

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ**

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA RECUPERAÇÃO DE SOLOS
ALTERADOS POR MINERAÇÃO DE CLASSE II NO NORDESTE PARAENSE.**

JOSÉ RENATO DUARTE DE BARROS

Engenheiro Florestal

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como parte das exigências do Curso de Ciências Florestais, Área de Concentração em Silvicultura e Manejo Tropical, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Engº Agrº. Areolino de Oliveira Matos, Doutor

Belém – PA

2000

AVIAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA RECUPERAÇÃO DE SOLOS
DE CLASSE II NO NORDESTE PARAENSE

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, sob a orientação do Prof. Dr. Manoel Tércio de Barros, sob o título de Mestre.

2000.71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP, 2000.

(Avaliação de espécies florestais para recuperação de solos alterados por mineração de classe II no nordeste paraense, Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP, 2000.)

BARROS, José Renato Duarte de . Avaliação de espécies florestais para recuperação de solos alterados por mineração de classe II no nordeste paraense. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP, 2000.

CDD : 634.9565098115

CDU : 630*233 (811.5)

JOSÉ RENATO DUARTE DE BARROS

**AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS PARA RECUPERAÇÃO DE SOLOS
ALTERADOS POR MINERAÇÃO DE CLASSE II NO NORDESTE PARAENSE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, como parte das exigências do Curso de Ciências Florestais. Área de concentração em Silvicultura e Manejo Tropical, para obtenção do título de **Mestre**.

APROVADA em 20 de novembro de 1998

Comissão Examinadora :

Engº Agrº Areolino de Oliveira Matos, Doutor (EMBRAPA)

(Orientador)

Geóloga Maria de Lourdes P. Ruivo, Doutora (MPEG)

Geógrafa Márcia Giordano Landi, Doutora (FCAP)

Engª Agrª Maria Marly de L. S. S. Santos, Doutora (FCAP)

2178403339 101 0000
(2 118) 4.11.000 0000

AGRADECIMENTOS

Desejo ainda agradecer à :

Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, especialmente ao Núcleo de Pós-graduação e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade concedida para a realização deste curso; A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos; À Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará, (SECTAM).

Prof. Dr. Areolino de Oliveira Matos, pelo interesse, compreensão, valiosa orientação e liberdade, oferecidas durante todo o decorrer do curso de Mestrado;

Dr. H. Knowles. Dr. H. Overal e Dr. Ismael Viegas, pelos incentivos e sugestões fundamentais apresentadas no decorrer do trabalho;

Prof. Dr. Paulo Contente de Barros, Diretor da FCAP, ainda como Coordenador do Curso de pós-graduação em Ciências Florestais, tanto contribuiu para o crescimento profissional de seus alunos;

A minha querida filha Ludmila e a minha adorável esposa Tatiana e famílias, pelo carinho e apoio moral em todos os momentos. Aos amigos Estélio Augusto, Kátia, Gabriel, Everaldo, Júnior, Manuel, Gustavo e prof. Dr. Domingos Sávio, pela inestimável ajuda nos trabalhos de campo e fornecimento de informações técnicas referentes à esse importante trabalho;

À todos os funcionários dos Departamentos de Solos, Fisiologia e Microbiologia da EMBRAPA-CPATU e colegas do curso de Mestrado, pela colaboração e convivência durante o decorrer do curso.

BIOGRAFIA

JOSÉ RENATO DUARTE DE BARROS, nasceu em julho de 1960, Belo Horizonte-MG, Iniciou sua graduação como geógrafo pela Pontífice Universidade Católica do Rio de Janeiro e depois como estudante de Engenharia Florestal na Universidade Rural do Rio de Janeiro. Diplomou-se nessa área, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (1991), realizou sua Especialização em Engenharia de Meio Ambiente na UFRJ (1992). Teve experiências profissionais em várias Instituições, como estágios no antigo IBDF, Instituto de Desenvolvimento do Estado do Pará, Museu Emílio Goeldi, CEPLAC, bolsista da EMBRAPA, Extensionista da EMATER, Pesquisador visitante, orientado pela Dra. Elsie F. Guimarães, Diretora de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e Consultor ambiental em Belém do Pará.

Foi contratado em 1993, pela Secretaria de Meio Ambiente como técnico em análise de Projetos e Estudos de Impactos Ambientais em mineração. Em 1995 assumiu à Chefia da Divisão de Áreas Degradadas e Fontes Poluidoras na Secretaria de Meio Ambiente do Estado. Possui experiência profissional sobre Meio Ambiente no Brasil e no Exterior, como na Universidade de Westminster em Londres, Inglaterra e em Nova York, Estados Unidos.

Atualmente, é o Coordenador Executivo do INEA, Instituto de Etnobiologia da Amazônia, Organização não Governamental sem fins lucrativos, com sede em Belém-PA, que desenvolve pesquisa científica e ação social à comunidades rurais carentes, como Oficina de Arte Indígena com jovens de periferia urbana, programas de agricultura sustentável, meio ambiente, conservação de biodiversidade e trabalhos de recuperação de áreas degradadas. Concluiu o Curso de Mestrado na FCAP em 1998.

EPÍGRAFE

Aonde quer que o leitor ache que eu tenha me atrevido em alguma conjectura ou causa das coisas que tenha observado, eu peço que as olhe apenas como problemas duvidosos e sugestões incertas e não como conclusões definitivas e inquestionáveis, ou mesmo como material científico e irrefutável. Eu nada produzi aqui com a intenção de vincular uma compreensão minha com um consentimento geral e implícito.

ROBERT HOOKE, 1665.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Importância de algumas técnicas e conceitos	13
2.2 Remanescentes florestais na área de entorno	13
2.2.1 Considerações para recuperação de áreas degradadas	14
2.2.2 A indução da sucessão ecológica natural	15
2.2.2.1 Caracterização de espécies com capacidade de acumular nutrientes	17
2.3 Influência do local minerado no contexto ecológico	18
2.3.1 Caracterização das espécies utilizadas no experimento	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Material	23
3.1.1 Métodos	24
3.1.2 Local de coleta e características geológicas	24
3.1.3 Clima	25
3.1.4 Características da vegetação no entorno da área	25
3.2 Preparo do solo e Análise química	26
3.2.1 Condução do experimento	27
3.2.2 Plantio e Emergência das plântulas	29
3.2.3 Delineamento experimental e Análises estatísticas	30
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	32
4.1. Efeito dos tratamentos nas plantas	32
4.1.1 Crescimento em altura da planta	32
4.1.2 Produção e Distribuição de Matéria seca da parte aérea	34
4.1.3 Matéria seca da parte aérea	36

4.2 Observações feitas no sistema radicular das plantas	43
4.3 Matéria seca do sistema radicular	44
4.4 Efeito dos macro e micronutrientes	47
5. CONCLUSÕES	50
6. ABSTRACT	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
APÊNDICE	57

RESUMO: Estudou-se o comportamento de três espécies florestais amazônicas: Taxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), Paricá (*Schizolobium amazonicum* Ducke) e Tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl), plantadas em vasos com substrato argiloso, proveniente de áreas mineradas no nordeste do Estado do Pará. O objetivo foi verificar a potencialidade dessas espécies em desenvolver-se em superfícies degradadas. As três espécies foram plantadas em 72 vasos e dispostas em bancadas em casa de vegetação, sendo 24 vasos para cada espécie, com os tratamentos -K, -P, -N, -Micronutrientes, -S, -Mg, -Ca e o Testemunha, onde só receberam solução nutritiva na fase inicial do plantio. O método utilizado foi o de Diagnose por Subtração, de um determinado nutriente em vasos. Durante um período de oito meses de avaliação, só houve tratos culturais básicos, como desbastes, regas e descompactação da camada superficial. Foram avaliadas: altura da parte aérea; produção de matéria seca aérea e subterrânea. Concluiu-se que as espécies, tiveram crescimento e produção de matéria seca esperados e quantidades de biomassa seca total, oriunda em grande parte das folhas, também satisfatórios para esse tipo de situação imposta no ensaio.

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Pará a exemplo do que ocorre em outras regiões da Amazônia, vem sofrendo uma degradação generalizada de seus recursos naturais, especialmente nas áreas existentes dos remanescentes de florestas primárias, próximas aos centros mais populosos, como da capital Belém.

Esse tipo de vegetação, corre o risco de desaparecer sem que seja melhor conhecido, aspectos relacionados com a biodiversidade e seu potencial de utilização econômico e ecológico.

Preocupado com a crescente degradação ambiental, causada pela atividade de mineração em áreas urbanas, o presente trabalho após executado e analisados os seus efeitos na casa de vegetação, poderá ser estendidos para outras áreas, dando subsídios à técnicas de recuperação de sítios degradados.

A intensa demanda por brita, argila e areia, usados na construção de prédios, estradas e obras de engenharia diversas, tanto em Belém como nas cidades adjacentes, deixou extensas áreas desprovidas de cobertura florestal, expondo a superfície do solo, às intempéries climáticas e em diferentes estágios de degradação ambiental.

Hoje, a maioria dos sítios identificados e cadastrados nos Órgãos de controle do Estado, já foram totalmente abandonados após sua utilização, em franca desobediência às normas legais, que mandam recompor o ambiente degradado. (art.255, parágrafo 2º da Constituição Federal, regulamentado pelo Decreto 97.632 de 10 de abril de 1989 e art.145 da Lei Orgânica do Município de Belém, de 30 de março de 1990).

A grande maioria destes sítios estão virando depósito de lixo e lagoas estagnadas, criando grave risco à saúde pública e não sofreram nenhum tipo de reparação ou controle, durante a sua exploração, sendo portanto, considerados como de lavra mineral clandestinas (SANTOS,1987).

Coube portanto, aos municípios e localidades afetadas, o ônus decorrente dos problemas causados pela exploração mineral, a maioria das vezes de forma ilegal, como pôr exemplo, o grande número de áreas atingidas.

As áreas de afloramento ocupam, segundo o IDESP (1980), uma área total de 18.316 ha sendo 8.774 ha em Belém, 4.189 em Ananineua, 1.477 ha em Benevides e 3.876 ha. em Santa Bárbara do Pará.

Alguns dos sistemas ambientais que integram essa mesoregião estudada, tem como características naturais, a presença da cobertura vegetal primitiva, representada pela Floresta Estacional Ombrófila Aberta (ELLEMBERG & MUELLER -DOMBOIS, 1966). Muitas vezes, a derrubada desse tipo de mata não se restringe a área da lavra.

O resultado dessa intervenção, é que essas frentes de expansão trazem consigo, alterações na topografia da área, se estendendo lateralmente com vistas a facilitar o movimento das máquinas e caminhões.

Com isso, o ciclo biológico nos sítios adjacentes à cava, estão sendo continuamente alterados e a camada fértil do solo, começa a sofrer um processo de degradação contínua, podendo chegar a tornar-se estéril, para não dizer sem vida.

Pelas observações feitas na área objeto, notou-se que em algumas frentes de lavra, por falta de planejamento, estão levando a um processo de modificação irreversível nessa paisagem de florestas, praticamente urbanas, em que o relevo muito plano, passa a contar com crateras, morros, cristas, colinas, ou seja, formas típicas de áreas, em intenso processo de intemperismo e dissecação.

Neste trabalho, são estudados alguns efeitos da nutrição mineral, através da técnica do elemento faltante aplicados em um substrato ácido, com teor de sílica que varia de 80 à 65 % , mosqueado com rochas lateríticas ferruginosas, não se caracterizando como um verdadeiro solo.

Este substrato foi submetido a análise química em laboratório e depois à oito tratamentos com soluções nutritivas distintas, utilizadas para o plantio das três espécies, o Taxi-Branco, *Sclerolobium paniculatum* Vogel, Caesalpinaceae; o Paricá, *Schizolobium amazonicum* Papilionaceae e a Tatajuba, *Bagassa guianensis*, Moracea, plantadas em casa de vegetação, no Centro de Pesquisa Agroflorestral do trópico Úmido, CPATU- EMBRAPA, Pará.

O objetivo desse estudo foi, testar o potencial de espécies florestais como recuperadoras de áreas de exploração de minério utilizado na construção civil, além de estudar alguns aspectos ecológicos, relacionando-as com possíveis diferenças nas suas estratégias de tolerância a diferentes tipos de tratamentos nutricionais.

A leitura consultada revela que tem sido numerosos os esforços dos pesquisadores, no sentido de verificar os efeitos da dilapidação dos recursos naturais e suas conseqüências, fazendo-se com que, evoluísse uma consciência incomum, resultando evidentemente em algumas providências pelo poder público.

A Legislação é bem clara, o Artigo 225 da Lei Federal nº 6.938 de 31/8/81, da Política Ambiental Brasileira, assegura que a recuperação do meio ambiente degradado, pela exploração dos recursos minerais, de acordo com a solução técnica exigida pelo Órgão público competente.

A legislação pertinente especialmente, aquela voltada a atividade de mineração, teve o seu papel fundamental na evolução e uso do conceito de que, se deve recuperar ambientes degradados, após a exploração.

Atualmente o uso dessa prática, cada vez mais corrente, extrapola as expectativas e esse efeito estimula a iniciativa de algumas pessoas e empresas, a pensarem mais seriamente nesta questão. Muitas áreas intensamente degradadas por atividades diversas, estão de alguma forma, já sendo recuperadas.

Via de regra, na Região Amazônica, as pesquisas sobre áreas degradadas, limitam-se a causa e extensão do processo de degradação, de onde se inserem as atividades de mineração, exploração florestal desordenada e agropecuária extensiva. De acordo com o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (IBAMA, 1990), estes termos são aplicados conforme segue :

Recuperar é, retornar à área degradada as suas formas e utilização, segundo um plano definido para o uso do solo. A partir dessa premissa, o Manual define recuperação, como uma ação que vise a reutilização de alguma área visivelmente alterada, através de trabalhos de engenharia, porém com uma atitude consistente.

Uma combinação de práticas e métodos silviculturais, apresentados e listados no Manual, são recomendadas para este fim.

Reabilitar, significa fazer com que a área ou sítio retorne a um estado biológico apropriado, ou auto-sustentável. Neste caso, a interferência humana pode contrariar os fenômenos naturais, como ocorre por exemplo, com a implantação de reflorestamento ou pastagens (IBAMA, 1990).

O termo Restaurar, significa fazer com que a área degradada, retorne ao seu estado original. Esta situação é difícil de ser atingida, especialmente porque um ecossistema, inclui várias plantas, animais e fatores abióticos bem equilibrados e funcionais. Isso se refere ao que BARTH (1989), acrescenta como uma opção, ou seja, uma recuperação que supere o estado original da paisagem, antes da mineração.

2.1 IMPORTÂNCIA DE ALGUMAS TÉCNICAS E CONCEITOS

Uma grande variedade de termos tem sido empregada para conceituar, a prática de recuperação com espécies florestais, demonstrando que ainda não há consenso entre os diversos estudiosos do assunto, quanto à forma adequada de elucidar seu próprio significado.

Áreas degradadas são resultantes das atividades induzidas pelo homem, que diminui a atual e futura capacidade produtividade de um solo. DUBOIS (1992), reporta que a falta de uma classificação e de terminologia nacionalmente aceitas, para definir locais degradados, tem levado os pesquisadores a perceberem semelhanças entre as denominações, uma vez que palavras ou expressões aparentemente semelhantes, tem sido utilizadas para caracterizar conceitos ou princípios bem distintos.

BUDOWSKI (1978), propõe como práticas de recuperação de áreas degradadas, o conjunto de técnicas de uso de plantas desencadeadoras, de processos sucessionais. Esta combinação pode ser simultânea, no tempo e no espaço e tem por objetivo otimizar a restauração do sítio.

A diversidade de combinações e arranjos espaciais, que esse tipo de técnica pode trazer ao agricultor e ao ambiente, pode gerar inúmeras vantagens, tanto biológicas como econômicas (BUDOWSKI, 1978).

Segundo BARTH (1989), as metodologias de recuperação de áreas, tem se destacado como alternativa viável entre outras técnicas já conhecidas. Sua importância, concentra-se em reativar e melhorar solos, que reconhecidamente, tenham baixa fertilidade, ou mesmo não possuam outros sistemas de produção sustentada.

2.2 REMANESCENTES FLORESTAIS NAS ÁREAS DE ENTORNO

Próximo à região de Belém, existem fragmentos de floresta, onde espécies nativas, que normalmente se implantam ou são introduzidas nesses sítios, são vistas por estudiosos, como um retrato fiel de um ambiente, onde se deseja o retorno das vegetações e de suas estruturas funcionais que compõem os ecossistemas emergentes.

EVANS et al. (1956), considera que um aspecto sucessional, esteja atuando em uma dada área no entorno de um fragmento florestal, toda vez que o mesmo estiver ameaçado por uma ação antrópica, ocasionando a imediata perda da fragilidade de sua biodiversidade.

A hipótese de que vários taxons (conjunto de plantas com estrutura e função semelhantes), atuantes nas imediações, ou nos limites de transição desses fragmentos, são passíveis de permitir que algumas espécies florestais, ali dispersas, possam ser consideradas, segundo SANCHEZ (1976), como plantas especializadas.

Essas são plantas extremamente adaptadas, cuja a taxa de sobrevivência que as mantêm, depende em última análise, de pouca energia que flui através da parte biológica, do sistema solo-planta-atmosfera (ODUM, 1963).

DAUBENMIRE (1959), observou que nestas situações, os ecótipos ou espécies recém instaladas e adaptadas em seu novo habitat, constituem exemplo de fases mais avançadas de sucessão. Desta forma, os indivíduos mudam rapidamente de ano para ano e a matéria orgânica começa a acumular-se no ambiente físico, favorecendo as demais vidas que se agregam, criando um novo e promissor ambiente.

A presença de mais espécies em um sítio, segundo ODUM(1963), favorece e oferece, tanto no aspecto ecológico quanto no nutricional, novos sistemas de produção energética, para manutenção da ciclagem de nutrientes e aumento da diversidade de outras espécies.

Tal processo ecológico, contribui para manter a produtividade do sítio, isto é, favorecer a entrada e aumentar o número de novas espécies, que tem a possibilidade de coexistir e enriquecer áreas debilitadas pela exploração mineral.

2.2.1 considerações para recuperar áreas degradadas

Para que se consiga efetivamente um meio ambiente biologicamente recomposto, tornando-o novamente possível a utilização futura, é necessário desencadear alguns processos sucessionais, no interior infértil dessas cavas mineradas, desde que sejam satisfatoriamente revegetadas, por intermédio de espécies nativas, rústicas indicadas para essas áreas (KNOWLES, 1981).

Vários estudos tem sido desenvolvidos, visando a recuperação das áreas degradadas, por esse tipo de atividade em todo o Estado. Dentre outros, merecem ser citados: a aplicação de fertilizantes; a introdução de leguminosas forrageiras, o uso de equipamentos e a associação de exóticas nativas (WILLIAMS, 1989).

Segundo FRANCO (1990), o alto custo de um tipo de recuperação com máquinas, equipamentos e fertilizantes, tem sido o principal entrave perante as grandes áreas mineradas, de serem novamente reincorporadas como um sítio produtivo.

Segundo POGIANNI (1981), é possível que, em certas condições, o estabelecimento de algumas espécies arbóreas, em combinação com novas técnicas, sejam capazes de ajudar na formação de sistemas mais estáveis, nos ecossistemas remanescentes de áreas bastante alteradas.

COSTA (1978), recomenda que, para estes tipos de atividade impactante, deveriam ser desenvolvidas, primeiramente, sistemas de revegetação ou de recuperação, através de plantas forrageiras, para evitar a rápida degradação de ecossistemas complexos e frágeis ainda existentes.

PEREIRA & KNOWLES (1986), em experimentos, realizados em Porto Trombetas, no Pará, informam que os solos das áreas escavadas pela mineração, podem proporcionar várias alternativas de utilização futura, inclusive plantio de algumas espécies florestais, que normalmente só seriam utilizáveis, em áreas de pastagem recuperadas.

Este resultado é bem significativo, em relação as obtidas em outros solos considerados mais convenientes, desde que se use tecnologia avançada e corrijam suas deficiências químicas e físicas.

KNOWLES (1981), mencionou que a única maneira de mitigar a maior parte desses impactos negativos, seria o restabelecimento de uma cobertura vegetal perene, sobre o local modificado. Neste exposto, a utilização de microorganismos, é fundamental nas transformações que sustentam vários ecossistemas naturais.

2. 2. 2 a indução da sucessão ecológica natural

A sucessão secundária é o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se renovam, através da cicatrização de áreas severamente atingidas por frentes de mineração ou derrubadas, para fins madeireiros, em diferentes pontos da Região Amazônica (GOMEZ - POMPA, 1971).

As condições de recuperação ambiental dessas clareiras, variam desde um momento em que acontece uma regeneração natural, até nas intervenções humanas benéficas, que procuram imitar a natureza, como revegetação inicial, reflorestamento, enriquecimento e outros.

Essas clareiras ou áreas alteradas, são reocupadas por diferentes grupos ecológicos de espécies semi-arbustivas e arbóreas, adaptadas para regenerarem-se em aberturas de tamanhos diferentes (WHITMORE, 1975).

Estas observações, tem a preocupação máxima de enquadrar em uma escala local e regional, tais tipos de vegetação, consideradas utilizáveis para a recuperação de superfície, levando à formar a mesma conceituação fitogeográfica, para algumas espécies recuperadoras de áreas degradadas, apenas diferindo evidentemente, pela sistemática botânica dos gêneros e espécies (MAGALHÃES, 1980).

No que se refere a práticas de revegetação com espécies arbóreas, PEREIRA & KNOWLES (1986), informam que é fundamental a seleção de espécies, para a obtenção de um resultado positivo, pois se a cobertura original da área era composta de essências nativas, do tipo pioneiras de rápido crescimento, estas seriam as ideais para a recuperação.

O último grande obstáculo, é a falta de inventário florístico, que subsidie a seleção de espécies potenciais para a recuperação. Soma-se a este, a falta de dados ecológicos e silviculturais das espécies nativas, para a produção de mudas.

Todavia, as diferentes épocas de maturação de sementes florestais e a dormência, comum em algumas destas, dificultam o processo. Muitas pesquisas como a de CARPANEZZI et al. (1990), destacam o uso de uma quantidade relativamente elevada de espécies passíveis de regeneração em áreas degradadas.

Esse fato subentende a preocupação com a recuperação do ecossistema, como objetivo final e pode ser constatado, ao ser analisado o contexto do presente estudo, que de uma certa forma, procura também, expressar algumas inter-relações conceituais entre esses trabalhos.

Neste sentido, a estratégia de recuperação de solos degradados, deve basear-se numa técnica, que promova não apenas a utilização de espécies rústicas de rápido crescimento, mas também, que sejam capazes de melhorar o solo, através do uso de matéria orgânica.

Esta melhoria se faz tanto pela deposição de material como pela reciclagem de nutrientes (KELLMAN, 1979). Dessa forma, além de formar cobertura vegetal protetora de solo, contribui também para estabelecimento de outras espécies vegetais, mais exigentes.

Segundo FRANCO et al. (1991), é extremamente viável tecnologia que propõe à baixo custo de recuperação de solos, através da utilização de espécies de leguminosas nodulíferas ou não nodulíferas.

Essas espécies quando associadas a bactérias nodulíferas, principalmente do Gênero *Rhizobium*, propiciam bom aproveitamento do fósforo e micronutrientes como Zn, Mn, Mo, Cl e B. (EPSTEIN, 1972).

Grande parte dessas espécies apresentam uma elevada produção de biomassa seca, com significativo aporte de folhas ao solo, esse volume de material vegetal, possui nutrientes de grande importância para a recomposição do verdadeiro solo.

A forma de liberação de nutrientes de membros dessa grande família leguminosae, pode ser condicionada pela qualidade e quantidade do resíduo gerado. Desta forma, a escolha da espécie florestal a

ser utilizada, pode ser otimizada, conforme as características da área a ser trabalhada, do clima e objetivos mais imediatos para a revegetação.

2.2.2.1 caracterização de espécies arbóreas com capacidade de acumular nutrientes

Alguns estudos como de BARBOSA (1992), nos revelam que espécies perenes tropicais, apresentam uma tendência fisiológica de acumular na sua fitomassa (principalmente nas folhas e ramos), determinados nutrientes de uma forma seletiva.

Também convém ressaltar, o papel das árvores e arbustos na formação e na manutenção da matéria orgânica na superfície do solo. A esse respeito, tem-se que a quantidade e a qualidade do húmus formado a partir da queda de folhas e ramos, variam em função das espécies (DUBOIS, 1990).

Segundo BRISCOE (1983), é possível recuperar solos degradados na Amazônia, mediante uso de algumas espécies, inclusive as três citadas nesse trabalho, tenham facilidade de estabelecimento e agressividades suficientes, para melhorar as condições estruturais e físicas do solo.

A maioria das espécies florestais, quando na sua fase de plântula ou mesmo como muda, necessita de maior disponibilidade de fósforo, pois a demanda deste nutriente é mais intensa (FORNARI, 1990).

FRANCO (1990), cita que a recuperação de terras degradadas, através da atividade florestal, requer uso de espécies de rápido crescimento, que sejam capazes de melhorar o solo, depositando matéria orgânica e reciclando nutrientes. As leguminosas arbóreas surgem como alternativa, possuem vasto sistema radicular e são de múltiplos usos.

Segundo MATOS (1984), somente as leguminosas que nodulam com rizóbio, formando uma simbiose eficiente, é que são capazes de fixar melhor o nitrogênio atmosférico e consequentemente contribuir de forma efetiva, ao sustento da microvida da matéria orgânica do solo.

Segundo HUMPHRY & VINCENT (1967), a acidez produzida na rizosfera das plantas fixadoras de nitrogênio, aumenta a eficiência da utilização de fósforo pouco solúveis, tanto para espécies arbóreas como arbustivas.

O eventual abaixamento do pH a longo prazo, especialmente em solos com baixo poder tampão como os solos de mineração, obriga a utilização de calagens periódicas.

FREIRE (1970), cita que o reflorestamento com leguminosas noduladas, resulta numa recuperação de solos erodidos. Em contrapartida JESUS (1982), cita que em plantios consecutivos de essências florestais exóticas, não leguminosas, tendem a agravar o esgotamento do solo.

Existe uma interação com microclimas que se formam por força de equilíbrios biológicos e essa soma total de processos existentes no ecossistema, determina a distribuição e a circulação de componentes bióticos (organismos) e não bióticos (nutrientes), da natureza (PRIMAVESI, 1969).

Já existe atualmente, uma base de estudos sobre a dinâmica de nutrientes nos solos da floresta amazônica e de muitos mecanismos químicos e ecológicos atuantes (BERNHARD-REVERSAT, 1975), onde tais ambientes naturais, quando modificados por ações antrópicas como desmatamento, exploração mineral e pastagens degradadas, estimulam a desenvolver certos processos de auto-regeneração e limite de reversibilidade (LAL, 1987).

O conceito de biomassa microbiana do solo, é atribuído como um pool de reações e atividades, simbiótica e assimbiótica complexas, que ocorre nos ecossistemas florestais (ALEXANDER, 1961). Primeiro porque é formada em parte, por substâncias orgânicas em plena atividade, capazes de promover algumas alterações importantes no sistema do solo.

Em segundo, devido a grande quantidade de ser o maior componente lábil da matéria orgânica do solo. A biomassa se torna um importante reservatório de nutrientes, potencialmente disponíveis para as plantas.

RUIVO (1998), encontrou e investigou C e P da biomassa microbiana, como indicador de recuperação de solo alterado por atividade de mineração de bauxita.

2.3 INFLUÊNCIA DO LOCAL MINERADO NO CONTEXTO ECOLÓGICO

Em outras áreas do Estado do Pará, como o Nordeste Paraense, tem grande ocorrência de sítios degradados, no entanto, não são tradicionalmente, áreas de exploração mineral em escala empresarial.

O fenômeno de degradação maior da Região Bragantina(Leste do Pará), se deve a questão das alterações ambientais freqüentes, provocadas pela ação antrópica desordenada, principalmente em relação à exploração da madeira, agricultura itinerante, formação de pastagens, fogo e alterações da cobertura florestal remanescente.

Esse tipo de ações antrópicas de grandes extensões, estão realmente contribuindo para o aumento do deslocamento de população, do meio rural, para os centros urbanos, criando inúmeros problemas de caráter social, econômico e habitacional.

Tal medida, evitaria que o solo ficasse exposto a uma radiação solar intensa, ocasionando forte limitação de crescimento de qualquer organismo vivo e perdas irreversíveis de fertilidade.

De maneira geral, o funcionamento da simbiose rizóbio/planta, é mais sensível ao efeito de altas temperaturas, do que quando as plantas são supridas com N mineral.

PEREIRA et alii (1990), verificaram que cada espécie vegetal, absorve elementos distintos. Existem grupos que mobilizam e acumulam certos minerais e outras que se contentam com um ambiente pobre, crescendo com um mínimo de substâncias nutritivas num ciclo vegetativo muito curto.

2.3.1 caracterização das espécies utilizadas no experimento

No caso desse experimento, foram escolhidas pelas suas peculiaridades ecológicas e silviculturais, as seguintes espécies florestais o Taxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum*), o Paricá (*Schizolobium amazonicum*) e a Tatajuba (*Bagassa guianensis*).

Essas árvores de comportamentos distintos, pertencentes a um mesmo ecossistema amazônico, tem a peculiaridade de coexistirem em ambientes chamados de regiões ecológicas, que são biologicamente semelhantes, onde a fitomassa existente na superfície dos solos, é rapidamente disponibilizada e portanto, circula com grande velocidade de reações físicas e químicas no ambiente.

O Taxi-Branco, *Sclerolobium paniculatum* Vogel, espécie arbórea de Terra-firme, de porte pouco avantajado, fazendo parte do segundo extrato florestal, pertence a família Caesalpinaceae, sub-família caesalpinoideae.

As folhas e folíolos dessa espécie são alternas, compostas pecioladas, parimpinadas, folíolos oblongo-elípticos, com superfície pouco brilhante, ápice agudo e de base atenuada. Os Estados do Acre, Amazonas, Rondônia e Pará são as principais regiões fitogeográficas de ocorrência da espécie *paniculatum*.

Na sucessão secundária, é uma espécie que aparece ocupando espaços, caracterizando sua condição de espécie heliófila, com grande capacidade de adaptação em condições de baixa fertilidade de solo (CARPANEZZI, 1983).

O potencial dessa espécie nativa para a recuperação de solos degradados, vem sendo confirmados em vários plantios em áreas após a extração de bauxita pela Mineração Rio do Norte S / A. em Porto Trombetas, Oriximiná - PA.

Dentre as diferentes espécies nativas utilizadas pela mineradora acima citada, o Taxi-Branco, vem destacando-se pela sua rusticidade e rápida formação de liteira.

Segundo MATOS (1986), é uma espécie que alcança grande interesse dentro das pesquisas agroflorestais, tendo sido citada por PEREIRA & KNOWLES (1986), como de grande potencial para trabalhos de regeneração e recuperação de áreas degradadas.

Considerando o valor de sua madeira, o Taxi-Branco vem sendo, há vários anos, uma das espécies mais visadas pela exploração seletiva, entretanto, recentemente, trabalhos de pesquisa, resultaram na sua indicação, como uma das mais importantes espécies para trabalhos com áreas muito degradadas, face as características de rusticidade e velocidade de crescimento.

Por outro lado, de acordo com CARPANEZZI et alii (1983), BRIENZA JUNIOR (1994), o Taxi pode adaptar-se a diversos métodos silviculturais, como em plantios mistos, de enriquecimento, florestamento etc. Outro fato que deve ser bem considerado, é adaptabilidade para desenvolver-se em áreas degradadas, uma vez que, possui elevada produção de liteira e grande capacidade de fixação de nitrogênio.

Quanto as características silviculturais, BRIENZA JUNIOR (1994), relata que a espécie possui crescimento rápido mesmo em condições desfavoráveis de fertilidade de solo. Devido o seu caráter pioneiro, esta espécie florestal tem como uma das peculiaridades ecológicas, preparar o terreno e o ambiente para a expansão das espécies com características mais exigentes.

Segundo CARPANEZZI et al. (1990), com referência ao déficit hídrico, considerando o balanço de Thornthwaite & Mather (capacidade de retenção de água pelo solo = 300 mm), a espécie já foi vista em áreas com pequenos déficits hídricos, como no caso da Belém-Brasília (15 mm), limites em sua área de ocorrência, estão entre 1.500 mm em Altamira - Pará e 2.500 mm por ano em Belém e em temperaturas médias, também anuais situando-se na faixa de 24° a 28°C (CARPANEZZI, 1982).

Quanto as condições edáficas CARPANEZZI et alii (1983), mencionam que a espécie já foi encontrada em diversos tipos de solo, como o Latossolo amarelo textura leve, Latossolo textura muito argilosa e terra roxa estruturada.

O Paricá, *Schizolobium amazonicum* Ducke, é uma espécie florestal muito indicada para plantios comerciais, consórcios agroflorestais (fig. 1) e inúmeros empregos (RIZZINI, 1979).



Figura 1 – Paricá (árvores acima), consorciado com Andiroba (abaixo), excelente adaptação e convívio com outras espécies

Os trabalhos relacionados com a silvicultura dessa espécie, ainda são poucos. Dentre os que tratam sobre o assunto, alguns referem-se somente a determinados aspectos de seu ciclo vegetativo.

A produção de mudas de Paricá não é muito problemática. O tempo necessário para a formação de mudas, em condições de plantio normal é de dois meses, desde a semeadura direta, em sacos plásticos, até atingirem altura entre 20 e 30 cm.

A Tatajuba, *Bagassa guianensis* Aubl.; Moracea, é uma espécie florestal, cuja madeira, tem sido largamente utilizada nas últimas décadas, pelas serrarias e ultimamente na produção de celulose e papel, devido a boa qualidade de suas fibras.

De acordo com DUCKE (1949), a espécie tem sua ocorrência nas Guianas e no Estado do Pará, em especial nos arredores de Belém, norte de Óbidos e entre os rios Tocantins, Xingu e Rio Tapajós, até o Município de Parintins, no Estado do Amazonas.

A árvore é considerada grande (10-15m), muitas vezes atingindo porte dominante, copa ramificada, fuste algumas vezes torcido, com base reforçada e frutos grandes com bastante sementes (RIZZINI, 1979).

A madeira é considerada pesada, com utilização em construção naval em carpintaria, marcenaria em construções em geral). Apesar de não ter sido profundamente estudada, informações disponíveis sobre a silvicultura da Tatajuba evidenciam seu potencial de uso para plantio florestais, em várias modalidades na Região Amazônica (fig 2).



Figura 2 – A Tatajuba com plantio de feijão, demonstrando alternativa e adaptabilidade após atividades agrícolas e minerárias.

PEREIRA & COSTA (1977), relata uma série de conhecimentos sobre a produção e a tecnologia de suas sementes. A colheita dos frutos e sementes é realizada em lonas estendidas sob as árvores matrizes. Como os frutos apresentam-se carnosos, são lavados diversas vezes em água corrente e posteriormente colocados para secar à sombra, em ambiente com ventilação.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 MATERIAL

O experimento foi realizado em Casa de Vegetação da EMBRAPA-CPATU-PA, o material utilizado neste experimento, consta de uma amostra de solo, retirado de dentro da cava, em uma camada superficial praticamente sem revolvimento por máquinas escavadeiras.

Naquele local, de onde coletou-se o solo de três pontos diferentes (0 a 20 cm de profundidade), constituiu-se uma única amostra composta. Posteriormente a amostra foi fracionada e acondicionada em sacos plásticos e levadas para análise química no Laboratório do Departamento de Solos da EMBRAPA - PA.

As análises obtidas através da determinação de pH em H₂O, Ca, Mg, e Al (extraídos pelo KCL), P e K (pelo HCL) revelaram tratar-se de solo ácido, com intensa remoção de bases e sais solúveis como Ca, Mg, Na e K.

Tais elementos minerais, se apresentam bastante desgastados nesse tipo de solo, apresentando baixa capacidade total de troca de cátions e de saturação. Em relação à sua classe textural média, revela ser do tipo Concrecionário laterítico, com transição para o latossolo Amarelo álico.

Essa estrutura argilosa é facilmente encontrada em toda a área objeto da coleta e também nos locais de abrangência da lavra. Tornando bastante nítido, as evidências de mudança de horizonte.

Com referência as análises de macronutrientes e micronutrientes do solo coletado na área da extração, estas foram realizadas segundo as recomendações da EMBRAPA-CPATU.

As três espécies florestais selecionadas e cultivadas em vasos plásticos com substrato originário das áreas de mineração, foram testadas para avaliar o desempenho adaptativo das mesmas, em determinadas condições de cultivo.

Espécie	Origem
Taxi-Branco (<i>Sclerolobium paniculatum</i>)	Campus da EMBRAPA, Belém.
Paricá (<i>Schizolobium amazonicum</i>)	Bosque Rodrigues Alves, Belém.
Tatajuba (<i>Bagassa guianensis</i>)	Campus de Belterra - Pará

3.1.1 métodos

O método utilizado foi o de Diagnose por Subtração (MALAVOLTA, 1980), que significa omitir determinado nutriente e avaliar o comportamento da planta em vasos.

Este método de aplicação de dosagens de elemento nutritivos, fornece as seguintes informações: Indicação dos elementos minerais limitantes, crescimento, sintomatologia e deficiências nutricionais pela ausência do elemento faltante.

3.1.2 local de coleta e características geológicas

A unidade de paisagem definida para a coleta de material do estudo, situa-se numa frente de extração de argila e piçarra, já exaurida (fig. 3), no km 13, da estrada que liga a vila de Benfica à Rodovia BR 316. Perfazendo a distância de 45km desse ponto citado, até a cidade de Belém.



Figura 3

As formas típicas de relevo que margeiam o sítio mineral amostrado, são identificados como aplainamentos retocados e desnudados, onde praticamente afloram rochas lateritizadas por toda a extensão da área (BIDONE,1987).

As rochas ali presentes, típicas do Grupo Barreiras, associam-se aos solos petroplínticos, isto é, uma mistura argilosa, dura e altamente intemperizada (VIEIRA,1975), cuja principal característica, é o estado de intemperização dos sesquióxidos de ferro e alumínio, refletido pelas concreções ferruginosas (piçarra), de colorações amarela e avermelhada, dispersas em toda superfície da cava.

O aspecto típico do sítio, nos revela um perfil com camada superficial bem visível de liteira, compondo uma manta orgânica, correspondendo ao horizonte O, (aproximadamente 5cm) e seguido do horizonte A, com espessura em torno de 10 cm.

A base dessa sequência, é constituída por sedimentos argilo-arenosos, com horizontes bem avermelhados, devido a concentrações de óxido de ferro e com outras composições de granulometria bastante variável.

3. 1. 3 clima

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região onde situa-se as áreas amostradas é do tipo Am, cujo regime pluviométrico anual é definido por uma estação relativamente seca, normalmente de junho à novembro. A temperatura média anual dessa região é de 26° C, sendo a média das máximas de 32°C e das mínimas de 21° C. e umidade relativa girando em torno de 85 %.

3. 1. 4 características da vegetação no entorno da área

O tipo de vegetação da área experimental, originalmente era uma formação de floresta Ombrófila Aberta, constituída de agrupamentos dominados por famílias endêmicas, como as famílias Leguminosae e Bignoniaceae, típicas de relevo ondulado e capeados por um Latossolo vermelho amarelo (VIEIRA,1975). Atualmente, boa parte dessa cobertura florística, encontra-se ocupada por remanescentes de floresta primária, já explorada de seus elementos mais nobres.

Na medida que se aproxima das áreas mineradas, é comum reconhecer a mudança na composição florística, através da presença de grupos arbóreos, com mesmo estágio de desenvolvimento e uniformidade quanto à altura de seus elementos, que é o caso da floresta secundária, ainda bem frequente no local.

Essas situações constituem em combinações, capazes de guardar sua identidade ecológica sem o risco de perder a uniformidade da vegetação.

Do ponto de vista botânico, essa vegetação representa um perfil de ambiente tipicamente regional, onde encontramos plantas com um ou mais gêneros endêmicos, identificados, porém não citados e famílias como: Solanaceae, Moraceae, Asteraceae, Myrtaceae, Crizobalanaceae, Arecaceae e outras, somando relevante interesse científico.

Através das evidências percebemos que essas peculiaridades locais, criaram condições de abrigar espécies, capazes de suportar consideráveis gradientes de estresse hídrico e solos compactados, além de outras limitações de natureza edafológica. Refletindo portanto, a capacidade de interação entre esses tipos de solo e as vegetações características dessas áreas, normalmente chamadas de terra firme.

3.2 PREPARO DO SOLO E ANÁLISE QUÍMICA

As amostras dos solos foram previamente secas ao ar, homogeneizadas e passadas em peneira com malhas de 5 mm de abertura.

Após essa etapa, fez-se a adição de água destilada aos solos sempre na quantidade de 100 ml por dia, visando manter o solo úmido, para evitar a contração demasiada das argilas, o que poderia afetar a qualidade da mesma e diminuir, evidentemente, a quantidade de cátions aderido a rede cristalina.

Posteriormente, foi avaliada a capacidade de embebição (C.E), onde foi pesado uma amostra com 500 gramas de solo seco peneirado, posto em um funil com papel de filtro e com fornecimento de 100 em 100ml de água destilada, paulatinamente.

Foram obtidas portanto 161 ml retidos, o que significava 100% do poder de embebição. Resultando em 39 ml de água de C.E, o qual caracterizou-se por um início do escoamento de água bem lento, porém contínuo, através dos furos no fundo dos vasos.

As mesmas amostras foram etiquetadas e encaminhadas ao Laboratório de Solo da EMBRAPA de Belém, para a determinação da acidez, bases trocáveis e totais, fósforo assimilável e total e nitrogênio total.

Resultados das análises de Laboratório de solos (EMBRAPA - Belém,1998)

pH	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	ppm	Meq/100g	meq/100g
H ₂ O	Ca	Mg	Ca+Mg	N	P	K	H+Al
4,6	0,3	-	0,5	1,0	1	15	2,64

Tabela 1

3. 2. 1 condução do experimento

Foram pesados e adicionados 2,572 gramas de calcário dolomítico com PRNT = 45 % (Poder Relativo de Neutralização Total), em cada saco plástico transparente, contendo 3 Kg de solo, do respectivo experimento.

Ao término da colocação de todos os sacos, estes foram molhados até a capacidade de embebição (100%). Em seguida, os sacos contendo o solo, ficaram 5 dias de repouso e posteriormente colocados nos vasos definitivos.

A utilização de calcário dolomítico, nesse primeiro momento, visou apenas equilibrar o pH e reduzir a ação do alumínio tóxico ou trocável.

A umidade do solo nos vasos foi mantida próxima a saturação máxima de água nesse solo do experimento, uma vez que, realizado o teste para avaliar o poder de embebição, trabalhou-se com 70 % dessa capacidade.

Terminada a adição das soluções, misturou-se bem com o solo para que a solução adicionada, ficasse bem espalhada em todo o volume do solo, ainda dentro do saco plástico transparente.

Posteriormente, devolvemos esse material aos respectivos vasos, retirando os sacos plásticos para preparar o plantio da sementes florestais e tendo no fundo dos recipientes, pequenos seixos, com pouca variação de tamanho para manter boa drenagem.

Os solos, posteriormente a essa fase, receberam a aplicação de 10 ml em pipeta graduada com as seguintes soluções nutritivas (MALAVOLTA, 1980): Nitrato de Amônia (NH₄ NO₃), Fosfato de Amônia monobásica (MAP), Fosfato de Cálcio Ca(H₂ PO₄)₂, Cloreto de Potássio (KCL), Sulfato de Magnésio (MgSO₄), Carbonato de magnésio (MgCO₃) e Micronutrientes (Quadro 2).

Procedeu-se finalmente, a fixação das etiquetas para identificação dos devidos tratamentos e em seguida, o solo permaneceu em repouso por dois dias e depois ficou pronto para a semeadura.

Tratamentos

- 1) Completo = N, P, K, Ca, Mg , S e Micronutriente
- 2) Omissão de Nitrogênio = P, K, Ca, Mg , S e Micro
- 3) Omissão de fósforo = N, K, Ca, Mg , S e Micro
- 4) Omissão de Cálcio = N, P, K, Mg , S e Micro
- 5) Omissão de Magnésio = N, P, K, Ca e Micro
- 6) Omissão de Enxofre = N, P, K, Ca , S e Micro
- 7) Omissão de Micronutriente = N, P, K, Ca, Mg e S
- 8) Omissão de Potássio = N, P, Ca, Mg , S e Micro

As soluções nutritivas foram formuladas de acordo com MALAVOLTA (1980) e estão detalhadas no Quadro 2. As plantas eram irrigadas uma vez por dia, sendo que no período em que ocorriam temperaturas mais elevadas, era preciso fazer irrigações adicionais, para manter a umidade da argila e evitar o murchamento das plantas devido ao aumento da transpiração.

* A solução de micronutrientes tem a seguinte composição :

B - 0,5 ppm como H_3BO_3 ; Cu - 0,25 ppm como $CuCl_2$; Mn - 1 ppm, como $MnCl_2$; Zn - 2,5 ppm como $Zn Cl_2$; Mo - 0,1 ppm como $MoO_3 + 2 H_2O$.

Quadro 2 - soluções nutritivas (mL / Kg solo).

Tratamentos

	NH₄NO₃	MAP	Ca(H₂PO₄)₂	KCl	MgCO₃	CaSO₄	Micro
Completo	10	10	10	10	10	10	10
- Cálcio	10	10	0	10	10	10	10
-N	0	10	10	10	10	10	10
-P	10	0	10	10	10	10	10
-K	10	10	10	0	10	10	10
-Mg	10	10	10	10	0	10	10
-S	10	10	0	10	10	0	10
-Micro	10	10	10	10	10	10	0

* 8 trat. e 7 soluções utilizadas. O n ° zero indica a omissão de um nutriente

3. 2. 2 plantio e emergência das plântulas

As sementes de Tatajuba são oriundas de uma mesma matriz, procedentes de Belterra-PA. A quebra de dormência mecânica das mesmas, não foi realizada, uma vez que esse material chegou no laboratório de Microbiologia, em tubos de plástico resfriados.

Devido a possibilidade de um choque de temperatura, de um material conservado em ambiente resfriado por mais de 10 dias, evitou-se que o mesmo fosse utilizado por alguma técnica com imersão térmica, colocando em risco seu poder germinativo.

Optou-se portanto, pelo plantio direto nos vasos sem escarificação ou nenhum outro processo mecânico. A semente de Tatajuba, devido ao seu tamanho (2 cm em média), foi semeada em qualquer posição, preferencialmente na horizontal.

Embora a literatura cite a necessidade se de preparar sementeiras, para proporcionar a germinação, neste trabalho não foi utilizada essa prática, sendo as sementes colocadas diretamente nos vasos plásticos.

Em relação as sementes do Taxi-Branco, estas por sua vez, foram selecionadas e em seguida, foram levadas para o choque térmico, no aparelho GFL, e ficando dentro de um Erleymer à 90° C, em 3 minutos.

As sementes do Taxi-Branco, foram colocadas para germinar de forma direta nos vasos de plástico, variando com relação a profundidade. Observando sempre a posição dos pólos lançadores da radícula, voltados para baixo, para permitir o escoamento do excesso de água, que era adicionada em regas diárias de 100 ml de água destilada.

Nas duas leguminosas trabalhadas, procedeu-se desta forma. Quanto à Tatajuba, devido ao seu pequeno tamanho, foi semeada em qualquer posição, preferencialmente na horizontal.

Os cortes foram feitos e o material foi separado por espécie vegetal e acondicionados em pequenos sacos de papel, devidamente etiquetados e levados para o laboratório, sendo posteriormente pesados em balança analítica.

A metodologia utilizada, trouxe subsídios para comprovar a hipótese do autor, em relação a capacidade dessas espécies florestais, sobreviverem em condições totalmente inadequadas para plantios comuns, em se tratando de espécies já conhecidas pelo sucesso em outros tipos de cultivo em solo degradado.

A forma de avaliação, baseou-se na tentativa de comprovar o potencial produtivo, em termos de fitomassa adquirida e a rusticidade das plantas, em relação à forte compactação sofrida pelo substrato

altamente argiloso, onde a saída foi uma intervenção nos vasos, para restabelecer a aeração necessária, utilizando somente uma pequenina colher de jardineiro (surgiu no 4º mês).

No final de oito meses, procedeu-se a coleta dos seguintes dados : Altura das plantas, Biomassa seca aérea e subterrânea das plantas.

O passo seguinte, foi conduzir o material para a estufa, com circulação forçada de ar, em temperatura constante, de 70°C, até o material em seu interior, atingir peso constante, durante 5 dias até a nova pesagem (peso seco).

Quanto a parte subterrânea, esse material foi submetido a uma lavagem com água fria, para remover a maior parte do material argiloso mais grosseiro, que ficou agregado às raízes.

Torna-se importante ressaltar que, é necessária uma grande cautela ao tentar-se comparar dados provenientes de estudos diferentes, já que há uma grande variabilidade nos métodos experimentais, utilizados por cada autor.

Para eliminarmos essa variabilidade, optou-se pelo delineamento em blocos casualizados, aliatorizando os vasos de tal forma, que não houvesse qualquer possibilidade de favorecimento de nenhum tratamento.

3. 2. 3 delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento experimental com Blocos ao Acaso, com 8 tratamentos já citados, 3 espécies florestais (Taxi, Tatajuba e Paricá) e 3 repetições, agrupando 24 plantas por bancada (blocos) e bem aleatorizadas, perfazendo um total de 72 vasos, de acordo com a descrição a seguir:

Descrição das variáveis e fatores do modelo.

Fatores	# níveis	Níveis
Espécies	3	Paricá; Taxi; Tatajuba
Blocos	9	1(paric); 2(paric); 3(paric). 1(tax); 2(tax) 3(tax). 1(Tataj.); 2(Tataj.) 3(Tataj.).
Tratamentos (elem. Faltante)	8	Compl.; -cal.; -enx. -fósf.; -mag.; -nitro. -potás.; -micronutr.
Variáv. Dependente		Parte aérea; Parte subterr. Razão p.aér./ sub.
Nº. de Obs. lidas	72	-
Nº. de Obs. Utiliz .	72	-

Realizou-se em seguida, uma análise de variância (em anexo), conjunta para os dados de peso seco das espécies e resultados obtidos. O Teste Tukey, para comparação de médias, foi aplicado para esses parâmetros dentro de cada espécie, após a pesagem seca do material.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITO DOS TRATAMENTOS NAS PLANTAS

A avaliação dos efeitos da aplicação de nutrientes, de forma individual, foram feitos em relação ao tratamento Completo, ou testemunha. Em relação ao peso da biomassa seca, obtida da parte aérea, esta foi maior do que a quantidade de raízes produzidas. Demonstrando que as plantas, procuram formas de adaptação ao ambiente.

Ainda em relação as três espécies, observou-se que as espécies testadas, procuraram reagir desses impedimentos de crescimento, através de uma busca incessante de equilíbrio, verificado pela necessidade que tiveram de criar seu próprio poder tampão, melhorando a proporcionalidade entre um macronutriente e micronutriente.

Este fato não retrata o real estado de saúde do vegetal, ocultando um sistema radicular frágil em relação a uma parte aérea, e esta, com um número relativamente grande de folhas e folíolos, como forma clara de compensação de oxigênio para os tecidos. Esta mesma observação, estava nitidamente refletida no Paricá e Taxi-branco.

A metodologia utilizada, trouxe subsídios para comprovar a hipótese do autor, em relação a capacidade dessas espécies florestais, sobreviverem em condições totalmente inadequadas para plantios comuns, em se tratando de espécies já conhecidas pelo seu sucesso, em outros tipos de cultivo em solos degradados.

4.1.1 crescimento em altura da planta

Tomados como medida de produção na parte aérea, o crescimento em altura da parte aérea das plantas-testemunha, revelou-se específicos para cada espécie. Acrescem a esta característica, o forte fluxo de crescimento, após a descompactação, trazendo uma reação desencadeadora entre as espécies do teste e entre os diversos tratamentos.

A primeira reação identificável das plantas dos tratamentos, consistiu em seus crescimentos em altura. O Paricá e Taxi, foram semelhantes e a Tatajuba foi menor a partir do 4º mês, conforme mostra o Quadro 3. O crescimento acentuado, iniciou-se nas duas semanas após a descompactação e também no 6º e 8º mês, do período vegetativo.

No final do quarto período de avaliação, os resultados demonstraram que as espécies Taxi e o Paricá, reagiram bem à prática de descompactação, como uma medida emergencial.

Como resultado, as plantas apresentaram um crescimento nessa fase bem considerável o que já era esperado, uma vez que o adensamento estava tomando crítico, o nível de oxigênio e micronutrientes no solo dos vasos, limitando cada vez mais o espaço explorado pelas raízes. Esse resultado, nos indica que o crescimento do Taxi-Branco e Paricá, na parte aérea dos tratamentos com omissão de -S e -K, teve bom resultado (Quadro 3), independente da ausência desses dois elementos citados.

O crescimento em altura das plantas, observado no quarto mês do período de avaliação, dobrou nas espécies Paricá e Taxi, enquanto que a Tatajuba, houve pouca resposta nos três blocos do experimento. Nos tratamentos de maior produtividade, como - K, - S e - N. Com exceção da Tatajuba, que praticamente não apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$), nesses tratamentos citados.

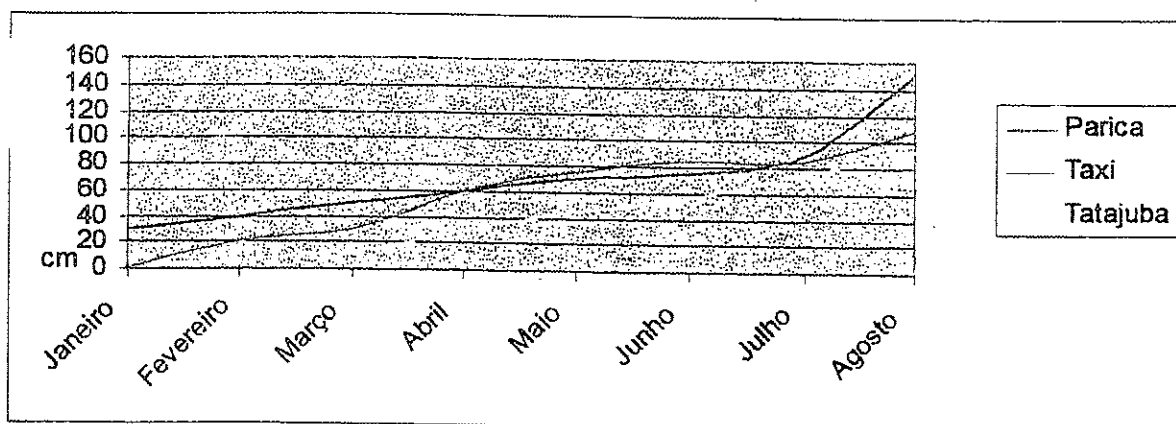


Gráfico 1 crescimento em altura, antes e depois da descompactação (4º mês)

As espécies, Taxi-Branco e Paricá, mantiveram o mesmo ritmo de crescimento, desde o primeiro período de avaliação e a espécie Tatajuba, teve o seu ritmo de crescimento e desenvolvimento melhorado, em relação ao período de observação, antes da descompactação. Fato esse relacionado com a pouca influência trazida por essa mudança da condição do substrato.

Ainda em relação ao crescimento, ficou evidente que a Tatajuba praticamente não obteve uma média esperada, portanto passível de se tentar obedecer a uma outra metodologia que não seja a do plantio direto, uma vez que esta, prejudicou e limitou o crescimento dessa espécie, em relação as outras duas.

É possível que o suprimento adicional de nutrientes, fornecido por essa solução nutritiva, não tenha permitido um crescimento desejável, como se esperava para essa espécie e também encontrado por YARED (1988). Com isso, a Tatajuba apresentou um comportamento muito diferente em relação as demais, como por exemplo, extrema resistência a compactação e produção de matéria seca principalmente na parte aérea.

4.1.2 produção e distribuição de matéria seca da parte aérea

A produção de matéria seca da parte aérea, foi comprometida com a omissão de cada um dos macronutrientes, com destaque para o Ca, P e S, seguidos de K e Mg (quadro 4). Observa-se que a omissão de nitrogênio, promoveu queda de produção em todos os tratamentos estudados, resultado que concorda com os obtidos por DIAS (1984).

As menores produções de matéria seca, foram observadas no tratamento com omissão de fósforo. O tratamento -P, diminuiu a produção nas três espécies, diferenciando-se do tratamento Testemunha. Esta resposta ao fósforo, deve-se principalmente à pouca presença deste nutriente, originariamente falando, neste tipo de solo estudado.

No tratamento onde -K, fez-se notar, levou ao enfraquecimento visível do sistema radicular na Tatajuba, onde não atingiu o crescimento ou mesmo, o peso de matéria seca esperado.

Quando o cálcio foi omitido, ocorreu a diminuição da produção apenas no Paricá e Tatajuba, possivelmente em razão da baixa relação cálcio/magnésio neste tratamento, conforme demonstrado pela análise do solo (Quadro 1).

Nota-se também, que a omissão de micronutrientes, determinou um decréscimo no peso da matéria seca na parte aérea do Paricá e na Tatajuba, demonstrando serem mais sensíveis, à ausência desse elemento do que o Taxi-Branco.

Em relação à produção de matéria seca da parte aérea (Quadro 7), embora não se observassem diferenças significativas à nível de 5 %, entre os blocos com a mesma espécie, o maior valor total foi apresentado pelo Taxi-Branco, seguido do Paricá e por último a Tatajuba.

Entre os maiores valores em termos de produção de matéria seca na parte aérea, foi encontrados no Taxi-Branco e o Paricá, demonstrados nos tratamentos -K, -Mg, -S e Completo. Na Tatajuba, os tratamentos -N, -K e -Mg, foram os que mais se aproximaram do tratamento Completo.



Quadro 4 três tratamentos deTatajuba com 120 dias, medindo 14,5cm; revelando Grande produção de fôlhas, para compensar a baixa aeração do sistema radicular

Foi observada resposta no enxofre, apenas no tratamento -P, isto é, houve decréscimo na produção de matéria seca, nas três espécies, quando esse nutriente foi omitido. Verificou-se também que no tratamento -Ca, só obteve resposta no Taxi-Branco, as demais espécies não tiveram crescimento satisfatório. Fato esse, provavelmente atribuído a uma maior necessidade do elemento Cálcio, nessa fase de maior crescimento e exigência nutricional.

As menores produções de matéria seca, foram observadas no tratamento com omissão de fósforo, em todos os solos, comparando-se à testemunha. Essa forte resposta ao fósforo, já era esperada, pois sabe-se que os solos amazônicos são extremamente deficientes nesse nutriente (EPSTEIN,1972).

Observa-se que na espécie Tatajuba, todos os tratamentos com omissão de -K, -N, -Micronutrientes e -S, se comportaram estatisticamente semelhantes, porém, com produções de matéria seca menores em relação à testemunha.

A produção de matéria seca total, de todas as espécies aos 240 dias após o plantio, teve uma influência significativa, pelos tratamentos de nutrientes aplicados nos vasos. Sendo os maiores valores encontrados no Taxi-Branco, seguidos do Paricá e da Tatajuba, conforme mostra BRIENZA (1994), em alguns resultados semelhantes com essas espécies.

Entre os fatores que influenciaram na produtividade desses cultivos, no que se refere ao crescimento, temos o Paricá, que apontamos como a de maior crescimento dentre as três espécies.

A espécie Tatajuba, se destacou das demais, respondendo de forma imperceptível ao incremento de nutrição testado, ou seja, no seu lento desenvolvimento, não significou dizer que o tratamento nutricional, não surtiu efeito desejado.

Além do que existe uma relação, sistema radicular e parte aérea, normalmente muito forte em um ambiente de baixa fertilidade, podendo ser considerada também, uma estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes naquela condição (CLARCKSON, 1985).

4.1.3 matéria seca da parte aérea

De forma semelhante, à produção de matéria seca total, a distribuição de matéria seca da parte aérea das três espécies, foi maior no Taxi, seguida do Paricá e Tatajuba, como pode ser visto no Quadro 7. No tratamento -K, indicou que a omissão desse elemento, não afetou em seu desenvolvimento.

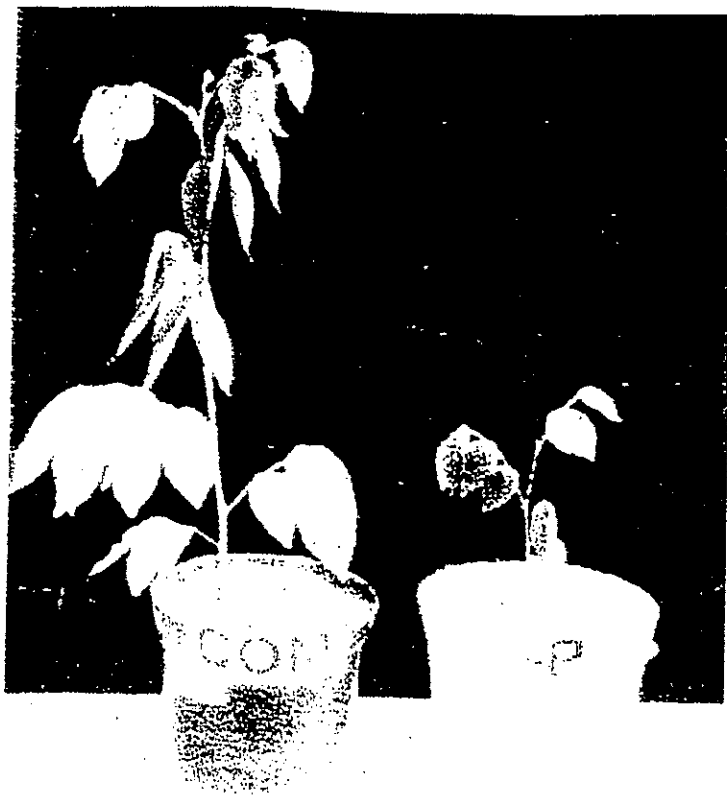
Com relação aos tratamentos relativos ao Paricá, observa-se que, com exceção dos tratamentos - P e -Ca, não houve queda de produção dos demais tratamentos com essa espécie.

Na Tatajuba, os tratamentos -Ca e -S, foram os que mostraram os menores valores de produção. Em relação ao tratamento -P, a Tatajuba praticamente não cresceu, apenas observou-se um acréscimo bastante significativo no tratamento -K, que praticamente não diferiu do Completo.

No Taxi-Branco, onde o tratamento com o fósforo foi omitido, este apresentou as mais baixas produções em relação às outras espécies e tratamentos.

Na Tatajuba, os tratamentos -Ca e -S, foram os que mostraram os menores valores de matéria seca, já no tratamento -P, a Tatajuba praticamente não cresceu, apenas observou-se um acréscimo bastante significativo no tratamento -K, que praticamente não diferiu do Tratamento Completo.

A produção de biomassa seca da Tatajuba, guarda alguma relação com o comportamento do Paricá, que teve sua produção de biomassa seca da parte aérea, também aumentada, durante seu período de crescimento.

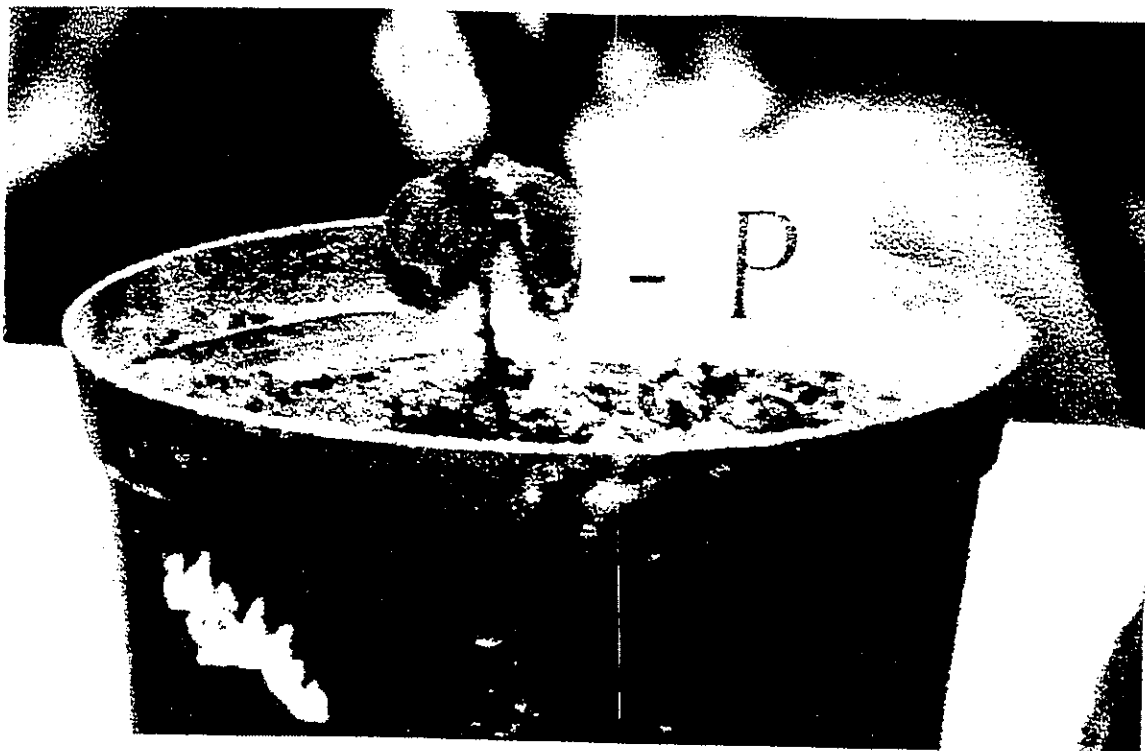


Quadro 5 Comparação entre os tamanhos dos tratamentos -P e o tratamento Completo

Entretanto, a produção de biomassa verde do Paricá, principalmente folhas e ramos diminuíram com a idade e dificuldades de penetração no solo. Tal comportamento, praticamente não se observou na Tatajuba.

Outro aspecto no Paricá, foi quanto as folhas e folíolos, pois eles fechavam-se constantemente, ao menor sinal de queda de umidade no ambiente da casa de vegetação e seguidos por um rápido amarelecimento e queda das mesmas, durante o período experimental.

Nos quadros 6 e 7, observa-se que houve baixo crescimento das plantas que não receberam nitrogênio, magnésio e fósforo, em comparação com as do tratamento completo, ou com as plantas que não receberam cálcio ou enxofre. O potássio, foi o quarto elemento mineral em ordem de importância nutricional e as mudas de Tatajuba, tiveram sensível redução no crescimento com a omissão de N, S e K.



Quadro 6 O tratamento – P, praticamente não desenvolveu, demonstrando a deficiência desse elemento na Tatajuba, que é extremamente limitante de crescimento

Nas espécies Taxi-Branco e Paricá, verificou-se que o maior peso em gramas, foi obtido pelos tratamentos com omissão de potássio do cálcio e do enxôfre, comportamentos iguais ao proporcionado pelo tratamento Completo.

Efeito semelhante ao do tratamento completo no Taxi-Branco, também foi observado no tratamento com ausência de enxofre e potássio no Paricá.

Na Tatajuba, não foi encontrado diferenças significativas nos tratamentos em que foi aplicado o potássio, magnésio, micronutriente e o cálcio (Quadro 6), ocasionando uma estabilização do crescimento da parte aérea, considerado de certa forma desejável. Com isso, a planta preveniu-se contra a perda de água e anóxia, causada pelo adensamento do solo (BAENA & DUTRA, 1982).

Este valor relativamente baixo de fitomassa produzida pelas espécies estudadas no experimento, foi sem dúvida, o resultado do aproveitamento intenso da reservas armazenadas de energia, em forma de amido, aliado às condições edáficas desfavoráveis.

As pesquisas feitas por DIAS 1984; BARTH 1989 e BARBOSA 1992, comprovam ser possível alcançar num período de 8 meses, o dobro de produção de fitomassa, desde que haja condições edáficas mais propícias.

Apesar de apresentar índices praticamente iguais, de acúmulo de biomassa seca, a espécie Taxi-Branco, teve uma fitomassa equivalente ao dobro da espécie Paricá. As concentrações de biomassa da espécie referida, sobretudo na parte subterrânea, foram praticamente equivalentes ao dobro da primeira espécie.

Apenas as concentrações de -micro, -N e Ca, foram superiores na espécie Tatajuba do que no Paricá. Uma possível explicação para maior produção de fitomassa na espécie Tatajuba, está no melhor balanço de nutrientes e uma estratégia distinta de reação, em solos de baixa fertilidade (CLARCK SON, 1984).

Não é simples a apreciação do papel de uma espécie amazônica, no contexto de uma infindável opção de utilização de espécies florestais, no tocante à produção de fitomassa.

A ocorrência de uma espécie com alta produção de fitomassa, como as escolhidas nesse experimento, permite inferir algumas características comuns entre elas, onde as mesmas, apresentam uma idade média de crescimento, da fase juvenil muito próximas, possibilitando assim, uma comparação entre a fitomassa de cada espécie, reunidas numa mesma concordância de ambiente e de tempo imposto no teste (CLARKSON, 1984).

Espécies com alto índice de massa individual numa determinada idade, são apropriadas para a utilização em áreas degradadas, capazes de promoverem um crescimento rápido e por exigirem menos espaço do que espécies produtoras de pouca matéria seca (CAIN & PIRES, 1956).

Conforme se esperava, os valores em gramas do elemento P, nos tratamentos estudados, constituíram o extremo inferior das medidas obtidas e os teores de K e Mg, ficaram nos limites superiores indicados por DIAS (1992), cujos os dados, foram coletados em sítios degradados, no município de Porto Trombetas no Pará.

Esta comparação, também confirma indiretamente o quadro resultante do acúmulo de nutrientes, segundo o qual no experimento praticado na casa de vegetação da EMBRAPA-PA, os principais elementos inibidores, foram os tratamentos com omissão de P e Ca e possivelmente, também os micronutrientes.

Por outro lado, também se evidenciam as dificuldades, que limitam a comparação dos dados sobre nutrientes, obtidos numa pesquisa como essa e os disponíveis na literatura.

Foi possível constatar correlações entre o crescimento das espécies vegetais e as concentrações iniciais de alguns nutrientes. O crescimento revelou um forte grau de dependência dos nutrientes, em relação as compactações do substrato estudado nos vasos do experimento.

Resultados semelhantes, foram obtidos igualmente por PEREIRA (1986) e SIMÕES (1973). Os autores citados também encontraram, além disso, um sentido na relação C/N no material decomposto.

Ao passo que SILVA (1993) e LOPES (1988), em alguns experimentos semelhantes, constataram um efeito bem mais forte entre a relação Ca/N e a decomposição. Foram mais fracas as correlações entre o crescimento e o peso da matéria seca e teores de P e Mg.

Em seus experimentos, CARVALHO et al. (1979), chegaram a resultados interessantes e divergentes dos dados acima apresentados. Eles constataram que, para uma ampla relação de C/N, num material vegetal adicionado, a consequencia não consiste apenas numa redução do N absorvido, mas também na diminuição do P absorvido pelas plantas- teste.

No tocante as espécies, YARED (1983), alguns dados são contraditórios, num ensaio experimental de campo em Belterra-Pará, não se obteve incremento algum, após a adição de nutrientes, ao passo que BRIENZA (1994), relata um nítido estímulo de crescimento, propiciado por aplicações de nitrogênio, fósforo e cálcio em experimentos de vasos.

Análise de Variância Conjunta de Peso Seco na Parte Aérea das 3 espécies

Teste "Tukey" para a variável parte aérea.

g.l = 42 ; qme = 6.1060 ; alfa = 0.05

* Médias ligadas com uma mesma letra , não são significativamente diferentes.

Elem. Falt.	n	p.aérea	grupo
Completo	9	17.53	a
Potássio	9	17.25	a
Enxofre	9	15.92	ab
Nitrogênio	9	14.44	ab
Magnésio	9	13.28	bc
Micronutriente	9	12.45	bc
Cálcio	9	9.74	c
Fósforo	9	5.18	d

Quadro 7

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : PARTE AÉREA				
FV	GL	SQ	QM	F
Espécie	2	184.12	92.06	15.07
Blc (especie)	6	180.08	30.01	4.915
Falt	7	188.23	155.46	25.46
esp.falt.	14	231.42	16.53	2.707
Residuo	42	256.45	6.10	
Total	71	1.940.32		
Média :		13.22		
Raiz Quad. QM. res. :		2.47		
Coef. Variação :		18.67		

Quadro 8

Em vista dos resultados obtidos, notou-se de maneira geral, que nos tratamentos com omissão de nitrogênio, não diferiram muito da Testemunha. Houve redução nas quantidades absorvidas em todos os tratamentos estudados.

Observa-se que os tratamentos com omissão de potássio e enxofre, ambos apresentaram as maiores quantidades de matéria seca acumulada, conforme se verifica nas espécies Taxi-Branco e Paricá, demonstrando que os tratamentos foram estatisticamente iguais, ao tratamento completo.

O Taxi-Branco foi o mais atingido pela omissão do cálcio, registrando-se os valores maiores, de todos os tratamentos do Taxi-Branco estudados.

Na espécie Tatajuba, os maiores acúmulos de matéria seca, obtidos em peso e gramas, ocorreram no tratamento com ausência de magnésio, potássio e nitrogênio, este praticamente não diferindo do tratamento Completo. Nota-se que a ausência de fósforo, induz uma diminuição no tratamento com omissão de cálcio também na Tatajuba.

Em relação aos tratamentos com omissão de magnésio, nas diferentes plantas, observa-se no Quadro 7, que magnésio não foi um nutriente que aparentemente inibiu o crescimento das espécies

avaliadas. Nota-se também que o maior acúmulo de matéria seca, se deu nos tratamentos com omissão de potássio, demonstrando que esse elemento não é tão essencial assim (YARED & CONCEIÇÃO, 1988).

Em relação ao tratamento com omissão de enxofre, os maiores acúmulos, segundo o Quadro 8, foram para os tratamentos que omitiram potássio e o magnésio, resultado que se aproximou muito do Tratamento Completo.

Verifica-se que a omissão de enxofre, provocou sensível redução de crescimento na Tatajuba, demonstrando claramente o que a ausência desse nutriente pode acarretar, tornando crítico para a manutenção do crescimento nessa planta.

Os tratamentos com omissão de nitrogênio e do Completo, apresentaram um acúmulo significativo de matéria seca, na parte aérea da espécie Taxi-Branco. O que em linhas gerais, concorda com o verificado também por FORNARI (1990).

Quanto ao fósforo, nota-se que sua concentração no tratamento em que o mesmo foi omitido, mostrou na espécie Taxi-Branco, uma concentração menor do que as concentrações observadas.

Os tratamentos onde o - N se destacou em termos de acúmulo de biomassa seca, foi evidentemente diferente entre as espécies. A Tatajuba teve nessa proporção, o menor acúmulo em relação as três espécies.

O Quadro 8, apresenta as concentrações em peso em gramas do potássio, em função dos tratamentos com teores muito semelhantes a estes, que estão sendo referidos por CARVALHO (1983).

As concentrações das plantas sob o tratamento com omissão de nitrogênio, de fósforo e magnésio e de enxofre, não diferiram dos tratamentos Completo e os do tratamento com omissão de potássio, mostraram-se bem semelhantes.

Na literatura, a maior parte dos trabalhos indica concentrações médias de cálcio na matéria seca da parte aérea. O trabalho de BRAGA (1983), apresenta concentrações particularmente semelhantes às obtidas pelo presente estudo em Paricá.

A omissão de micronutrientes reduziu o peso da matéria seca na matéria seca, enquanto que as omissões de enxofre e potássio o elevaram, em relação ao tratamento completo. Os resultados desse trabalho, revelam que o conteúdo normal de magnésio na biomassa seca, medida no Paricá até aquela idade, teve resultados semelhantes relatados por YARED et al. (1988).

BRIENZA (1994), verificaram que a omissão de potássio aumentou o peso da matéria seca, nos tratamentos com ausência de nitrogênio na Tatajuba.

A omissão de nitrogênio, além de limitar o desenvolvimento das plantas e diâmetro do caule, provocou clorose nas folhas; a omissão de P, limitou também o crescimento e diâmetro do caule e provocou atrofia e morte das folhas e ramos.

A omissão de Ca, afetou também na absorção de N, demonstrado pelo intenso amarelecimento, em todas as folhas e folíolos

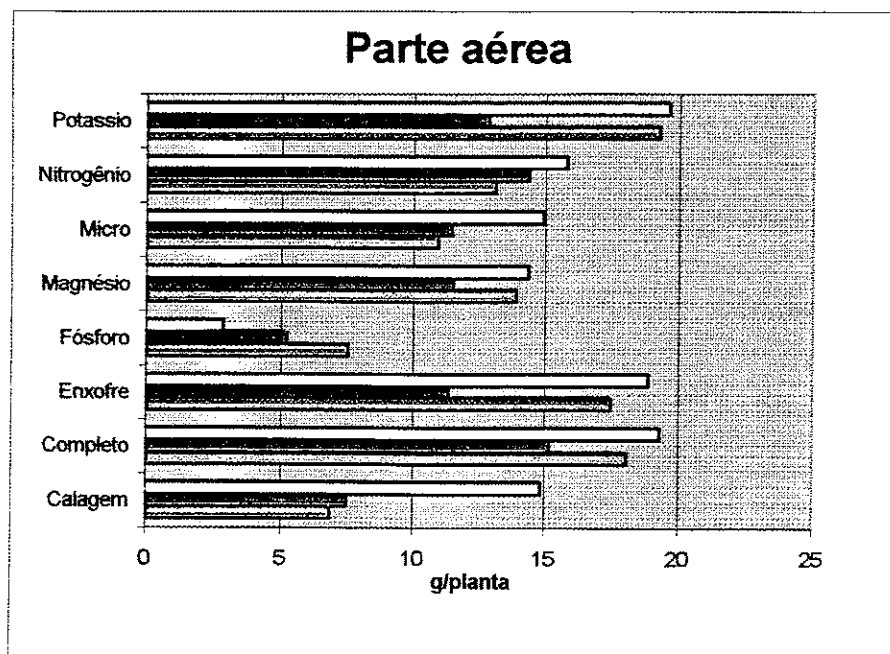


Gráfico 2 - Peso da parte aérea (g) sob a omissão de nutrientes

4.2 OBSERVAÇÕES FEITAS NO SISTEMA RADICULAR DA PLANTA

Constatou-se nas raízes do Taxi-Branco, com relação ao tratamento -Ca, que as mesmas encontravam-se fortemente degeneradas, engrossadas e com pouca ramificação. Sem dúvida, que o fator densidade do solo, mais uma vez limitou o desenvolvimento normal do sistema radicular. Essa constatação da influência degenerativa, sobre o funcionamento das raízes, segundo BRISCOE (1983), revela que determinadas espécies nativas, são capazes de desenvolver habilidades adaptativas, formando um eficiente sistema radicular, geneticamente condicionado à buscar nutrientes, ar e água, em profundidades cada vez maiores e trazê-los para à superfície (KAGEYAMA, 1989).

Nos tratamentos que continham as demais espécies de Paricá, considerada a de melhor desenvolvimento, constatou-se um avanço no alongamento das raízes secundárias, após a descompactação feita primeiramente nas camadas superficiais, com solo ligeiramente umedecido, até chegar nas camadas mais profundas dos vasos.

Os tratamentos com omissão de enxofre e de potássio, em relação ao tratamento Completo (Quadro 9), explica o desenvolvimento após esse trato cultural necessário, considerado como de vital importância para a sobrevivência do experimento.

Quanto ao tratamento -P, verificou-se tanto para a parte aérea, como subterrânea, os piores desenvolvimentos obtidos, respectivamente no Taxi-Branco e Tatajuba e por último o Paricá.

Essas observações reforçam a proposição de PRIMAVESI (1969), que indicou que a presença de óxido amorfo de alumínio e ferro e argila cristalizada (basicamente todo o conteúdo dos vasos do experimento), tem alto poder fixativo.

Explica-se dessa forma, pela dificuldade que essas plantas, principalmente o Taxi-Branco, teve em desmobilizar o fósforo, retido nas ligações de ferro e alumínio. A observação foi verificada pelos sintomas de pouco ou nenhum crescimento em relação as outras duas espécies que obtiveram melhor resposta.

Acredita-se que o Taxi, apresentou maior dificuldade em desenvolver, pelo fato dessa espécie, ter uma taxa maior de transpiração, além de proporcionar déficit hídricos sucessivos e carência aguda de aeração no sistema radicular, o que acabou limitando totalmente o crescimento da planta. Os mesmos sintomas, foram descritos por DIAS et al (1992), em experimentos semelhantes em Pôrto Trombetas - PARÁ.

Em relação ao tratamento -S, verificou-se na parte subterrânea, que os valores em peso de matéria seca desse elemento na espécie Tatajuba, ficaram mais próximos do tratamento Completo.

Quanto à produção de matéria seca na raiz, o maior valor foi apresentado pelo Paricá, este por sua vez, mostrou valores de produção em gramas, próximo da Tatajuba, em vários tratamentos como no Completo, - Mg, - S, - Calagem e -P.

Verifica-se que, com a omissão de potássio, de cálcio e de magnésio, houve uma pequena queda de produção, pois em nenhum dos tratamentos estudados, chegou a diferir do tratamento Completo.

4.3 MATÉRIA SECA DO SISTEMA RADICULAR

Os dados relativos à produção média e matéria seca das espécies pelo Teste Tukey, à 5% de probabilidade, são apresentados à seguir.

Análise de variância conjunta para dados de Peso Seco das três Espécies .

Teste “Tukey” para a variável : “razão parte aérea /subterrânea”

g.l (graus de liberdade) = 42 ; qme (quadrado médio) = 0.982 ; alfa = 0.05

As médias ligadas com uma mesma letra, não são significativamente diferentes.

Elementos Faltantes N RAZÃO AÉREA/SUBTERRÂNEA. Grupo

Fósforo	9	2.95	a
Nitrogênio	9	1.84	a
Calagem	9	1.56	a b
Magnésio	9	1.55	a b
Potássio	9	1.32	b
Completo	9	1.23	b
Micronutriente	9	1.19	b
Enxofre	9	1.159	b

Quadro 9

Quadro de Análise de Variância

Variável Dependente : Parte Subterrânea (Sistema radicular)

FV	GL	SQ	QM	Valor F	
Espécie	2	119.72	59.86	10.52	0.000
b1c(espécie)	6	211.61	35.26	6.20	0.000
Falt.	7	1.038.67	148.38	26.92	0.000
Espécie falt.	14	279.61	19.97	3.51	0.001
Resíduo	42	238.84	5.68		
Total	71	1.888.46			

Quadro 10

Quando o nutriente enxofre foi omitido da solução, houve uma queda na produção das raízes, apenas na Tatajuba, pois os outros comportaram-se estatisticamente de maneira semelhante ao tratamento completo. Nota-se que a omissão de nitrogênio e do fósforo, promoveu um baixo peso de raízes no Taxi-Branco, comparando-se à testemunha.

A produção de matéria seca na raiz, teve o maior valor apresentado pelo Paricá, este por sua vez, mostrou valores de produção em gramas, próximo da Tatajuba no tratamento -N e -K.

Para as espécies, Tatajuba e Paricá, a produção de material seco do sistema radicular, não diferiram significativamente, indicando que tais espécies não seriam tão exigentes, quanto as melhores condições de fertilidade no solo.

Este comportamento da plantas de Taxi-Branco, a ausência do fósforo, não era esperado, uma vez que a sua ausência conduz à paralisação do crescimento do sistema radicular, mediante a inibição da divisão celular (LAL, 1987).

A possibilidade de utilização do P absorvido, durante a fase inicial, provavelmente foi maior, devido a mobilidade do nutriente e o solo ainda estar bem arejado.

Na medida que começou ocorrer a falta de oxigênio e micronutrientes, o P limitou de forma severa o crescimento do Taxi-Branco, conforme demonstra o Quadro 9.

Para todos os tratamentos, observou-se o decréscimo na produção de matéria seca, comparativamente ao tratamento completo. O menor decréscimo verificado no tratamento -P, reflete as baixas produções de matéria seca na parte subterrânea.

O suprimento inicial de P, parece ter proporcionado um acúmulo do nutriente nas espécies Paricá e Tatajuba, pois não se observou diferenças significativas, entre essas duas espécies. Entretanto, o tratamento entre o -P e o testemunha, foi detectada uma grande diferença.

Observa-se que com a omissão de potássio e do enxofre, não teve queda acentuada de produção para as três, pois estes tratamentos não diferiram do tratamento completo, em nenhuma das plantas estudadas.

Foi observado um decréscimo no desenvolvimento do Paricá, quando o cálcio, fósforo, nitrogênio e magnésio foram omitidos. No entanto, a omissão de potássio e enxofre não afetaram o sistema radicular, dessa espécie.

Verificou-se que o tratamento -Micro, afetou mais o Paricá, provavelmente pela pouca mobilização de nutrientes, num ambiente de redução mais acentuado, como se pode perceber pela deficiência de uma boa drenagem.

Quanto ao tratamento -S, houve resposta semelhante nas três espécies. Este comportamento foi

observado também para o tratamento -K e -Micro. O tratamento sem o nitrogênio, condicionou um acentuado decréscimo de produção total de matéria seca, em todos os vasos estudados. Com a omissão de fósforo, a produção comparou-se à de testemunha, observando as mais baixas de acordo com aqueles observados por MATOS (1993), quando o fósforo foi o nutriente mais limitante em solos do Pará.

Os tratamentos -P e -N, foram aqueles que resultaram em menores produções de matéria seca de raízes. Demonstraram portanto, que a demanda de N é maior nas espécies Taxi-Branco e Paricá, além, do que, existe uma relação estreita entre esses dois nutrientes e síntese de proteínas, com essas duas leguminosas (DIAS, 1992).

Observando as espécies com ausência de Mg, demonstrado no Quadro 10, nota-se não haver grandes diferenças entre a produção de matéria seca, de raízes da espécie Tatajuba e Paricá nesse tratamento.

No entanto, evidencia-se que, devido a mobilidade interna do magnésio, causada pelas primeiras regas e elevações de temperatura, fizeram com que esse nutriente, decrescesse os seus níveis de concentrações na planta.

No que se refere aos tratamentos -S, as três espécies tiveram valores compatíveis, em termos de ganho de peso, destacando-se à proximidade dos valores nesse tratamento.

Quanto à produção de matéria seca na raiz (Quadro 10), o maior valor foi apresentado pelo Paricá, este por sua vez, mostrou valores de produção em gramas, próximo da Tatajuba em vários tratamentos, como no Completo, - Mg, - S, - Ca e - P.

Enquanto a Tatajuba e o Paricá foram as espécies mais rústicas para esse tipo de solo, temos que a distribuição de biomassa seca para o sistema radicular, foi maior na Tatajuba e no Paricá.

Em relação ao tratamento - S, verificou-se na parte subterrânea, que os valores em peso de matéria seca desse elemento na Tatajuba, ficaram mais próximos do tratamento Completo.

4.4 EFEITO DOS MACRO E MICRONUTRIENTES

O fato do Taxi-Branco no tratamento com ausência de Fósforo, ter sido considerado o de menor desenvolvimento, em relação aos demais, não chegou a afetar as expectativas em torno de seu estudo. Pois foi capaz de superar as outras espécies na produção de matéria seca total e também velocidade de crescimento.

Algumas espécies, por sua vez, não responderam mais a partir do período de 240 dias, como o próprio Taxi, no que diz respeito à produção de matéria seca do sistema radicular.

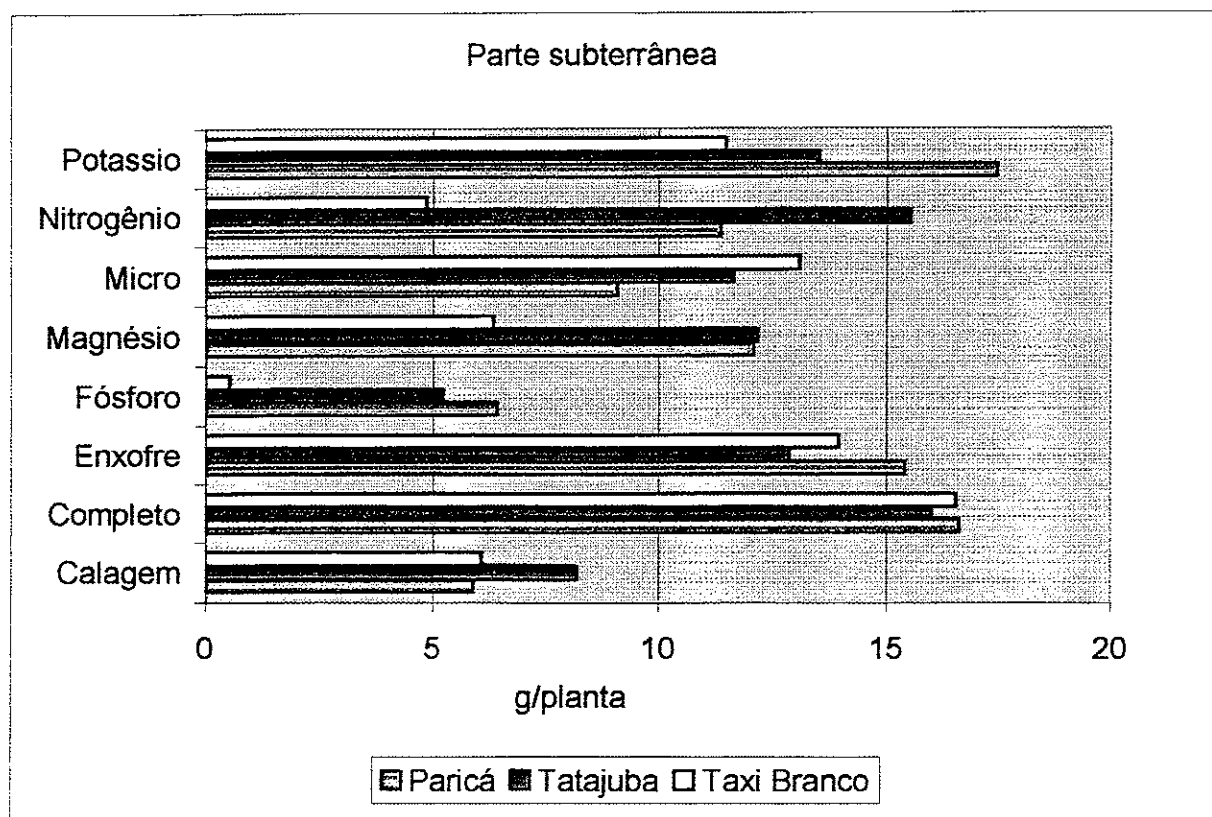


Gráfico 3 Peso da parte subterrânea (g) sob omissão e nutrientes (Belém-Pa,1998)

Os resultados demonstraram níveis diferentes de Potássio e Enxofre, nos tratamentos com ausência do nutriente e o Completo, nas partes aéreas e subterrâneas das plantas estudadas.

Após a análise dos resultados, concluiu-se que todos os tratamentos com omissão de nutrientes, evidentemente afetaram o crescimento das mudas, exceção feita apenas ao tratamento com omissão de enxofre.

No experimento realizado, as espécies reagiram de forma semelhante em relação ao crescimento obtido, baseado pelas respostas, as omissões de certos nutrientes à praticamente todos os tratamentos, diferenciando-se somente no cálcio e no fósforo, quanto ao crescimento e acúmulo de biomassa seca, abaixo do esperado.

Conforme pode ser observado pela análise de variância (ver apêndice), esta indicou um efeito significativo dos tratamentos, verificando que houve uma resposta à aplicação de macro e micronutrientes.

Provavelmente devido ao fato de que as quantidades de micronutrientes, existentes no solo somados com a solução nutritiva, já fossem suficientes para o desenvolvimento das três espécies florestais, até um determinado período de vida do vegetal.

Após essa fase de casa de vegetação, urge a necessidade de interferir sempre que necessário no processo de condução. Através de tratos culturais necessários, como reposição de matéria orgânica e descompactação do solo, quando os trabalhos de recuperação áreas degradadas, forem implantados no campo.

A relação entre os níveis de nutrição e produção de matéria seca, foi positiva e significativa à nível de 5 % entre os tratamentos.

Foi encontrado interação significativa, entre os fatores, crescimento e altura, o que indica que as diversas plantas reagiram de maneira diferente ao tratamento nutricional, em condições de casa de vegetação.

5 CONCLUSÕES

1 - Para os tratamentos -P e -Ca, as espécies que apresentaram a menor produção de matéria seca total, da parte aérea e raízes, foram o Taxi-Branco, Paricá e Tatajuba respectivamente.

2 - Na parte aérea e na parte subterrânea, o Paricá foi menor em produção de matéria seca total do que o Taxi-Branco.

3 - A Tatajuba, sobressaiu-se em relação ao Taxi e o Paricá, em relação a menor expansão do sistema radicular e menor susceptibilidade à seca, confirmando como mais habilitada a resistir um plantio nas condições realizadas.

4 - A produção do sistema radicular da Tatajuba, em meio a essas condições encontradas ao longo do ensaio, foi maior do que o Taxi-Branco.

5 - A produção da matéria seca total, foi pouco influenciada pelos níveis de fertilidade aplicados para as três espécies, sendo o Taxi-Branco, a espécie que respondeu inicialmente ao tratamento nutricional.

6 - O tratamento -P, foi aquele que mais afetou a produção de matéria seca da parte aérea nas espécies testadas, sendo que para os demais tratamentos, o decréscimo de produção manifestou-se na seguinte ordem : -K > -S > -N > -Mg -Micro > -Ca > -P.

7- As espécies, Taxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum*), Paricá (*Schizolobium amazonicum*) e a Tatajuba (*Bagassa guianensis*), mostraram que foram promissoras para recuperar solos de áreas mineradas, sob situações de pouca disponibilidade de água e condições ambientais de baixa disponibilidade de nutrientes.

ABSTRACT :The growth characteristics and adaptability of three Amazonian tree forest species, Taxi-Branco (*Sclerobium paniculatum*, Vogel), Paricá (*Schizolobium amazonicum*, Ducke), and Tatajuba (*Bagassa guianensis*, Aubl.), were studied under controlled greenhouse conditions, in pots with clay soil from mine spoil. The objective was to verify the potential of these species to grow in nutrient poor soils of this nature and to initiate plant regrowth at degraded mine sites, in order to accelerate reforestation and to protect and improve the soils. Throughout the experiments, the three species were planted in 72 pots in a greenhouse. Each of the three species was planted in 24 pots. Each pot received liquid fertilizer at the beginning of the experiment. Selected and treated seeds were used. Throughout eight months of the experiment only simple silvicultural treatments were made, such as removal of shoots (suckers), daily watering, and decompaction of the soil at the surface. The following measurements were made on a monthly basis: The biomass production per pot was determined, as was the spatial distribution of nutrients in the various parts of the plants. It was concluded that the plants did not show the expected growth and biomass production with regard to the nutrients applied. Tatajuba was the species that exhibited the greatest adaptability and biomass production per pot of the three species. Paricá and Taxi-Branco were the species that produced the most biomass, mainly as leaves. Tatajuba overcame better the limitation of the soil, namely direct planting in the clay soil, water stress, and soil compaction, demonstrating its potential for use in poor environments. This project sought and contributed useful and needed technical information on the growth and adaptability of native Pará state trees species, as a subsidy for the recuperation and reforestation of degraded areas at mining sites.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, M. Introdução to soil microbiology, WILEY, New York
- BAENA, R. C, DUTRA, S. Propriedades físicas dos principais solos da Amazônia brasileira em condições naturais. Belém: EMBRAPA CPATU, 1982. p. 1-22 (Boletim de Pesquisa, 33)
- BARBOA, L. M. "Recuperação de áreas degradadas de mata ciliar a partir de sementes" In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas; Conservação da biodiversidade, 2 1992, São Paulo, Anais .. Unipress, 1992. p. 702-705
- BARTH, R. C. "Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil: Viçosa: SIF Brasil" Viçosa: SIF, 1989, p. 1 - 41 (Boletim Técnico, 1).
- BERNHARD - REVERSAT, F. Nutrients in throughfall and their quantitative importance in rain forest mineral cycles. [S. l : s.n.] 1975
- BIDONE, E. D. et al. Projeto de saneamento para a recuperação das baixadas de Belém, Bacia do Una: Estudo de avaliação dos impactos ambientais. Belém : Prefeitura Municipal de Belém, 1987. v.1 157p.
- BRAGA, J. M. Avaliação da fertilidade do solo; ensaios de campo. Viçosa: UFV, 1983. 101p.
- BRIENZA JÚNIOR, S. Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira; Espécies Arbóreas e atributos desejáveis. In: Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais 1. Porto Velho, 1994. Anais...Colombo: EMBRAPA .CNPQ, 1994, vol. 4
- BRISCOE, C. B. Integrated forestry - agriculture livestock land use at Jari Florestal e Agropecuária, In: H Uxley, P. A. (Ed) Plant research and agroforestry, Nairobi: ICRAF, 1983, p. 63-69.
- BUDOWSKI, G. "The distribution between old secondary and climax s in tropical Central American lowland forest. "Tropical Ecology", v.11, p. 44 -51, 1978.
- CAIN, S. A, PIRES, J. M. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. Am. J. Bot. V. 43, p. 911-941, 1956.
- CARPANEZZI, A. A. MARQUES, L. C. T., KANASHIRO, M. Aspectos ecológicos e silviculturais de Taxi-Branco da Terra-firme (*Sclerolobium paniculatum*), Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 1993. 10p (Circular Técnica, 8)
- CARPANEZZI, A. A. et al. "Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas Áreas degradadas: CARVALHO FILHO, A. P, MARQUES, L. C. T. Seleção de espécies promissoras para atividades de reflorestamento em função das características silviculturais. Relatório Técnico de avaliação preliminar. Brasil Florestal, v. 10, 1979.

- CLARKSON, D. T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas e ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO DE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984. Ilhéu
- COSTA, L.G. S. A regeneração natural, Piracicaba: ESALQ / CEF, 1987. 17 p.
- DAUBENMIRE, R. F., Plants and environment; a text book of autoecology. 2.ed Wiley, Nova York, 1959
- DIAS, A. C. Recomposição paisagística de áreas de mineração de bauxita. Escola Superior de Lavras, 1984 (Seminário Regional sobre conservação da Amazônia).
- DIAS, L. E. et al. Formação de mudas de Taxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum*, Voguell) Resposta ao nitrogênio, potássio e enxofre. Revista Árvore v.16, n. 2, p. 135-143, 1992.
- DUBOIS, J. C. L. Secondary forest as a land use resource in frontier zones of Amazônia. In: ANDERSON, A. B. (Ed.) Alternatives to deforestation steps toward sustainable use of the Amazônia rain forest. New York: Colúmbia Univ. Press, 1990. p. 183-194.
- DUBOIS, J. C. L. Sistemas Agroflorestais: chave para o desenvolvimento da Amazônia. In: FOREST 92. Anais ... Rio de Janeiro: REBRAF, 1992, 15p.
- DUCKE, A. As leguminosas da Amazônia Brasileira, Boletim Técnico Inst. Agron. do Norte, n. 18 p.3 – 248, 1949.
- ELLEMBERG, H., MUELLER-DOMBOIS, D., A Key plant life forms with rev. sub-divisions, separata de Ber. Geobot. Inst. ETH, v. 37 p. 73, 1966
- EPSTEIN, E. Mineral nutrition of plants: Principles and perspective. New York: Wiley & Sons, 1972.
- EVANS, FRANCIS. C., “Ecosystem as the basic unit in ecology” Science. v. 123, p. 1127- 1128, 1956.
- FRANCO, A. et al, “Revegetação de solos degradados.” In: Workshop sobre a recuperação de Áreas Degradadas, 1990, Itaguaí, Anais da Universidade Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Ambientais, 1991, p.108 –116
- FREIRE, J. R x. J, VIDOR, C. Fatores limitantes dos solos ácidos na simbiose de Rhizobium e as Leguminosas . In : SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, 1970, Rio de Janeiro. Anais ... Rio de Janeiro, 1971. P. 211-47.
- FORNARI, M. “Recuperar áreas degradadas planejando a reciclagem” Saneamento Ambiental, v. 1, n.7. p.26-29, 1990.
- GOMEZ-POMPA, A. “Possible papel de la vegetación secundaria en la evolucion de la flora tropical “ Biotropica Lawrence v.3 , p.125-135 , 1971.

- IDESP. Reconhecimento dos Recursos Naturais da Região Metropolitana de Belém. Belém: Convênio SEPLAN/CODEM /IDESP, 1980 82p. Anexos.
- IBAMA. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de Revegetação. Brasília, 1990 96 p.
- JESUS, R. M. et al. "Enriquecimento em matas degradadas e em formação de menor potencial. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1982, Campos do Jordão, Anais... Campos do Jordão: SP, Instituto Flores tal, 1982, p. 831-836.
- KAGEYAMA, P. Y. CASTRO, C. F. A. "Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies nativas." IPEF, n. 41/42, p. 83-93, 1989.
- KELLMAN, M. Soil enrichment by neotropical savanna trees. J. Ecol., v. 67, 565 - 577, 1979.
- KNOWLES. O. H, Recomendações sobre a reabilitação da mina à céu aberto da Mineração Rio do Norte. Porto Trombetas [s. n.] 1981
- LAL. R. Surface soil degradation and management strategies for sustained productivity in the tropics. In : INTERNATIONAL BOARD FOR SOIL RESEARCH AND MANAGEMENT (Bangkhen, Tailândia), Proceedings. Bangkhen : [s.n.] 1987.p. 167-177.
- MAGALHÃES, L. M. S. Sistemas de regeneração artificial com essências florestais nativas na Amazônia In: Simpósio Nacional de Ecologia, 2, Belém, 1980. Anais... Belém: Secretaria de Estado de Agricultura, 1980 p.169-184
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- MATOS, A. de O. Ocorrência de nodulação espontânea em leguminosas florestais nativas de capitão Poço. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1984, Belém. Anais. Belém: EMBRAPA- CPATU, 1986. v.1, p. 28.
- MATOS, A de O. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em Taxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) de diferentes idades em Belterra-Pará. Piracicaba Belterra, Pará. Piracicaba : Tese (Doutorado) - ESALQ, 1993. 114p.
- ODUM, EUGENE, P., Fundamentals of Ecology, 2. ed., Filadélfia : W.B.Saunders, 1963. p. 257-270.
- PEREIRA, A . P., COSTA, J. R. S. Comportamento anual e características silviculturais de algumas essências florestais na Região Bragantina. Belém, PRODEPEF, 1977. 72p. (Relatório Técnico não publicado).
- PEREIRA, F. S, KNOWLES, O. H. Recuperação das áreas mineradas pela Mineração Rio do Norte em Porto Trombetas - Pará. Porto Trombetas : IBRAM, 1986 P. 343-358

- POGGIANI, F. “ Utilização de espécies florestais de rápido crescimento na Recuperação de áreas degradadas. “ IPEF, Série Técnica, v. 2, n.4, p.1-26, 1981.
- PRIMAVESI, A. M. Influência da bioestrutura do solo sobre a infiltração evaporação da água [s.l. : s.n.] 1969. p. 253-268
- RIZZINI, C. T., Tratado de Fitogeografia do Brasil. aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo : Ed. da USP, 1979.
- RUIVO, M. L. P. Vegetação e Características do Solo como indicadores de reabilitação de Áreas mineradas na Amazônia Oriental, Viçosa,UFV., 1998 (Tese de Doutorado em solos e nutrição mineral de plantas).
- SANCHEZ, P. A. Properties and management of soils in the Tropics. New York, : J. Wiley, 1976, 618 p.
- SANTOS, S. S.; SILVA, C. S. da; CÂMARA, N.L. Saneamento básico e problemas ambientais na Região Metropolitana de Belém. Rio de Janeiro : IBGE, 1987. 91p. (Relatório Técnico)
- SILVA, F P. Comportamento de procedências de *Acacia mangium* Willd. no Vale do Rio Doce-MG. Viçosa : UFV, 1993 58p. Dissertação (Mestrado) UFV, 1993.
- VIEIRA, L. S. Manual da ciência do solo. São Paulo : Ceres, 1975.
- WHITMORE, T.C. Tropical rain forests of the far East. Oxford:Oxford University Press, 1975. 282p.
- WILLIAMS, Don. D. Sugestões para à implantação de programas de reabilitação de áreas mineradas. Seminário Nacional sobre lavra a céu aberto,1., Belo Horizonte,1989. Anais. Belo Horizonte, [s.n.] 1989..

APÊNDICE

ANÁLISE DE VARIANCA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DAS 3 ESPÉCIES FLORESTAIS AVALIADAS :

Elemento	Parte aérea			Parte subterrânea			Relação parte aérea/ raízes		
	Paricá	Tatajuba	Taxi Branco	Paricá	Tatajuba	Taxi Branco	Paricá	Tatajuba	Taxi Branco
Calagem	6,86	7,51	14,86	5,90	8,21	6,09	1,17	0,90	2,62
Completo	18,10	15,18	19,37	16,63	16,01	16,55	1,08	0,95	1,65
Enxôfre	17,49	11,37	18,90	15,40	12,85	13,93	1,13	0,87	1,46
Fósforo	7,52	5,19	2,84	6,45	5,23	0,53	1,17	1,00	6,70
Magnésio	13,93	11,53	14,38	12,07	12,14	6,37	1,16	0,95	2,54
Micro	10,95	11,33	14,94	9,09	11,63	13,08	1,22	0,98	1,38
Nitrogênio	13,12	14,38	15,83	11,34	15,55	4,86	1,16	0,92	3,45
Potássio	19,27	12,85	19,64	17,47	13,50	11,45	1,10	0,95	1,91

Descrição das variáveis e fatores do modelo :

Fatores	# níveis	níveis
espécies	3	Paricá , Tatajuba e Taxi-Branco
blc(espécie)	9	1 (Paricá) 2 (Paricá) 3 (Paricá) 1 (Tatajuba) 2 (Tatajuba) 3 (Tatajuba) 1 (Taxi) 2 (Taxi) 3 (Taxi).
Elem.faltante	8	Calagem , Completo, Enxôfre, Fósforo Magnésio , Micronutr., Nitrogênio , Potássio.
Variáveis dependentes: aérea, subt ., relação a./ s.		
Número de observações lidas : 72		
Número de observações utilizadas : 72		

QUADRO GERAL DAS MÉDIAS E DESVIO PADRÃO

Elemento	Parte aérea			Parte subterrânea			Relação parte aérea/ raízes		
	Paricá	Tatajuba	Taxi Branco	Paricá	Tatajuba	Taxi Branco	Paricá	Tatajuba	Taxi Branco
Calagem	6,86	7,51	14,86	5,90	8,21	6,09	1,17	0,90	2,62
Completo	18,10	15,13	19,3	16,63	16,01	16,55	1,08	0,95	1,65
Enxôfre	17,49	11,37	18,9	15,41	12,85	13,93	1,13	0,87	1,46
Fósforo	7,53	5,19	2,84	6,45	5,23	0,53	1,17	1,00	6,70
Magnésio	13,93	11,53	14,38	12,07	12,14	6,33	1,16	0,95	2,54
Micro	10,95	11,46	14,94	9,09	11,63	13,06	1,25	0,94	1,38
Nitrogênio	13,12	14,38	15,83	11,34	15,55	4,86	1,16	0,92	3,45
Potássio	19,27	12,85	19,64	17,47	13,50	11,45	1,10	0,95	1,91

Descrição das variáveis e fatores do modelo :

Fatores	# níveis	níveis
espécies	3	Paricá , Tatajuba e Taxi-Branco
blc(espécie)	9	1 (Paricá) 2 (Paricá) 3 (Paricá) 1 (Tatajuba) 2 (Tatajuba) 3 (Tatajuba) 1 (Taxi) 2 (Taxi) 3 (Taxi).
Elem.faltante	8	Calagem , Completo, Enxofre, Fósforo Magnésio , Micronutr. , Nitrogênio , Potássio.
Variáveis dependentes: aérea, subt ., relação a./ s.		
Número de observações lidas : 72		
Número de observações utilizadas : 72		

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA OS DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIES FLORESTAIS :

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : aérea					
Fonte de variação	GL	SQ	QM	Valor F	PR >F
Sequencial					
espécie	2	184.12	92.06	15.077	0.000
blc(espécie)	6	180.08	30.01	4.91	0.001
falt	7	188.23	155.46	25.46	0.000
espécie*falt	14	231.42	16.53	2.706	0.006
Resíduo	42	256.45	6.10		
Total	71	1.940.32			

Média :	13.22
Raiz Quad. QM. res. :	2.47
Coef. Variação	18.67

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Teste "Tukey" para a variável: "aérea."

g.l = 42 qme = 6.1060 alfa = 0.05

médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

espécie	n	aérea	grupo
Taxi-Branco	24	15.09	a
Paricá	24	13.40	a
Tatajuba	24	11.18	b

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DA PARTE AÉREA DAS ESPÉCIES FLORESTAIS.

Teste "Tukey" para a variável: "aérea."

g.l = 42 qme = 6.1060 alfa = 0.05

médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

falt	n	aérea	grupo
Completo	9	17.53	a
Potássio	9	17.25	a
Enxofre	9	15.92	a b
Nitrogênio	9	14.44	a b
Magnésio	9	13.28	b c
Micro	9	12.45	b c
Calagem	9	9.74	c
Fósforo	9	5.18	d

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIES FLORESTAIS.

Quadro de análise de variância

Variável Dependente : parte subterrânea

Fonte de variação	gl	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor F	PR > F
Sequencial					
espécie	2	119.72	59.86	10.52	0.000
blc(espécie)	6	211.67	35.26	6.20	0.000
falt	7	1038.67	148.38	26.09	0.000
espécie*falt	14	279.61	19.97	3.51	0.001
resíduo	42	238.8	5.68		
Total	71	1888.46			

Média :	10.93
Raiz Quad. QM res. :	2.38
Coef. Variação :	21.80

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIES FLORESTAIS.

Teste "Tukey" para a variável: "subt."

gl = 42 qme = 5.6869 alfa = 0.05

medias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

espécie	n	subt	grupo
Tatajuba	24	11.89	a
Paricá	24	11.79	a
Taxi-Branco	24	9.11	b

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIES FLORESTAIS.

Teste "Tukey" para a variável: "subt."
 g.l = 42 qme = 5.6869 alfa = 0.05
 médias ligadas com uma mesma letra não são
 significativamente diferentes.

falt	n	subt	grupo
Completo	9	16.39	a
Potássio	9	14.14	a b
Enxofre	9	14.06	a b
Micro	9	11.77	b c
Nitrogênio	9	10.58	b c
Magnésio	9	10.19	b c
Calagem	9	6.73	d e
Fósforo	9	4.074	e

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIES FLORESTAIS.

Quadro de análise de variância

Variável dependente : Razão A/sub.

Fv	GL	SQ	QM	Valor F	PR > Fseq.
espécie	2	45.16	22.58	22.85	0.000
b/c(espécie)	6	41.83	6.97	7.055	0.000
falt	7	22.31	3.18	3.22	0.008
especie*falt	14	42.51	3.036	3.07	0.002
Resíduo	42	41.50	0.98		
Total	71	193.34			
Média :		1.60			
Raiz Quad. QM res. :		0.99			
Coef. Variação :		61.94			

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIE FLORESTAIS

Teste "Tukey" para a variável: "ras."

g.l = 42 qme = 0.9882 alfa = 0.05

médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

espécie n ras grupo

Taxi-Branco	24	2.71	a
Paricá	24	1.15	b
Tatajuba	24	0.94	b

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA DADOS DE PESO SECO DE ESPÉCIE FLORESTAIS

Teste "Tukey" para a variável: "ras."

g.l = 42 qme = 0.9882 alfa = 0.05

medias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

falt	n	ras	grupo
Fósforo	9	2.95	a
Nitrogênio	9	1.84	a b
Calagem	9	1.56	a b
Magnésio	9	1.55	a b
Potássio	9	1.32	b
Completo	9	1.23	b
Micro	9	1.19	b
Enxofre	9	1.15	b

falt= Potássio						
variável	n	mínimo	máximo	total	media	desv.padrão
aérea	9	11.31	22.78	155.30	17.25	3.77
subt	9	7.55	18.24	127.30	14.14	3.61
R a/s	9	0.88	2.56	11.91	1.32	0.59

COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE P. AÉREA PARA ELEMENTOS FALTANTES (ESPÉCIE)

Teste "Tukey" para a variável: "aérea"

g.l = 42 ; médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

falt.	n	aérea	grupo
----- espécie = Paricá -----			
Potássio	3	19.73	a
Completo	3	18.10	a
Enxôfre	3	17.49	a
Magnésio	3	13.93	a b
Nitrogênio	3	13.12	a b c
Micro	3	10.95	b c
Fósforo	3	7.52	b c
Calagem	3	6.86	c

----- espécie = Tatajuba -----			
Completo	3	15.15	a
Nitrogênio	3	14.38	a
Potássio	3	12.85	a b
Magnésio	3	11.53	a b c
Micro	3	11.46	a b c
Enxofre	3	11.37	a b c
Calagem	3	7.51	b c
Fósforo	3	5.19	c

----- espécie = Taxi-Branco -----			
Potássio	3	19.64	a
Completo	3	19.32	a
Enxofre	3	18.90	a
Nitrogênio	3	15.83	a
Micro	3	14.94	a
Calagem	3	14.86	a
Magnésio	3	14.38	a
Fósforo	3	2.84	b

COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DA PARTE SUBTERRÂNEA PARA ELEMENTOS FALTANTES (ESPÉCIE)

Teste "Tukey" para a variável: "subt"

g.l = 42 ;em uso médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

falt n subt. grupo

----- espécie = Paricá -----			
Potássio	3	17.47	a
Completo	3	16.63	a
Enxofre	3	15.40	a
Magnésio	3	12.07	a b
Nitrogênio	3	11.34	a b
Micro	3	9.09	b
Fósforo	3	6.45	b
Calagem	3	5.90	b

----- espécie = Tatajuba -----			
Completo	3	16.01	a
Nitrogênio	3	15.55	a
Potássio	3	13.50	a b
Enxofre	3	12.85	a b
Magnésio	3	12.14	a b
Micro	3	11.63	a b
Calagem	3	8.21	b c
Fósforo	3	5.23	c

----- espécie = Taxi Branco -----			
Completo	3	16.55	a
Enxofre	3	13.93	a
Micro	3	13.08	a
Potássio	3	11.45	a b
Magnésio	3	6.37	b c
Calagem	3	6.09	b c
Nitrogênio	3	4.89	c
Fósforo	3	0.53	c

COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE REL. AER/SUB PARA ELEMENTOS FALTANTES (ESPECIE).

Teste "Tukey" para a variável: "rasm"

g.l = 42 ; em uso médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

falt	n	rasm	grupo
----- espécie = Paricá -----			
Micro	3	1.22	a
Calagem	3	1.17	a
Fósforo	3	1.17	a
Magnésio	3	1.16	a
Nitrogênio	3	1.16	a
Enxofre	3	1.13	a
Potássio	3	1.10	a
Completo	3	1.08	a

----- espécie = Tatajuba -----			
Fósforo	3	1.00	a
Micro	3	0.98	a
Potássio	3	0.95	a
Completo	3	0.95	a
Magnésio	3	0.95	a
Nitrogênio	3	0.92	a
Calagem	3	0.90	a
Enxofre	3	0.87	a

----- espécie = Taxi branco -----			
Fósforo	3	6.70	a
Nitrogênio	3	3.45	b
Calagem	3	2.62	b
Magnésio	3	2.54	b
Potássio	3	1.91	b
Completo	3	1.65	b
Enxofre	3	1.46	b
Micro	3	1.38	b

COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE P. AÉREA PARA ESPÉCIES (ELEMENTO FALTANTE)

Teste "Tukey" para a variável: "aérea"

g.l = 42 ; médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

espécie n aerea grupo

----- falt = Calagem -----			
Taxi_branco	3	14.86	a
Tatajuba	3	7.51	b
Parica	3	6.86	b

----- falt = Completo -----			
Taxi_branco	3	19.327	a
Paricá	3	18.106	a
Tatajuba	3	15.18	a

----- falt = Enxofre -----			
Taxi-Branco	3	18.90	a
Parica	3	17.49	a
Tatajuba	3	11.37	b

----- falt = Fósforo -----			
Parica	3	7.52	a
Tatajuba	3	5.19	a
Taxi-Branco	3	2.84	a

----- falt = Magnésio -----			
Taxi_branco	3	14.38	a
Parica	3	13.93	a
Tatajuba	3	11.53	a

----- falt = Micro -----

Taxi branco	3	14.94	a
Tatajuba	3	11.46	a
Parica	3	10.95	a

----- falt = Nitrogênio -----

Taxi branco	3	15.83	a
Tatajuba	3	14.33	a
Parica	3	13.12	a

----- falt = Potássio -----

Taxi-Branco	3	19.64	a
Parica	3	19.27	a
Tatajuba	3	12.85	b

COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE P. SUBT. PARA ESPÉCIES (ELEMENTO FALTANTE)

Teste "Tukey" para a variável: "subtm"

g.l = 42 ; em uso em médias ligadas com uma mesma letra não são significativamente diferentes.

espécie n subtm grupo

----- falt = Calagem -----

Tatajuba	3	8.21	a
Taxi branco	3	6.09	a
Parica	3	5.90	a

----- falt = Completo -----

Paricá	3	16.63	a
Taxi branco	3	16.55	a
Tatajuba	3	16.01	a

----- falt = Enxofre -----

Paricá	3	15.40	a
Taxi branco	3	13.93	a
Tatajuba	3	12.85	a

----- falt = Fósforo -----

Paricá	3	6.45	a
Tatajuba	3	5.23	a b
Taxi branco	3	0.53	b

----- falt = Magnésio -----

Tatajuba	3	12.14	a
Parica	3	12.07	a
Taxi branco	3	6.37	b

----- falt = Micro -----

Taxi branco	3	13.08	a
Tatajuba	3	11.63	a
Parica	3	9.09	a

----- falt = Nitrogênio -----

Tatajuba	3	15.55	a
Paricá	3	11.34	a
Taxi branco	3	4.86	b

----- falt = Potássio -----

Paricá	3	17.47	a
Tatajuba	3	13.50	a b
Taxi branco	3	11.45	b

COMPARAÇÃO DE MEDIAS DA RELAÇÃO AER/SUB (rasm), PARA ESPÉCIES
(ELEMENTO FALTANTE)

Teste "Tukey" para a variável: Razão a/s
g.l = 42 ; em uso
medias ligadas com uma mesma letra não são
significativamente diferentes.

espécie n rasm grupo

----- falt = Calagem -----

Taxi-Branco	3	2.65	a
Parica	3	1.17	a
Tatajuba	3	0.90	a

----- falt = Completo -----

Taxi branco	3	1.65	a
Parica	3	1.08	a
Tatajuba	3	0.95	a

----- falt = Enxofre -----

Taxi branco	3	1.46	a
Parica	3	1.13	a
Tatajuba	3	0.87	a

----- falt = Fósforo -----

Taxi branco	3	6.70	a
Parica	3	1.170	b
Tatajuba	3	1.00	b

----- falt = Magnésio -----

Taxi branco	3	2.54	a
Parica	3	1.16	a
Tatajuba	3	0.95	a

----- falt = Micro -----

Taxi branco	3	1.38	a
Parica	3	1.22	a
Tatajuba	3	0.98	a

----- falt = Nitrogênio -----

Taxi branco	3	3.45	a
Parica	3	1.16	b
Tatajuba	3	0.92	b

----- falt = Potássio -----

Taxi branco	3	1.91	a
Paricá	3	1.10	a
Tatajuba	3	0.95	a

```
se (esp=="TB") especie="Taxi_branco";
se (esp=="TT") especie="Tatajuba";
se (esp=="PA") especie="Parica";
```

```
se (trt==1) falt="Completo";
se (trt==2) falt="Magnésio";
se (trt==3) falt="Micro";
se (trt==4) falt="Calagem";
se (trt==5) falt="Enxôfre";
se (trt==6) falt="Potássio";
se (trt==7) falt="Fósforo";
se (trt==8) falt="Nitrogênio";
ras=aérea /subt.
```

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX