem

Um dia antes foi feita uma irrigação nos vasos efetuando um teste para saber a capacidade de umidade, pesando o solo seco 2,4 kg e após aplicando água até o início da saturação e pesando novamente 3,6 kg, sabendo-se que para a capacidade de campo deveríamos aplicar 1200 ml para ter uma constante de 3,6 kg diário por vaso. Para tanto deveria aplicar de 50 a 100 ml diário conforme a temperatura do dia para obter a capacidade

de campo. A repicagem foi efetuada em 21 de novembro de 2005, 30 dias após a semeadura, após a queda de 80% dos cotilédones, levando em consideração o tamanho médio das plantas. Foi feita em vasos de plástico, com um volume de 2,4kg de substrato, repicado uma planta por vaso centralizando a cova da repicagem com um piquete de cabo de vassoura preparado para esse fim com a profundidade de 10 cm com cuidado para não dobrar ou enrolar a raiz. A cova foi fechada de forma que não deixasse vácuo de ar na raiz. Logo após a repicagem foi efetuado uma irrigação com 50 ml de água.

4.2.5 Condução do experimento

Após a repicagem, foram efetuadas irrigações durante 90 dias com 50 a 100 ml de H₂O de acordo com a temperatura do dia. A temperatura do dia variava de 28 a 36° passando alguns dias com tempo muito nublado por estarmos na estação chuvosa e a noite variava de 26 a 29°. A cada 15 dias foram efetuadas mondas nos vasos e fotografado para registro de desenvolvimento das plântulas. As mudas obtiveram um crescimento bastante rápido, atingindo em 92 dias a altura de até 86 cm.

4.2.6 Coleta do Experimento

As plântulas se desenvolveram no viveiro por um período de 92 dias (três meses). A coleta foi executada no dia 23 de fevereiro de 2006. As mudas foram cortadas no coleto a 5 mm do solo separando em parte aérea e raiz. A parte aérea foi secada em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por três dias, até atingir peso constante e moída em moinho elétrico com tela de 2 mm para determinação do peso da matéria seca da parte aérea. As raízes foram lavadas em água corrente em peneira com malhas de 5 mm, colocadas para escorrer o excesso de água a sombra, e após, foram secas em estufa a 70° por três dias, pesadas em seguida para obter o peso seco das raízes. A massa seca aérea de cada unidade demonstrativa foi pesada para proceder à análise química em relação ao acúmulo de macro e micronutrientes na área vegetal e efetuar a mensuração dos tratamentos que teve melhor desenvolvimento.

Após a coleta das mudas foram retiradas amostras de solo dos vasos de cada unidade demonstrativa e foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 105°C. Depois de secos, os solos foram amassados com um rolo de massa sobre uma tábua, e passados por uma peneira de 2 mm, sendo retirado 30 g de cada vaso para proceder a análise química.

As análises químicas dos solos e das plantas sobre a determinação do C, pH em H₂O e KCL, Al, H, Ca, Mg, K, P, Fe, Zn e Mn foram feitas no Laboratório Temático de Solos do CPCA/INPA.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 5², sendo 25 tratamentos com 5 repetições cada, totalizando 125 unidades demonstrativas. Os fatores de estudo foram: Fatorial “A” Carvão – 0, 20, 40, 60, 80 t/ha equivalente a 0%, 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0%. Fatorial “B” Esterco – 0, 10, 20, 30, 40 t/ha equivalente a 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%. Foram utilizados vasos com capacidade para 2,5 kg de solo.

4.4 Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados foram: peso da matéria seca da parte aérea, peso da matéria seca do sistema radicular, pH (H₂O), P disponível, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Al trocável. Os resultados foram analisados por meio de análise de variância da regressão. Com o auxílio do programa EXCEL foram elaborados alguns gráficos para demonstrar as respostas mais significativas dos fatores isolados e das interações. Para proceder as análises estatística também foram utilizados os programas ESTAT e SISVAR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características químicas do solo antes da instalação do experimento

As amostras de solo e de planta coletado do experimento para análise química antes e após o desmanche, foram analisadas no laboratório temático de solo do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), com finalidade de fornecer dados para a discussão dos resultados.

O solo utilizado foi Latossolo Amarelo distrófico típico. Pode-se constatar que o solo apresentou um índice de acidez elevado. O valor médio de pH(H₂O) foi 4,84 e do pH (KCl) foi de 4,16. O alumínio trocável apresentou nível considerado baixo. As bases trocáveis Ca, Mg, e k apresentaram valores considerados médios. O P disponível, o Mn e o Zn apresentaram valores muito baixos, enquanto que o Fe mostrou valor muito alto (Tabela 1) (Cochrane et al., 1985).

Tabela 1 Características químicas do solo antes da instalação do experimento.

	pH		Ca	Mg	Al	H	K	P	Fe	Zn	Mn
	H2O	KCl	-----cmolc Kg -----				-----mg/kg-----				
Média	4,84	4,16	0,57	0,31	0,40	0,233	0,15	1,8	139	0,8	3,3
Máximo	5,02	4,33	0,65	0,35	0,50	0,4	0,28	2,2	145	0,9	4,0
Mínimo	4,75	4,11	0,51	0,28	0,30	0,17	0,07	0,2	134	0,6	0,8
S	0,069	0,058	0,049	0,020	0,055	0,074	0,075	0,581	3,113	0,080	0,876
CV	1,42	1,39	8,67	6,36	13,69	31,60	49,98	30,60	2,24	10,53	26,46

5.2 Características químicas do Carvão Vegetal e do esterco de gado utilizado no experimento.

As análises químicas realizadas nas amostras de carvão vegetal, confirma mais uma vez que o carvão vegetal não pode ser considerado uma fonte de nutrientes, mas principalmente um condicionador de físico e químico do solo. No presente estudo procurou-se combinar resíduos de carvão com suas características específicas como outras fontes de suprir a deficiência de alguns elementos essenciais para a nutrição das plantas.

Para cada 10 t ha⁻¹ de esterco de gado foi possível adicionar ao substrato o equivalente a 87 kg ha⁻¹ de P, 108 kg ha⁻¹ de K, 214 kg ha⁻¹ de Ca e 121 kg ha⁻¹ Mg.

Com a utilização deste composto orgânico espera-se que o carvão vegetal apresente um efeito de equilíbrio entre a adsorção desses elementos tanto física como química e também o controle na disponibilidade desses nutrientes, evitando a perda por lixiviação.

Tabela 2. Características químicas do Carvão Vegetal de Lacre (600°) e do Esterco de gado puro e seco utilizado no experimento.

Fontes	P	K	Ca	Mg
	-----%			
Carvão vegetal	0,0064	0,00043	0,020	0,0042
Esterco de gado	0,8733	1,08	2,14	1,21

Obs 1. Para cada 10 t ha⁻¹ de carvão vegetal, é adicionado ao solo (kg ha⁻¹) o equivalente a: 0,64 Kg de P, 0,043 Kg de K, 2,00 Kg de Ca e 0,42 Kg de Mg.

Obs 2. Para cada 10 t ha⁻¹ de esterco de gado puro e seco, é adicionado ao solo (kg ha⁻¹) o equivalente a: 87,33 Kg de P, 108 Kg de K, 214,00 Kg de Ca e 121 Kg de Mg.

5.3 Mudanças na fertilidade do solo após a coleta do experimento.

As doses crescentes de esterco de gado proporcionam um aumento altamente significativo no teor de P disponível. No tratamento controle obteve-se um valor P disponível de 5,0 mg kg⁻¹, enquanto que a dose máxima aplicada apresentou um valor acima de 35 mg kg⁻¹, mostrando acréscimo de sete vezes mais (figura 3). Da mesma forma, potássio trocável apresentou um aumento de 150%, quando se comparou o valor alcançado no tratamento

controle em relação a dose máxima aplicada (figura 4). Para todos os tratamentos testados com esterco de gado, o Ca e o Mg trocáveis apresentaram respostas lineares positivas e os valores mais altos de Ca e Mg trocáveis alcançados quando se aplicou a dose máxima de 40 t ha⁻¹ (figura 2). As doses crescentes de esterco de gado não proporcionaram aumento significativo no valor pH_(H2O). O Al trocável já apresentava valores baixos no tratamento controle e com a aplicação de doses crescentes de esterco a diminuição não foi significativa (Figura 6). Por outro lado, o Mn e Zn apresentaram resposta lineares e positiva à medida que se aumentou a dose de esterco de gado (Figura 3). O teor de ferro disponível diminuiu com o aumento das doses crescentes de esterco (Figura 5). Provavelmente, o excesso de matéria orgânica complexou o ferro, tornando-o indisponível.

Embora o ajuste a equação tenha apresentado um efeito linear, valor mais alto de Ca trocável foi detectado quando se alcançou a 60 t ha⁻¹ de carvão vegetal. Ao contrário do com Al trocável que diminui com o aumento das doses de carvão aplicadas. O potássio também apresentou uma resposta linear e positiva, porém, não muito significativa (Figura 8). No Gráfico 7 pode-se constata o efeito altamente o efeito positivo do carvão vegetal na correção da acidez do solo, onde as doses crescentes proporcionam um aumento de forma linear no pH do solo. O pH_(H2O) aumentou de 4,6 para 5,3 um aumento de quase uma unidade de pH. Em termos práticos de manejo da fertilidade do solo esse resultado é altamente significativo (Figura 7). O mesmo acontece para o Fe que respondeu de forma linear e positiva às doses carvão aplicadas (Figura 9). A aplicação de doses crescentes de carvão vegetal aumentou o teor de P disponível de forma quadrática. Após o ajuste da equação, observa-se que o maior teor de P disponível foi obtido quando se aplicou 40 t ha⁻¹ de carvão vegetal (Figura 10).

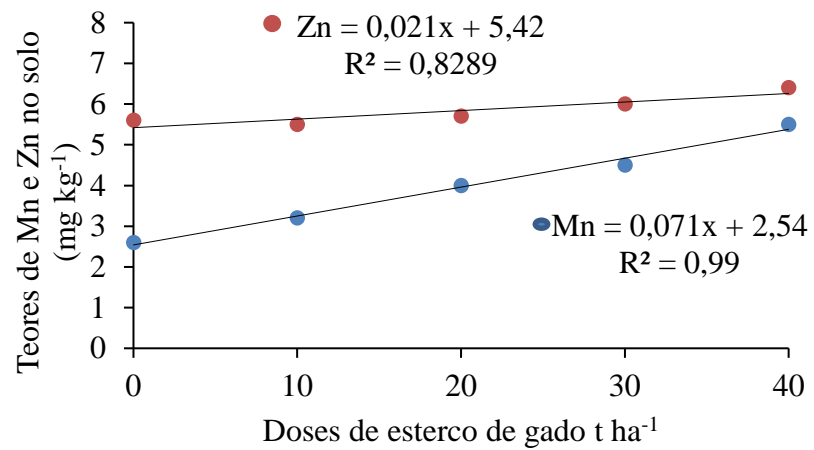


Figura 1. Efeito das doses crescentes de esterco de gado nos teores de Mn e Zn no solo

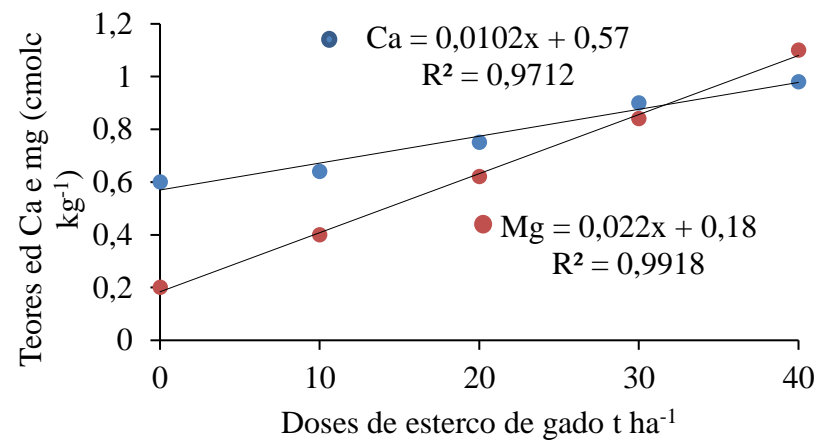


Figura 2. Efeito das doses crescentes de esterco de gado nos teores de Ca e Mg no solo

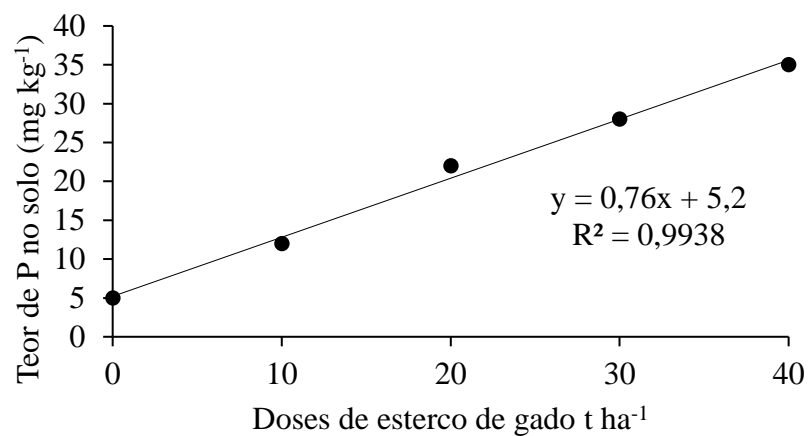


Figura 3. Efeito das doses crescentes de esterco de gado nos teores de P no solo

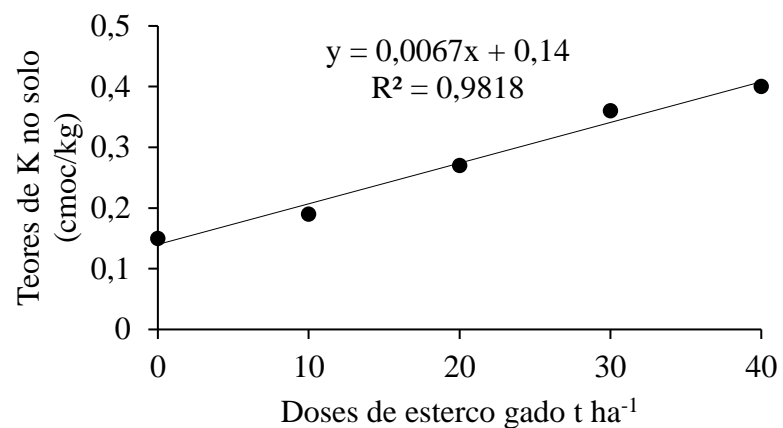


Figura 4. Efeito das doses crescentes de esterco de gado nos teores de K no solo

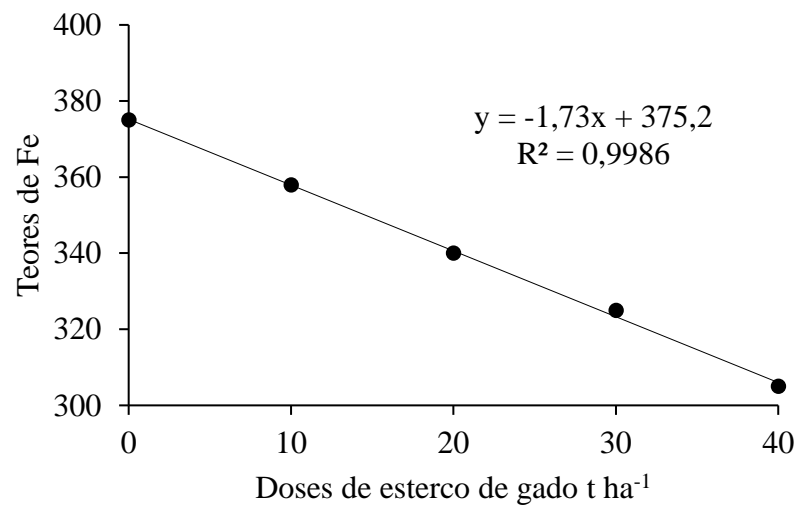


Figura 5. Efeito das doses crescentes de esterco de gado nos teores de Fe no solo

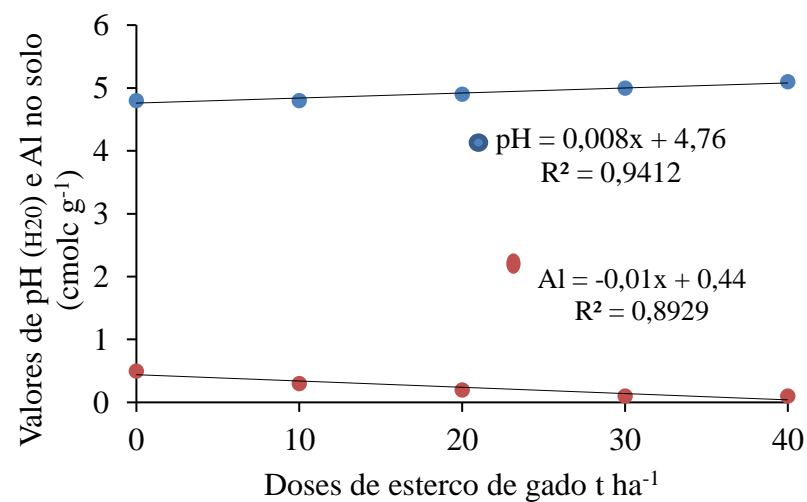


Figura 6. Efeito das doses crescentes de esterco de gado no pH_(H₂O) e no Al trocável no solo

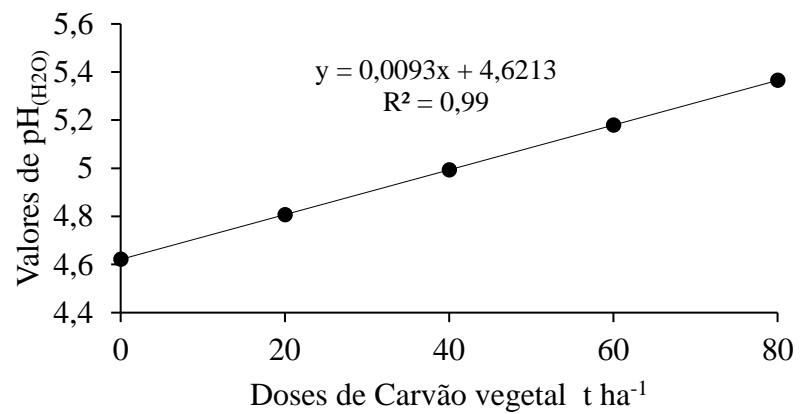


Figura 7. Efeito das doses crescentes de Carvão vegetal no pH_(H₂O) no solo

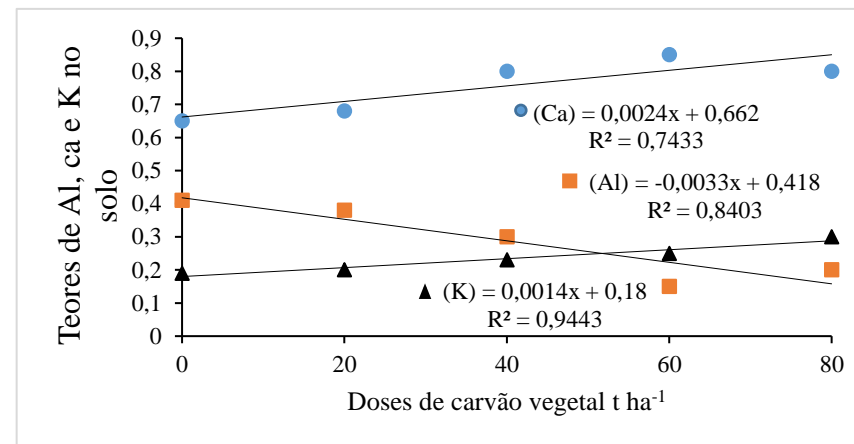


Figura 8. Efeito das doses crescentes de Carvão vegetal nos teores de Al, Ca e K trocáveis no solo

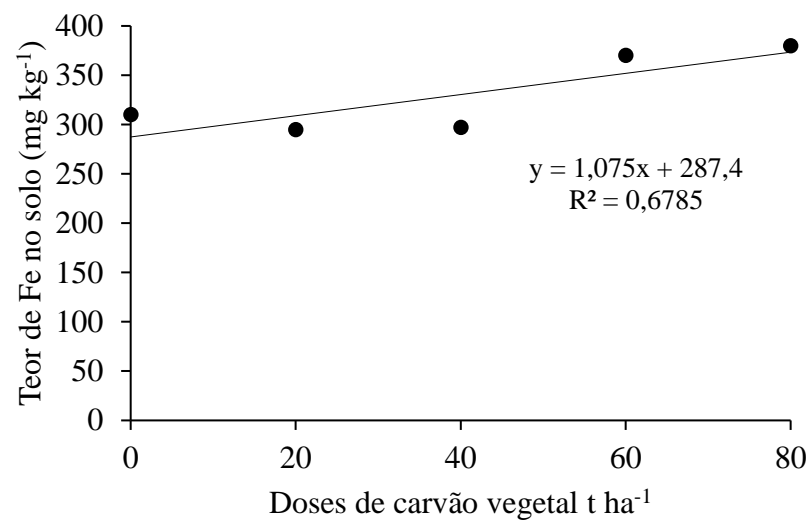


Figura 9. Efeitos das doses crescentes de Carvão vegetal nos teores de Al trocáveis no solo

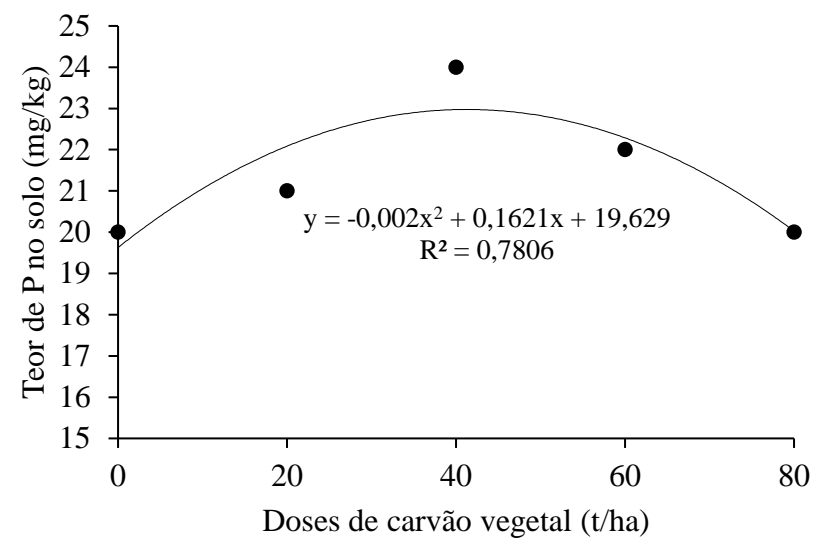


Figura 10. Efeito das doses crescentes de Carvão vegetal nos teores de P disponível no solo

5.4 Efeitos da interação do carvão vegetal e esterco de gado sobre os teores de macro e micronutrientes do solo.

A interação 40 t ha^{-1} de esterco de gado foi que apresentou o maior teor de P disponível no solo ($46,37 \text{ mg kg}^{-1}$). Observa-se que tanto no tratamento controle como também nos tratamentos com 10 e 20 t ha^{-1} de esterco de gado os valores de P foram disponíveis foram crescentes até a dose de 60 t ha^{-1} de carvão vegetal, seguido de um decréscimo com dose máxima de carvão. Por outro lado, com as doses de 30 e 40 t ha^{-1} de esterco de gado, os teores de P disponível começaram a diminuição a partir de 40 t ha^{-1} de carvão vegetal (Figura de 16).

A aplicação de 60 t ha^{-1} de carvão vegetal e 20 t ha^{-1} de esterco de gado foi quem apresentou o maior decréscimo no Al trocáveis no solo, passando de $0,43$ para $0,19 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (Figura 11).

A interação que apresentou o maior incremento de Ca no solo foi o de 20 t ha^{-1} de esterco de gado e de 60 t ha^{-1} de carvão vegetal (Figura 12). Com relação ao magnésio trocável não apresentam diferenças (Figura 13).

Com relação ao Fe disponível as doses crescentes de carvão vegetal apresentaram uma resposta linear altamente significativa na ausência de esterco de gado (Figura 14).

O C no solo não apresentou diferença pronunciada quando se aplicou entre 10 e 20 t ha^{-1} de esterco de gado independente da dose de carvão vegetal aplicada. Por outro lado, na ausência do esterco de gado o C no solo apresentou uma resposta quadrática (Figura 15).

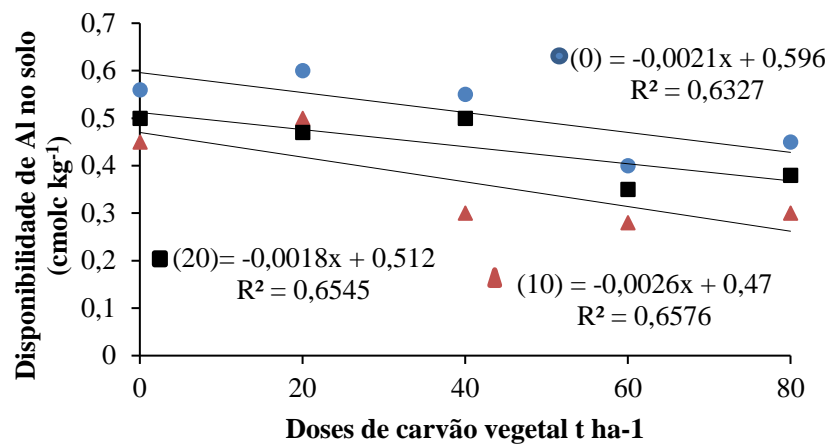


Figura. 11 Teores de Al disponível no solo em função da interação doses crescente de carvão vegetal e esterco de gado

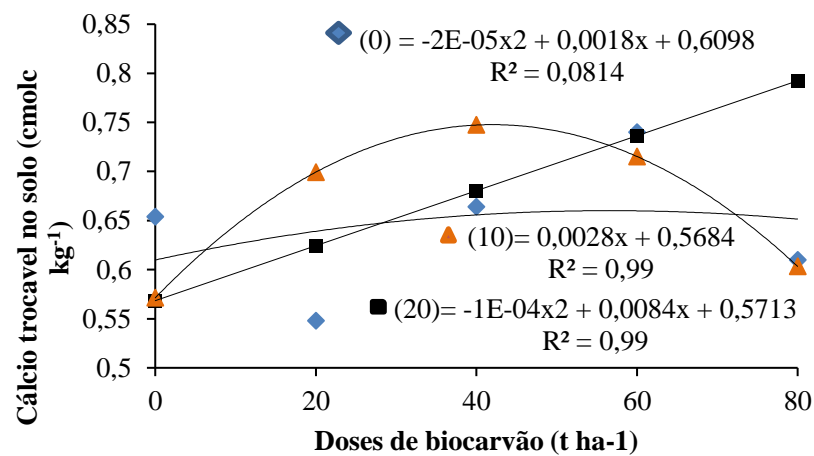


Figura 12. Teores de Ca disponível no solo em função da interação doses crescente de carvão vegetal e esterco de gado

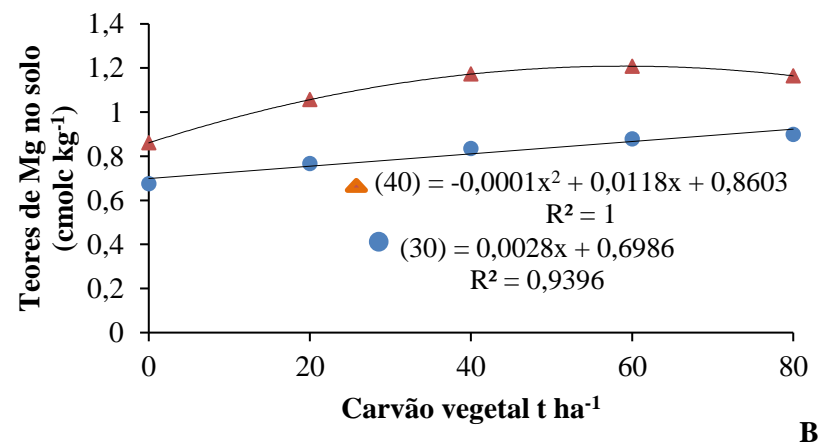
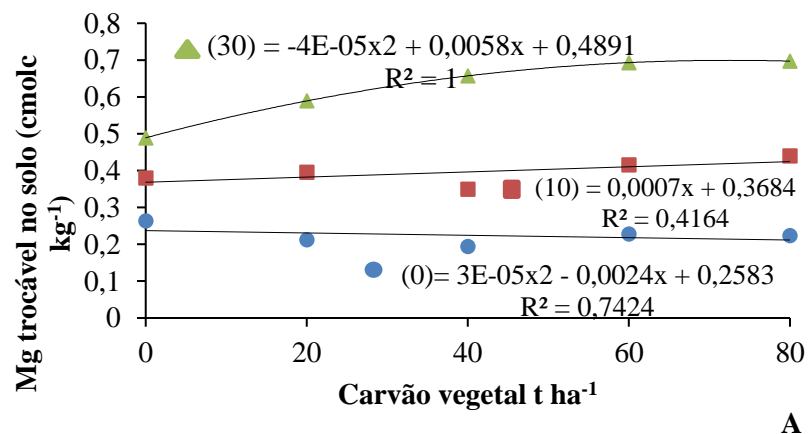


Figura 13. Teores de Mg disponível no solo em função da interação doses crescentes de carvão e esterco de gado

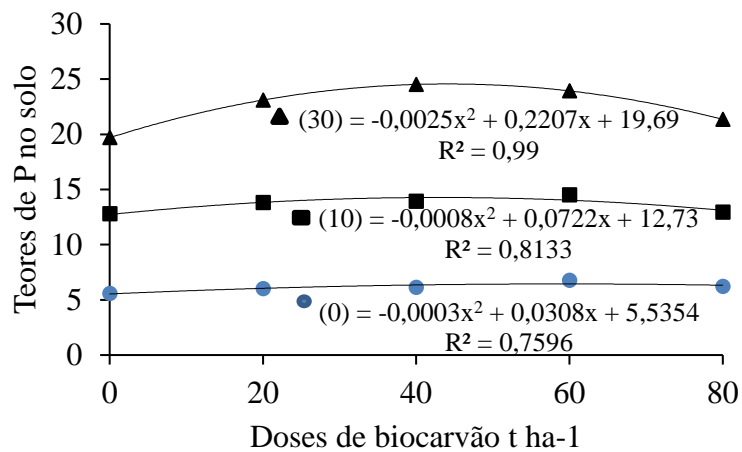


Figura 14. Teores de Fe disponível no solo em função da interação doses crescentes de carvão e esterco de gado

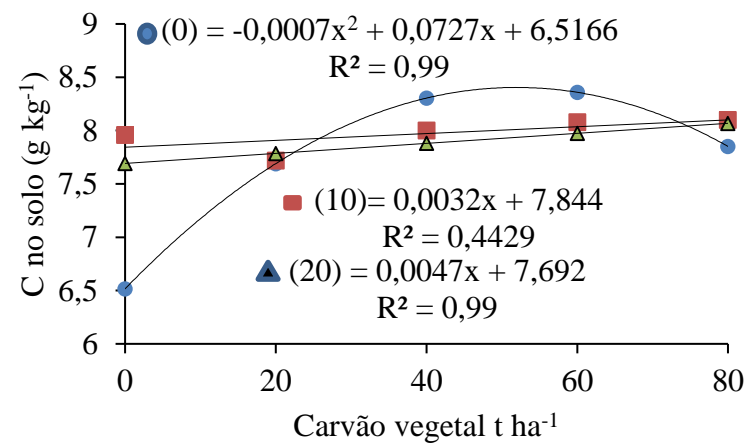
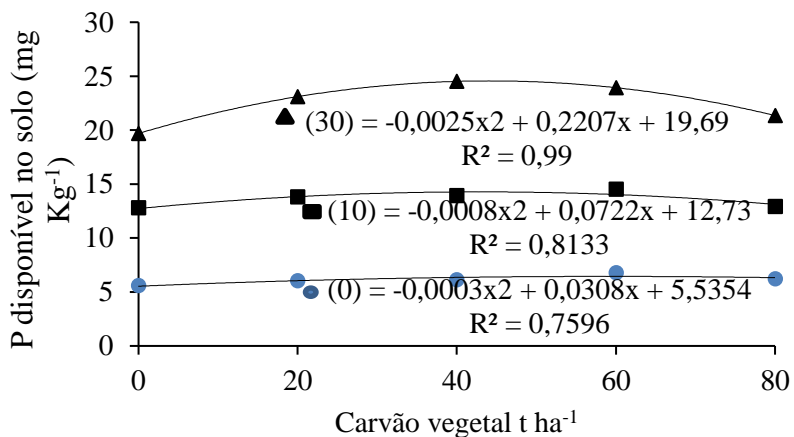
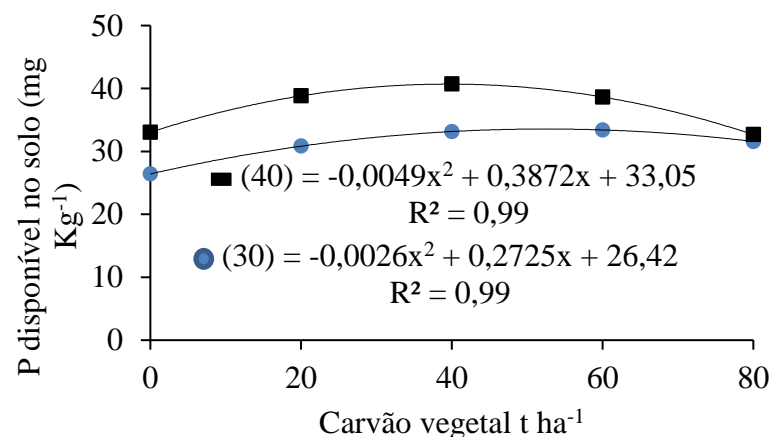


Figura 15. Teores de C disponível no solo em função da interação doses crescentes de carvão e esterco de gado



A



B

Figura 16. Teores de P disponível no solo em função da interação doses crescentes de carvão e esterco de gado

5.5 Efeitos dos tratamentos na concentração de macro e micronutrientes na biomassa seca aérea.

As maiores concentrações foliares de P, Fe e Mn foram encontradas no tratamento controle, enquanto que as concentrações de Ca e K foram encontradas no tratamento que recebeu a 60 t ha⁻¹ de carvão vegetal. Pelos resultados obtidos, pode-se inferir que o carvão P, Ca e Mn no solo. O que difere do Ca e do K que apresentaram efeito positivo a cada dose crescente, destacando a maior concentração nos tratamentos com 60 e 80 t ha⁻¹ respectivamente. A dose de carvão vegetal que proporcionou um maior Ca e K na biomassa aérea foi de 60 t ha⁻¹. Embora a maior concentração de Zn tenha sido obtida com 80 t ha⁻¹ de carvão vegetal, a dosagem mais adequada para obter a melhor concentração de Zn na biomassa aérea é de 40 t ha⁻¹. Quanto ao Mg, observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre nenhum tratamento. É importante ressaltar que todos os nutrientes apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação as doses de carvão testadas (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da aplicação de doses crescentes de Carvão Vegetal na concentração de macro e micronutrientes na biomassa aérea seca de faveira (*Enterolobium baenbianum*), 90 dias no viveiro. *¹

Carvão (t/ha)	Nutrientes na parte aérea						
	Ca	Mg	P	K	Fe	Zn	Mn
	g kg ⁻¹			mg Kg ⁻¹			
0	2,27 c	3,33 b	0,66 a	8,82 d	184,88 a	8,24 d	40,46 a
20	1,98 c	3,78 a	0,64 a	9,94 c	151,48 ab	14,00 c	35,04 b
40	3,25 b	4,09 a	0,31 b	12,43 b	147,92 b	23,48 ab	30,80 bc
60	4,00 a	3,98 a	0,35 b	14,69 a	178,04 ab	20,60 b	30,12 c
80	3,82 ab	4,00 a	0,35 b	13,15 a	162,92 ab	25,64 a	26,72 c
Teste F	29,95**	17,26**	24,31**	94,40**	3,59**	36,81**	18,98**
C.V. (%)	27,02	16,47	37,50	11,49	25,84	32,12	18,94

*¹ Médias seguidas de mesma letra, nas colunas não diferem entre si no nível 1% de probabilidade (p<0,01).

As aplicações de doses ressentem de esterco de gado no solo afetaram de forma negativa a concentração de Ca, Zn e Mn na biomassa aérea das mudas de faveira. A concentração de Mg e K aumentaram com as doses de esterco aplicadas. Por outro lado, P e Fe não apresentaram grandes variações (Tabela 4). Para todos os tratamentos o Ca, Mg, P e Mn continuam em níveis bastantes baixos. O potássio em nível médio e Fe e Zn em níveis adequados.

Tabela 4. Efeito da aplicação de doses crescentes de esterco de gado na concentração de macro e micronutrientes na biomassa aérea da faveira (*Enterolobium barnebianum*), aos 90 dias no viveiro.

Carvão (t/ha)	Nutrientes na parte aérea						
	Ca	Mg	P	K	Fe	Zn	Mn
	----- g kg ⁻¹ -----			----- mg Kg ⁻¹ -----			
0	3,73 a	3,13 b	0,47 ab	11,66 bc	185,48 a	21,60 a	34,72 a
10	3,32 ab	3,78 a	0,50 a	11,22 c	165,16 a	18,56 ab	32,68 a
20	3,10 abc	4,09 a	0,47 ab	12,14 abc	156,84 a	16,72 b	33,28 a
30	2,69 bc	3,98 a	0,51 a	12,49 ab	164,65 a	16,72 b	31,04 a
40	3,82 ab	4,00 a	0,35 b	13,15 a	153,24 a	18,24 ab	31,72 a
Teste F	8,38**	9,52**	24,31**	7,12**	2,15ns	2,78*	1,32 ns
C.V. (%)	27,02	16,47	37,50	11,49	25,84	32,13	18,94

*1 Médias seguidas de mesma letra, nas colunas não diferem entre si no nível 1 ou 5% de probabilidade (p<0,01; p<0,05); ns – não significativo.

5.6 Efeitos dos tratamentos na produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

Na (figura 17A) pode-se observar que, em geral, a aplicação de doses crescentes de carvão afetou de forma negativa a produção de biomassa da parte aérea da planta, exceto para o tratamento com 20 t ha⁻¹ de resíduos de carvão vegetal, o qual proporcionou um aumento de aproximadamente 30% em relação ao tratamento controle. A partir de 40 t ha⁻¹ a produção de biomassa diminuiu significativamente. Considerando que o tratamento que o tratamento controle foi estatisticamente semelhante ao tratamento que recebeu 20 t ha⁻¹, pode-se inferir que em termos econômicos a aplicação do resíduo de carvão não justifica sua utilização para as condições do presente trabalho. Com relação à produção de biomassa do sistema radicular (Figura 17B) observa-se um resultado muito semelhante ao encontrado gráfico anterior. A diferença mais significativa na produção de matéria seca do sistema radicular foi entre o tratamento com 20 t ha⁻¹ e o que recebeu 80 t ha⁻¹. Apesar dos resultados não apresentarem diferenças estatisticamente significativas, pode-se concluir que o tratamento com 20 t ha⁻¹ foi quem apresentou as maiores produções tanto da biomassa tanto da biomassa aérea como do sistema radicular.

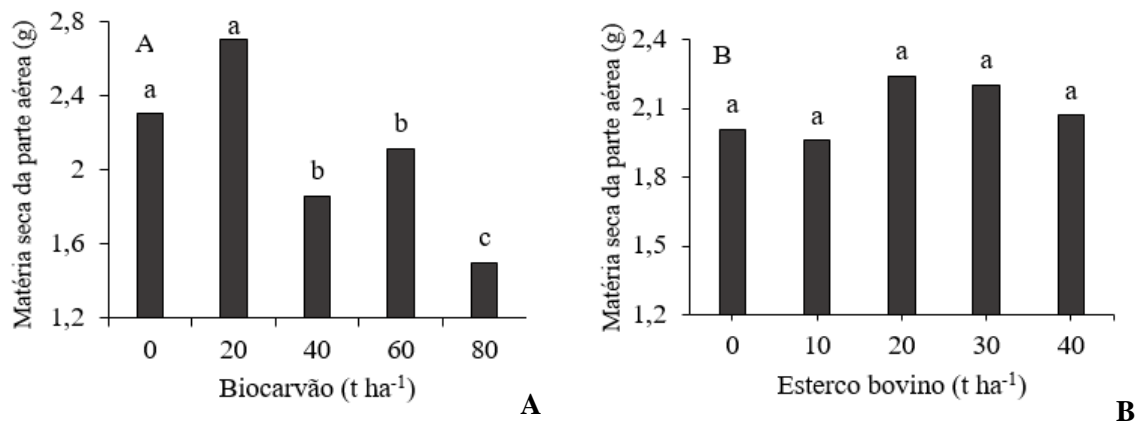


Figura 17. Efeito da aplicação de doses crescentes de biocarvão (A) e esterco bovino (B) na produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de faveira (*Enterolobium barnebianum*), aos 90 no viveiro

Na (Figura 18A e 18B) percebe-se com aplicação de doses crescentes de esterco gado, também não houve diferenças estatisticamente significativa no aumento de biomassa na parte aérea e nem na biomassa do sistema radicular entre os tratamentos controle (0t/ha) e os demais tratamentos (10 a 40t/ha⁻¹). Pode-se concluir que a aplicação de esterco de gado na produção de mudas de faveira (*Enterolobium barnebianum*) não interfere no desenvolvimento da biomassa aérea nem na biomassa do sistema radicular.

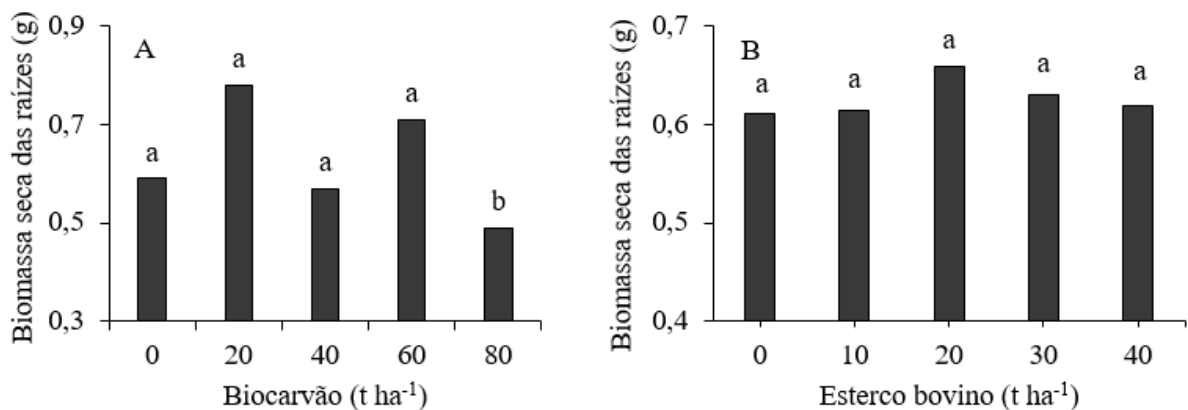


Figura 18. Efeito da aplicação de doses crescentes de biocarvão (A) e esterco bovino (B) na produção de matéria seca da raiz (MSR) de mudas de faveira (*Enterolobium barnebianum*), aos 90 no viveiro

5.7 Efeitos do do carvão vegetal e do esterco de gado na produção de matéria seca da parte aérea.

A aplicação de doses crescentes de carvão vegetal não proporcionou nenhum incremento na produção de matéria seca da parte aérea até 20 t ha⁻¹ de esterco de gado, porem quando se aplicou 30 e 40 t de esterco de gado o aumento da dose de carvão provocou um aumento depressivo (Gráfico 13a 13b).

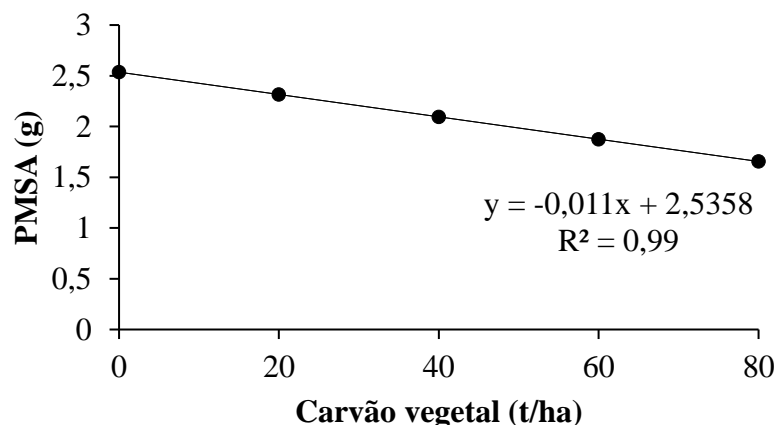


Figura 19. Efeito de doses de carvão vegetal e esterco de gado na produção de biomassa seca da parte aérea

5.8 Efeitos da interação do carvão vegetal na concentração de macro e micronutrientes na biomassa aérea seca.

O Ca na biomassa apresentou um aumento significativo quando se combinou as doses crescentes de carvão vegetal com até 20 t ha⁻¹ do esterco de gado. Por outro, quando se aplicou 30 t ha⁻¹ de esterco de gado observou-se uma resposta quadrática do Ca na biomassa aérea com aumento carvão vegetal aplicada no solo (Figura 20).

Em relação à concentração de K na biomassa aérea total as interações de carvão vegetal e esterco de gado apresentaram um ligeiro aumento (Figura 21).

A concentração de Mn na biomassa aérea apresenta um decréscimo altamente significativo para todas as interações estudadas (Figura 22)

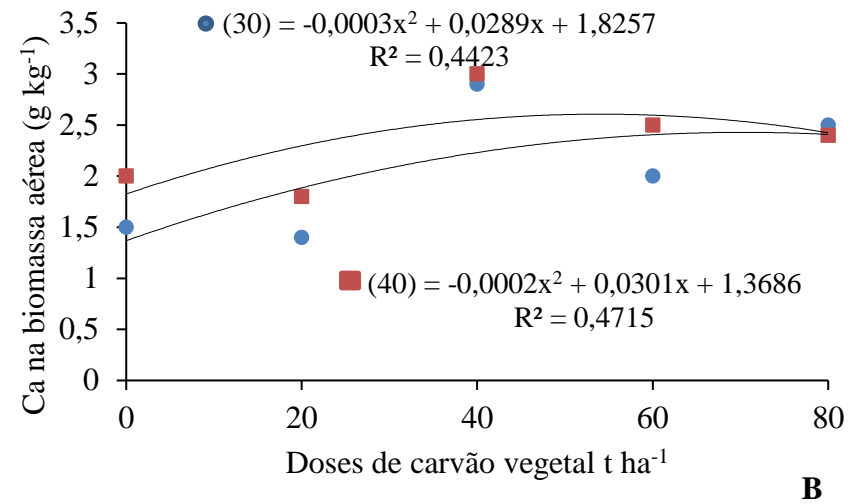
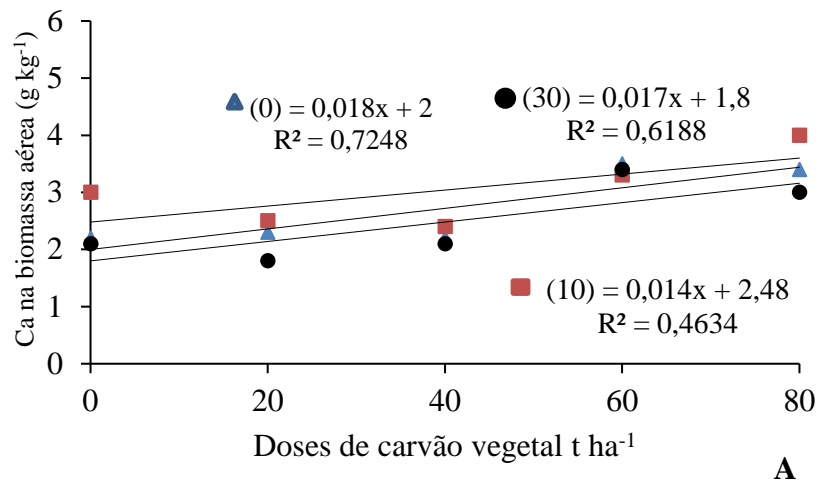


Figura 20. Efeito da interação do carvão vegetal e esterco na concentração de Ca na biomassa aérea seca

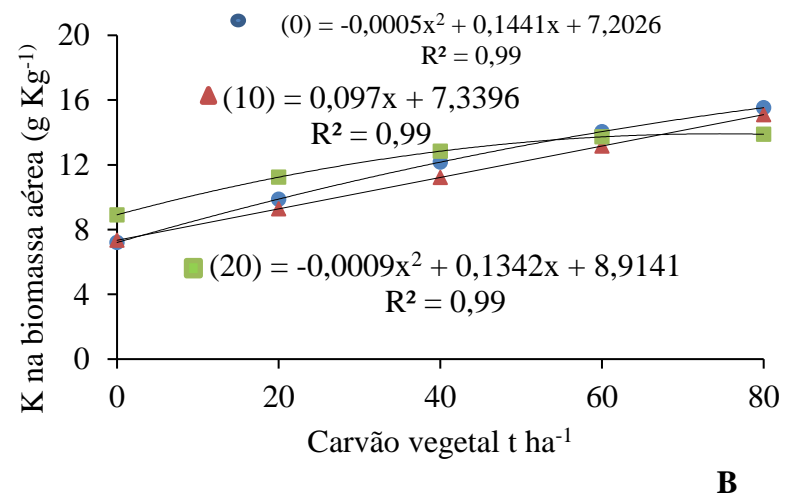
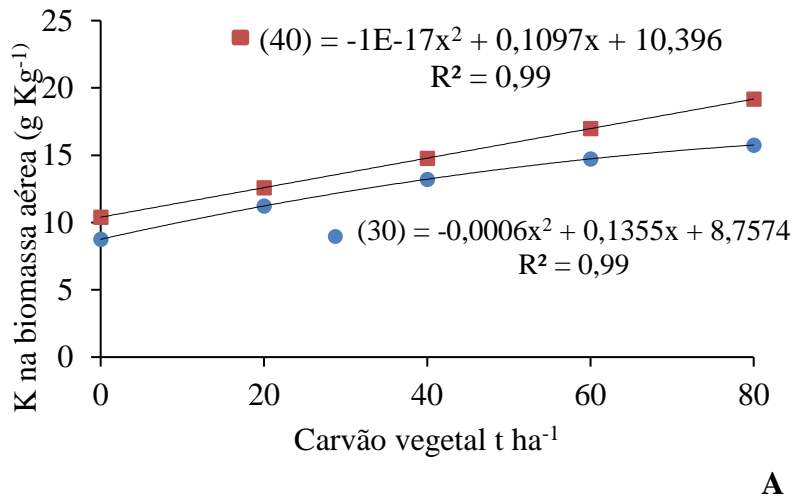


Figura 21. Efeito da interação do carvão vegetal e esterco na concentração de K na biomassa aérea seca

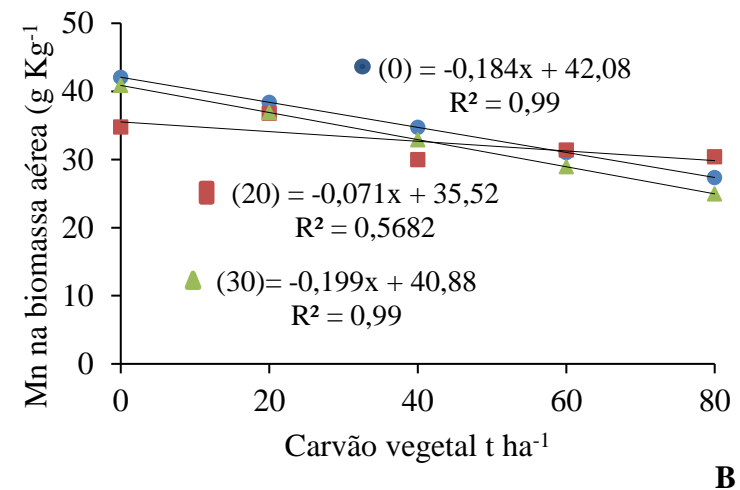
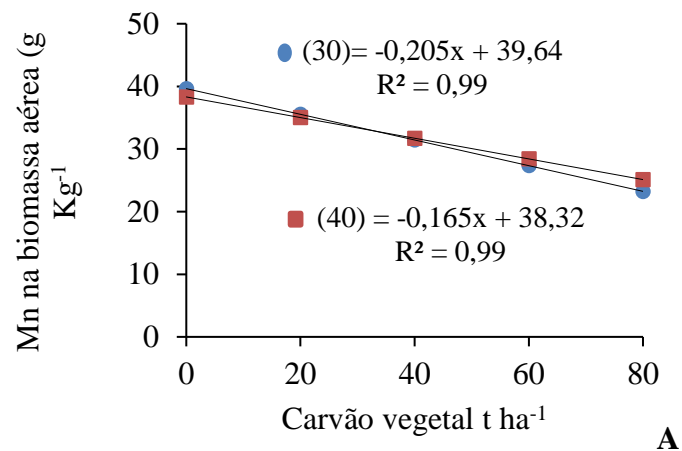


Figura 22. Efeitos da interação do carvão vegetal e esterco na concentração de Mg na biomassa aérea seca

6. CONCLUSÕES

A aplicação de doses crescente de carvão vegetal não proporcionou nenhum incremento na produção de matéria seca da parte aérea até 20 t ha⁻¹ de esterco de gado.

Doses altas de carvão vegetal moído pode provocar problema de instabilidade de micronutrientes devido ao aumento do pH do solo.

A aplicação de resíduos de carvão vegetal no substrato para formação de mudas não deve ser considerada como uma fonte de nutrientes nas condições desse trabalho, mas principalmente como um condicionador físico do solo.

Conclui-se que o carvão vegetal apresenta um efeito de equilíbrio entre a adsorção dos elementos físicos e químicos e o controle da disponibilidade desses nutrientes, evitando a perda por lixiviação.

Aplicação de carvão vegetal no substrato com esterco de gado anula o efeito do esterco sobre a produção de massa aérea das mudas.

7. REFERENCIAS

ADÁMOLI, J. 1986. Caracterização da região dos cerrados. In: Goeoert, W. J. (ed.) SOLOS DOS CERRADOS: TECNOLOGIAS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1986.p.33-74.

ANSORENA, J.M. 1994. Substratos: propiedades y caracterizacion. Espanha: **Mundi-Prensa**. 172 p.

ANTONIOLLI, Z.I.; GIRACCA, E.M.N.; BAUER, C.V. 1995. Vermicompostagem. Santa Maria: CCR/UFSM. 3p. (Informe Técnico, 02).

BANDY, D.; GARRITY, D.P.; SANCHEZ, P. 1994. El Problema Mundial de la Agricultura de Tala e Queima. **Agrofloresteria en las Américas**. Turrialba, Costa Rica. 3: 6 –9.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Lei dos crimes ambientais. Brasília, Ministério do Meio ambiente. 1999. 38p.

CARVALHO, P. E. R. Produção de mudas de espécies nativas por sementes e a implantação de povoamentos. Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE), 2000.

- CHAN, KY, VAN ZWIETEN, L., MESZAROS, I., DOWNIE, A., & JOSEPH, S. (2007). Valores agrônômicos do biocarvão de resíduos verdes como corretivo do solo. **Soil Research** , 45 (8), 629-634.
- COLE, J. C.; DOLE, J. M. 1997. Temperature and phosphorus source affect phosphorus retention by a pine bark-based container medium. **Hort Science** 32(2): 236-240.
- Costa, M.B.B. da. 1987. A agricultura moderna e sua crítica: uma saída em relação as vertentes da agricultura alternativa. In: AGRICULTURA ALTERNATIVA-SEMINÁRIO DE PESQUISA. Anais. LONDRINA: IAPAR. p. 68-91.
- COSTA, M.B.B. da. 2001. Sustentabilidade e manejo dos recursos naturais. In: Lima, M.R. de. (ed.). SEMINÁRIO SOBRE GESTÃO SUSTENTAVEL DOS SOLOS AGRÍCOLAS. Anais (7 a 8 de novembro de 2000). Curitiba: UFPR/Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/Projeto Solo Planta, 2002. p. 11-20.
- COSTA, M.L. DA; KERN, D.C.; PINTO, A.H.E.; SOUZA, J.R. DA T. 2004. The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from Lower Amazon region, Brazil: chemistry and geochemical evolution. **Acta Amazonica** 34(3): 375-386.
- CUNHA, G.C. DA; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A.; BRESSAN, D.A. 1993. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serrapilheira. **Santa Maria: Ciências Florestais** 3(1): 35-64.
- CUNHA, N.T.S. 1986. Viveiros florestais. In: MANUAL DO TÉCNICO FLORESTAL: florestal de Irati. Irati: Colégio florestal de Irati, 1 ed, vol 1.
- DEAN, W. 1996. A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. Trad. Cid Knipel Moreira. São Paulo: Cia das Letras. 484 p.
- DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. 1994. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Wild, em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore** 18(2): 123-131.
- FALCÃO, N.P. DE S.; BORGES, L. F. 2006. Efeito da fertilidade de terra preta de índio da Amazônia Central no estado nutricional e na produtividade do mamão hawaí (*Carica papaya* L.). **Acta Amazonica** 36(4): 401-406.

FALCÃO, N.P.S.; CARVALHO, E.J.M.; COMERFORD, N. 2001. Avaliação da fertilidade de solos antropogênicos da Amazônia Central. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, XI. GRUPO DE TRABALHO: TERRAS PRETAS ARQUEOLÓGICAS NA AMAZÔNIA: ESTADO DA ARTE. Rio de Janeiro. 2 páginas.

FEARNSIDE, P.M.; FILHO, N.L. 2002. Solo e desenvolvimento na Amazônia: lições do projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. INPA: Manaus-Amazonas, 43 p.

FERMINO, M.H. 2002. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: Furlani, A.M.C.; Bataglia, O.C.; Abreu, M.F.; Abreu, C.A.; Furlani, P.R.; Quaglio, J.A.; Minami, K. CARACTERIZAÇÃO, MANEJO E QUALIDADE DE SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE PLANTAS. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002, p. 29-37.

FONSECA, E. P. 1988. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "win-strip". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.

FONSECA, F. D. A. (2005). Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana* Heringer & Paula em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas.

81 p. França, G.V. 1980. Interpretação de levantamento de solos para fins conservacionistas. Piracicaba, ESALQ, 35p.

FURCH, K.; JUNK, W.J.; KLINGE, H. 1982. Unusual chemistry of natural waters from the Amazon region. **Acta Científica Venezolana**, 33:269-273.

GENTRY, A. H. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. Proc. Natl. Acad. Sci., USA. 85:156-159.

GLASER, B., LEHMANN, J., & ZECH, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and fertility of soils*, 35(4), 219-230.

GONÇALVES, J.L. DE M.. 1988. Propriedades físico-químicas dos solos vs. exigências nutricionais de espécies florestais de rápido crescimento. IPEF: Circular Técnica No 154. ISSN 0100-3453

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. 1996. Substrato para produção de mudas florestais. In: SOLO-SUELO - CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia-São Paulo. Resumos expandidos... Águas de Lindóia: SLCS: SBCS: ESALQ/USP: CEA-ESALQ/USP: SBM, CD Rom.

HAMILTON, D. F.; JOHNSON, C. R. 1978. Effects of organic matter and controlled-release fertilizer on nutrient retention during intermittent-mist propagation. **Scientia Horticulturae** 8(2): 155-162.

HUETT, D. O.; MORRIS, S. C. 1999. Fertiliser use efficiency by containerised nursery plants. 3. Effect of heavy leaching and damaged fertiliser prills on plant growth, nutrient uptake, and nutrient loss. **Australian Journal Agricultural Research** 50(2): 217-222.

KERN, D. C., GLASER, B. 2003., Woods, W. I. (eds) Amazonian dark earths. Origin, properties, management. Kluwer:Dordrecht. p. 77-102,.

KERN, DC (1996). Geoquímica e Pedogeoquímica em Florestas Arqueológicas com Terra Preta na Nacional de Caxiuanã (Portel-PA).

KERN, D.C.; COSTA, M.L 1997. Composição química de solos antropogênicos desenvolvidos em Latossolo Amarelo derivados de lateritos. *Geociências* 16(1): 141-156.

KIEHL, E.J. 1985. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: **Pioneira**. 492p.

KNÄPPER, C.F.U. 1990. Vermicompostagem uma nova proposta de discussão. *Estudos Leopoldenses*, p.33-50.

LONGO, A.D. 1987. Minhoca, de fertilizadora do solo a fonte alimentar. São Paulo: Ed. **Ícone**. 79p.

LUCENA, A.M.A. DE; COSTA, F.X.; SILVA, H.; GUERRA, H.O.C. 2004. Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 4(2) - 2º semestre.

MACEDO, A.C. 1993. Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas. São Paulo: Fundação florestal.

MAGALHÃES, L.M.S.; BLUM, W.E.H.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J. 1998. Relações entre o solo e a floresta no estabelecimento de unidades de paisagens florestais, na Amazônia. **Floresta e Ambiente** 5(1): 89-103.

Malavolta, E. 1989. Abc da adubação. São Paulo: **Ceres**. 292p.

MALAVOLTA, E.; Gomes, P.F.; Alcarde, J.C. 2004. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel. 1970p.

MARTINEZ, A.A. 1991. Folder sobre minhocultura. Campinas: CAT.

Martins, P.F. da S.; Cerri, C.C.; Andreux, F.; Volkoff, B. 1989. O solo de um ecossistema natural de floresta localizado na Amazônia Oriental: fracionamento da matéria orgânica do horizonte A. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi* 1(2): 77-89.

MENDONÇA, V.; NETO, S.E. DE A.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; GONTIJO, T.C.A. 2003. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro “Sunrise solo”. São Paulo, Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura** 25(1): 127-130.

MESQUITA, A. L.; SILVA, M. F. *Enterolobium barnebianum* AL Mesquita & MF da Silva, uma nova Mimosácea para a Amazônia brasileira, Colômbia e Peru. **Acta Amazonica**, v. 14, p. 153-158, 1984.

MILNER, L. 2001. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6, Ribeirão Preto, 2001. Proceedings...Ribeiro Preto:ISCN, 2001, p. 108-111.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. 2001. Técnicas de produção e uso do Fino de Carvão e Licor Pirolenhoso In: ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: Controle ecológico de pragas e doenças, 1. Botucatu. Resumo... p.161-176.

NETO, S.P. DE M.; GONÇALVES, J.L. DE M.; RODRIGUES, C.J.; GERES, W.L. DE A.; DUCATI, F.; AGUIRRE JR., J.H. DE. 2003. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas

com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. Minas Gerais, Viçosa: **Revista Árvore** 27(6): 779-789.

NEVES, J. N. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. 1990. Fertilização mineral de mudas de Eucalipto. In: Barros, N. F. de.; Novais, R. F. de (ed.) **RELAÇÃO SOLO – EUCALIPTO**, Cap. 3: 99-126. Viçosa. 330 p.

NICHOLAIDES, J.J.; SANCHEZ, P.A; BANDY, D.E.; VILLACHINA, J.H.; COUTU, A.J.; VALVERDE, C.S. 1982. Crop production systems in the Amazon Basin. In: MORAN, E. (Ed) **THE DILEMA OF AMAZONIAN DEVELOPMENT**. Westview Press Boulder, Colorado, p.101-153.

ODUM, H.T. 2001. An Energy Hierarchy Law for Biogeochemical Cycles. pp. 235-247 in *Emergy Synthesis*, ed. by M.T. Brown, Center for Environmental Policy, Univ. of Florida, Gainesville, in press.

OLIVEIRA, L.A. DE.; MOREIRA, F.W. 1993. A Importância do Uso Adequado dos Solos no Zoneamento Ecológico - Econômico da Amazônia. In: Ferreira, E.J.G.; Santos,G.M. dos; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. de. **BASES CIENTÍFICAS PARA ESTRATÉGIAS DE PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA**. INPA, Manaus, 437p.

PAIVA, H.N. DE.; GOMES, J.M. 2000. Viveiros florestais. Viçosa:UFV, 69 p. (Cadernos didáticos, 72).

PEIXOTO, J.R. 1986. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Universidade Federal de Lavras, Lavras. Dissertação de Mestrado em Agronomia. 101 p.

PEZZUTTI, R.V.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. 1999. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização npk. Santa Maria: **Ciência Florestal** 9(2): 117-125.

PRANCE, G.T.; RODRIGUES, W.A.; SILVA, M.F.1976. Inventario florestal de um hectare de mata de terra firme km 30 da Estrada Manaus-Itacoatiara. **Acta Amazonica** 6(1):9-35.

QUEIROZ, J.A.; MELEM JÚNIOR, N.J. 2001. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). São Paulo, Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura** 21(1): 460-462.

RAVIV, M., CHEN, Y., & INBAR, Y. (1986). Turfa e substitutos de turfa como meio de crescimento para plantas cultivadas em contêineres. Em *O papel da matéria orgânica na agricultura moderna*. Springer, Dordrecht (pp. 257-287).

RAJJ, B.V. 1991. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: **Ceres**. 343p.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. 2000. Requisitos de qualidade física e química de fertilizantes minerais. In: Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 59-78.

RUIVO, M. L. P; OLIVEIRA, M. L; LOPES , E.L.N.; AMARANTE, C. B.; GONÇALVES, M.F.; COSTA; R.R.; GUIMARÃES, B. Population and biodiversity in amazon dark earths soils. In : Rios , G. M and Camargo , S. M (eds) *Pueblos y Paisajes antiguos de la Selva Tropical Amazónica, Colombiana*, Universidade Nacional da Colombia, Bogotá – Tara – Xacum / Washington, 2006. Pgs. 284 – 291.

SANCHEZ, P.A.; 1976. *Properties and Management of soils in the Tropics*. New York, John Wily & Sons. 618p.

SANCHEZ, P.A.; BANDY, D.E.; VILLACHICA, J.H.; NICHOLAIDES, J.J. 1982. Amazon basin soils: Management for continuous crop production. **Science**, 216:821-827.

SANTOS, U.M.; BRINGEL, S.R.B.; BERGAMIN FILHO, H.; RIBEIRO, M.N.G.; BANANEIRA, M. 1984. Rios da Bacia Amazônica. I. Afluentes do rio Negro. **Acta Amazonica**, 14(1-2):222-237.

SANTOS, U.M.; BRINGEL, S.R.B.; RIBEIRO, M.N.G.; SILVA, M.N.P. 1985. Rios da Bacia Amazônica. II. Os afluentes do rio Branco. **Acta Amazonica**, 15(1-2):147-156.

SCHORN, L.A.; FORMENTO, S. 2003. *Silvicultura II: Produção de Mudas Florestais*. Universidade Regional de Blumenau. Centro de Ciências Tecnológicas. Departamento de Engenharia Florestal. Blumenau, Janeiro/2003 Schumacker, M.V.; Caldeira, M.V.W.;

Oliveira, E.R.V. de; Piroli, E.L. 2001. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Santa Maria: Ciência Florestal** 11(2): 121-130.

SILVA, L.F. 1996. SOLOS TROPICAIS: ASPECTOS PEDOLÓGICOS, ECOLÓGICOS E DE MANEJO. SÃO PAULO, **TERRAS BRASILIS**. 137 P.

Silva, R.P. da; Peixoto, J.R.; Junqueira, N.T.V. 2001. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). São Paulo, Jaboticabal, **Revista Brasileira de Fruticultura** 23(2):377-381.

SIMÃO, S. 1998. Tratado de Fruticultura. Piracicaba: FEALQ. 760 p.

SMITH N. J. H. 1980. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonian. *Annals of the Association of American Geographers*. v. 70, p. 553-566.

SOARES, N.B. 1998. Mamão Carica papaia. In: Fahl, J.I. (ed.). INSTRUÇÕES AGRÍCOLAS PARA AS PRINCIPAIS CULTURAS ECONÔMICAS. Campinas-São Paulo: IAC, 1998, p. 137-138 (Boletim, 200).

SOUZA, C.A.M. DE; OLIVEIRA, R.B. DE; FILHO, S.M.; LIMA, J.S. DE S. 2006. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Santa Maria: Ciência Florestal** 16(3), 243-249.

SOUZA, J.A. DE; DAVIDE, A.C. 2001 Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **CERNE** 7(1): 101-113.

TOLEDO, A.R.M. 1992. Efeito do substrato na formação de mudas de laranjeiras -*Citrus sinenses* (L.) Osbeck cv Pêra Rio – em vasos. Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. Dissertação de Mestrado. 88 p.

TRINDADE, A.V.; OLIVEIRA, J.R.P. 1999. Propagação e plantio. In: Sanches, N.F.; Dantas, J.L.L. O CULTIVO DO MAMÃO. Cruz das Almas: EMBRAPA, 1999, p. 17-26.

TRINDADE, A. V., FARIA, N. G., & ALMEIDA, F. P. D. (2000). Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35, 1389-1394.

VIEIRA, M.I. 1993. Minhocas dão lucro: reprodução, produção, instalação, comercialização. São Paulo:Ed. Prata. 184p.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. 2004. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. Viçosa-MG: **Revista Árvore** 28(6): 793-800.

ZANETI, M.; CAZETTA, J.O.; MATTOS JÚNIOR, D. DE; CARVALHO, S.A. de. 2003. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro „cravo“ em ambiente protegido. São Paulo, Jaboticabal: **Revista Brasileira de Fruticultura** 25(3): 508-512.