

Ministério da Educação
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Agronomia

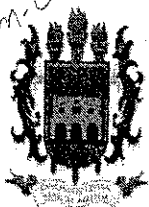
POSSIDÔNIO GUIMARÃES RODRIGUES

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO VEGETAL EM-
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SOB REFLORESTAMENTO COM
PARICÁ EM TAILÂNDIA, PARÁ, BRASIL.**

Não está
no Repositório
1º d

BELÉM/PA
2013

M-28-23496
M-C 50062



Ministério da Educação

Universidade Federal Rural da Amazônia

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Universidade Federal Rural
da Amazônia
BIBLIOTECA

POSSIDÔNIO GUIMARÃES RODRIGUES

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO VEGETAL EM
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SOB REFLORESTAMENTO COM
PARICÁ EM TAILÂNDIA, PARÁ, BRASIL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição de Plantas, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Dra. Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo.



Dissertação
583.94098125
R686
Ex:01

**BELÉM/PA
2013**

POSSIDÔNIO GUIMARÃES RODRIGUES

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO VEGETAL EM
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO SOB REFLORESTAMENTO COM
PARICÁ EM TAILÂNDIA, PARÁ, BRASIL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição de Plantas, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Aprovado em 25 de Fevereiro de 2013.

BANCA EXAMINADORA



Dr.^a. Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo- Orientadora
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG



Dr.^a. Maria do Socorro Gonçalves Ferreira – 1º Examinador
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA



Dr.^a. Cristine Bastos do Amarante – 2º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG



Dr. Jorge Luiz Piccinin – 3º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

À Deus, acima de tudo;

AGRADEÇO!

Aos meus Pais Francisco Rodrigues Filho e Leile Guimarães Rodrigues pela educação,
princípios e valores que sempre me ensinaram.

À minha esposa Saima Joaquina Souza de Carvalho Rodrigues e nossa filha Bárbara de
Carvalho Rodrigues cujo amor e carinho são o meu maior incentivo.

Aos meus sogros Francisco Carlos Alcantara e Benedita Souza Santos pela compreensão e
suporte para que eu pudesse concluir este trabalho.

Com amor e gratidão

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

À Deus por minha existência, saúde e sabedoria.

Aos meus pais Francisco Rodrigues Filho e Leile Guimarães Rodrigues pelo amor, dedicação, paciência e educação.

À minha esposa Saimé Joaquina Souza de Carvalho Rodrigues pelo amor, compreensão, companheirismo e conselhos.

À minha filha Bárbara de Carvalho Rodrigues pelo carinho e momentos felizes.

Às minhas irmãs Kátia, Camila, Carla, Kaliandra e Katiane (*in memorian*) pelo incentivo, carinho e amizade de sempre.

Aos meus avós Neuza Alexandrino de Oliveira, Leonardo Barros Guimarães (*in memorian*) e Delite Oliveira Guimarães (*in memorian*) pelos votos de confiança.

Aos meus sogros Francisco Carlos Alcantara e Benedita Souza Santos pelo amor, força e dedicação.

À minha tia Laura Santos pelo apoio e afetividade.

Aos meus compadres Marlon Muniz e Laureane Santos pela amizade e carinho.

À Dra. Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo por aceitar ser minha orientadora, pela paciência, responsabilidade e contribuição na realização deste trabalho.

Ao Dr. Jorge Luiz Piccinin e Dra. Cristine Bastos do Amarente por toda ajuda, boa vontade e colaboração.

Aos professores Mário Lopes da Silva Júnior e George Rodrigues da Silva pela oportunidade dada na graduação.

Às Coordenadoras do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Professoras Herdjania de Veras Lima e Gisele Barata pela maneira assídua na condução do curso.

Às secretárias Gracy Monteiro (PPGA-UFRA), Maria Carvalho (PROPED-UFRA) e Francileide Pereira (PROPED-UFRA) pela disposição para resolver problemas administrativos relativos ao curso.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia pelos valiosos ensinamentos.

À Universidade Federal Rural da Amazônia pela realização de minha formação em nível de Pós-Graduação.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi pelo apoio físico para realização das análises químicas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Projeto INCT/CNPQ/MPEG Uso da Terra e Biodiversidade na Amazônia pelo apoio financeiro.

A todos os colegas da Pós-graduação, em especial, aos amigos: Samuel Cohen, Gerson Albuquerque, Fábio Oliveira, Francisca das Chagas, Josemar Moreira, Rosigrêde Silva, Fabíola Fernandes, Gisele Nerino, Augusto Pedroso, Sanah Birani, Keila Bernardes, Nayara Feitosa, Rômulo Sobrinho, Marcus Lima, Danilo Monteiro, Lorena Lira, Núbia Vasconcelos, Adriane da Rocha, Priscilla Andrade, Christine Macedo, Valdir Monteiro pela amizade e apoio.

Ao bolsista de iniciação científica Francinaldo de Oliveira Matos (CCTE-MPEG) pela amizade e dedicação no auxílio das análises químicas.

Aos técnicos de laboratório Paulo Sarmiento (MPEG), Júlio César (UFRA) e Ivanildo Trindade (EMBRAPA).

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*Nas grandes batalhas da vida, o
primeiro passo para a vitória é a
vontade de vencer!*

Mahatma Gandhi

BIOGRAFIA

Possidônio Guimarães Rodrigues, filho de Francisco Rodrigues Filho e Leile Guimarães Rodrigues, nasceu no dia 09 de janeiro de 1987, na cidade de Itaituba (PA). Passou parte de sua trajetória na capital do Rio Grande do Norte, Natal. Em 2003, retornou ao seu Estado natal, onde concluiu os estudos intermediários em Janeiro de 2005. Em março de 2006 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia. Em 2009, casou-se com Saime Joaquina Souza de Carvalho Rodrigues, também estudante de Agronomia. No mesmo ano recebe um presente divino, sua linda filha Bárbara de Carvalho Rodrigues. Durante a graduação estagiou no laboratório de Microbiologia do Solo, onde desenvolveu trabalho de iniciação científica. No ano seguinte se graduou. Em março de 2011 iniciou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na mesma Instituição de Ensino Superior, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2013.

RESUMO

A silvicultura na região amazônica figura como atividade promissora, visto que o manejo racional das florestas possibilita a oferta de recursos florestais sem o comprometimento das reservas naturais. No município de Tailândia, nordeste do Pará, grande parte da vegetação original foi removida nos últimos anos, e, atualmente, estas áreas alteradas estão sendo reflorestadas. Através de parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi, empresas madeireiras da região promovem pesquisas no âmbito da sustentabilidade do processo, visando comprovar a eficiência dos sistemas ou técnicas empregadas no reflorestamento. Objetivou-se com esta proposta avaliar a influência de sistemas de manejo sobre a produtividade do Paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] em sistemas florestais. Para tanto, realizou-se a caracterização química de solos alterados por empreendimentos madeireiros submetidos ao processo de reflorestamento com Paricá, e também, a avaliação do crescimento da cultura. A área experimental possui três ha e pertence à empresa G.M. SUFREDINI INDUSTRIAL LTDA.. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo três tratamentos, equivalentes aos sistemas de plantio, sendo S1 [Paricá x Pueraria (*Pueraria phaseoloides*)], S2 [Paricá x Acácia (*Acacia mangium*)], e o S3 (Paricá monoespecífico), e três parcelas, correspondente às repetições. Foram realizadas análises químicas do solo: pH em água (pH), Carbono Total (C), Nitrogênio Total (NT), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al) extraíveis e acidez potencial (H+Al); a amostragem ocorreu, coletando-se quatro amostras simples por parcela, nas profundidades 0-10, 10-20 cm, totalizando 24 amostras por sistema de plantio. Para avaliação do desenvolvimento do Paricá, utilizou-se a medida dendrométrica DAP (diâmetro a altura do peito – 1,30 m). As plantas foram mensuradas com idade aproximada de 05 anos, sendo 352 observações por sistema de plantio. Observou-se maior teor e saturação de bases trocáveis nos sistemas S1 (2,77 cmol_c dm⁻³ e 47,86 %) e S3 (3,06 cmol_c dm⁻³ e 5,23 %), sugerindo melhores condições de fertilidade em relação ao sistema S2 (1,83 cmol_c dm⁻³ e 36,10 %). O sistema S2 apresentou maior valor de acidez trocável (0,43 cmol_c dm⁻³) e acidez potencial (3,47 cmol_c dm⁻³), e menor disponibilidade de nutrientes. Em relação ao crescimento diametral do Paricá, observou-se maior média no sistema S2 (16,64 cm), porém, este sistema apresentou menor taxa de sobrevivência (73,86 %).

Palavras-Chave: Paricá – Produtividade. Paricá – Reflorestamento. Silvicultura – Amazônia. Solo - Fertilidade. Paricá – Análise - DAP.

ABSTRACT

Forestry in the Amazon region appears as promising activity, since the rational management of forests enables the provision of forest resources without the commitment of nature reserves. In the county of Thailand, northeast of Pará, much of the original vegetation has been removed in recent years, and currently these altered areas are being reforested. Through a partnership with the Museu Paraense Emílio Goeldi, timber companies in the region promote research into the sustainability of the process, aiming to prove the efficiency of the systems and techniques used in reforestation. The objective of this proposal to evaluate the influence of tillage systems on productivity of the Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke)] in forest systems. Therefore, we carried out the chemical characterization of soils altered by timber enterprises undergoing reforestation process with Paricá, and also the assessment of the growth of the culture. The experimental area has three ha belongs to the company GM SUFREDINI INDUSTRIAL LTDA.. The experimental design was completely randomized with three treatments, equivalent to planting systems, S1 [Paricá x *Pueraria* (*Pueraria phaseoloides*)], S2 [Paricá x *Acacia* (*Acacia mangium*)] and S3 (Paricá single), and three plots, corresponding repetitions. Chemical analyzes of soil were made: pH in water (pH), Total Carbon (C), Total Nitrogen (TN), Potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminum (Al) extractables and acidity potential (H + Al); sampling occurred, collecting four single samples per plot at depths 0-10, 10-20 cm, totaling 24 samples per planting system. To evaluate the development of Paricá was used to measure dendrometric DBH (diameter at breast height - 1.30 m). The plants were measured with approximate age of 05 years, being 352 observations per planting system. It was observed higher levels and saturation of exchangeable bases in systems S1 (2,77 cmol_c dm⁻³ and 47,86 %) and S3 (3,06 cmol_c dm⁻³ and 57,53 %), suggesting better fertility in relation to the system S2 (1,83 cmol_c dm⁻³ and 36,10 %). The system S2 has presented higher exchangeable acidity (0,43 cmol_c dm⁻³) and potential acidity (3,47 cmol_c dm⁻³), and low nutrient availability. Regarding the diametral growth of the Paricá, it was observed a higher average in the system S2 (16,62 cm), however, this system showed a less survival rate (73,86 %).

Keywords: Paricá - Productivity. Paricá - Reforestation. Forestry - Amazon. Solo - Fertility. Paricá - Analysis – DAP.

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
	REFERÊNCIAS	15
2	ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS ALTERADAS SUBMETIDAS AO REFLORESTAMENTO COM PARICÁ [<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke)] NA AMAZÔNIA ORIENTAL.	19
2.1	INTRODUÇÃO	20
2.2	PARTE EXPERIMENTAL	21
2.2.1	Área de estudo	21
2.2.2	Histórico e Preparo da Área	22
2.2.3	Delineamento Experimental	23
2.2.4	Coleta e Processamento das Amostras de Solo	23
2.2.5	Caracterização Química do Solo	24
2.2.6	Reagentes e soluções	27
2.2.7	Análise de Dados	27
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
2.3.1	Potencial Hidrogeniônico (pH), Acidez Trocável (Al^{3+}) e Acidez Potencial ($H^+ + Al^{3+}$)	28
2.3.2	Carbono total (C), Nitrogênio total (N) e Fósforo disponível (P)	30
2.3.3	Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}) e Potássio (K^+) trocáveis	33
2.3.4	Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica Potencial (T), Saturação por Bases (V%) e Saturação por Alumínio (m%)	36
2.4	CONCLUSÃO	38
2.5	REFERÊNCIAS	38
3	ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO DO PARICÁ [<i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber ex Ducke)] EM ÁREA REFLORESTADA NO PARÁ.	41
3.1	INTRODUÇÃO	43
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	44
3.2.1	Área de estudo	44
3.2.2	Histórico e Preparo da Área	45
3.2.3	Delineamento experimental e tratamentos avaliados	46

3.2.4	Coleta e Processamento das Amostras de Solo	46
3.2.5	Caracterização Química do Solo.....	47
3.2.6	Diâmetro à Altura do Peito (DAP), Taxas de Sobrevivência, Mortalidade e Plantas Defeituosas	47
3.2.7	Análise dos Dados	48
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.3.1	Atributos Químicos do Solo	48
3.3.2	Taxas de Sobrevivência, Mortalidade e de Plantas Defeituosas.....	50
3.3.3	DAP – Diâmetro à Altura do Peito (cm)	51
3.3.4	Correlação entre os atributos químicos do solo e o DAP do Paricá	53
3.4	CONCLUSÃO	54
3.5	REFERÊNCIAS.....	54

CONCLUSÕES GERAIS

ANEXOS

APÊNDICES

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil é um país florestal com aproximadamente 516 milhões de hectares (60,7% do seu território) de florestas naturais e plantadas – o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. Desse total, 4,2 milhões de quilômetros quadrados (60% das florestas do Brasil) são florestas tropicais úmidas e estão situadas na Amazônia (SFB, 2010).

No Estado do Pará, o setor florestal desempenha um papel de grande relevância para a sua economia, especialmente o setor madeireiro. Em 2009, um estudo do SFB (2010) identificou uma receita bruta de aproximadamente 2,18 bilhões de reais, proveniente de uma produção de madeira em tora de aproximadamente 6,6 milhões de m³, convertida em 2,5 milhões de m³ de madeira serrada. Neste mesmo ano a produção florestal contribuiu com cerca de 4,5% do PIB do Estado, e representou cerca de 6% das exportações, ficando atrás somente da produção mineral.

Apesar da obrigação de manter 80% da vegetação nativa preservada em propriedades particulares na Amazônia, prevista no código florestal brasileiro, Lentini et al. (2005) apontam em estudo realizado no setor florestal da Amazônia que até o ano de 2004 houve redução de aproximadamente 17,5 % da floresta nativa (0,7 milhão de km²). Embora sistemas de manejo tenham avançado na Amazônia, a maioria (62%) da exploração ainda é realizada de forma predatória (IBAMA, 2005). Este fato preocupa cada vez mais o interesse público, já que é crescente a demanda por medidas que mitiguem o passivo ambiental ocasionado pela antropização das florestas naturais na Amazônia.

A exploração agrícola ou florestal, sem a preocupação com a manutenção dos recursos edáficos na região, compromete o equilíbrio ecossistêmico, visto que a floresta amazônica está localizada, em sua grande parte, sobre solos de baixa fertilidade natural e elevado índices de acidez (RUIVO et al., 2007). Dessa forma, a conservação ou a melhoria da sua qualidade é vital para sustentação da atividade produtiva (CHAER; TÓTOLA, 2007). Logo, a adoção de sistemas e práticas de manejo que conservem a qualidade do solo é imprescindível nos programas de manejo florestal.

Para minimizar o efeito degradativo do desflorestamento, e atender a legislação vigente conforme a Lei 12.651 (BRASIL, 2012), a qual determina a reposição florestal obrigatória, além dos planos de manejo florestal para a extração madeireira em florestas

nativas, as empresas florestais da região buscam alternativas para continuar a atender a demanda comercial. Nesse contexto, estudos vêm sendo realizados para indicar sistemas e práticas de manejo florestal apropriados, que aliam produtividade e sustentabilidade ambiental (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008).

As áreas de florestas plantadas crescem a cada ano na região. Só no Estado do Pará, a área plantada com *Eucalyptus grandis* era de 148.656 ha em 2010 (ABRAF, 2011). Ainda segundo dados da ABRAF, em 2010, a área ocupada por plantios florestais de espécies não convencionais, como Acácia (*Acacia mangium* Willd), Teca (*Tectona grandis* L.f.), Araucária [*Araucaria angustifolia* Bert. (O. Ktze.)], Pópulus (*Populus* sp.), Seringueira (*Hevea* spp.), Paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)], entre outras, representou 6,6% da área total de plantios florestais no Brasil, um valor modesto próximo à parcela correspondente a área plantada com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Porém, essa área vem aumentando consideravelmente nos últimos anos.

O manejo silvicultural aumenta o desenvolvimento de árvores em florestas tropicais (GOMES et al., 2010). Pesquisadores têm demonstrado que o crescimento pode ser duplicado em relação à floresta não tratada (SILVA et al., 2001). Monteiro et al. (2010) avaliando o efeito da adição de resíduo de madeira sobre o solo em plantio de Paricá em Tailândia-PA, observaram que as árvores que receberam os resíduos da madeira como cobertura no solo apresentaram os maiores valores de DAP, com 78,6% delas exibindo valores entre 15 e 27 cm, sendo que na área sem cobertura, nesse mesmo intervalo de DAP, o percentual foi de 51,7%.

Em termos ambientais, manejar a floresta adequadamente contribui para que a mesma mantenha sua forma e função mais próximas de seu estado original. Souza et al. (2004) citam que as plantações silviculturais contribuem com o controle da erosão, conservação da umidade do solo e criação de microclima propício para o desenvolvimento de outras culturas. A manutenção da forma se dá na medida em que se minimizam os danos à floresta e, em consequência, às árvores comerciais remanescentes. Mantida a sua forma, a floresta pode continuar a desempenhar suas funções: proteger o solo contra a erosão, preservar a qualidade da água, abrigar a biodiversidade e outras.

O município de Tailândia, nordeste do Estado do Pará, figura como polo madeireiro da região. Cerca de 35% da sua cobertura vegetal original já foi retirada. Em decorrência desta situação, hoje o cenário local está voltado à implementação de planos de manejo florestal visando atender a demanda comercial de madeira (KERN et al., 2006).

Outros Municípios da Mesorregião Nordeste Paraense, como Aurora do Pará, Bragança, Dom Eliseu, Paragominas e Igarapé-Açu, passaram pelo mesmo processo, e como consequência, houve o interesse da comunidade acadêmica na geração de trabalhos que permitiram significativo avanço no conhecimento de sistemas de manejo e técnicas silviculturais, sendo o Paricá, a principal cultura envolvida nessas pesquisas. (MARQUES, 1990; CORDEIRO, 2002; OHASHI, 2005; ALVINO, 2006; RIBEIRO, 2006; ROSA, 2006; CORDEIRO, 2007; RUIVO et al., 2007; DIAS, 2008; CORDEIRO et al., 2009; OLIVEIRA, 2009; SILVA, 2009; SILVA JÚNIOR, 2009; MONTEIRO et al., 2010; OHASHI et al., 2010; ALVINO-RAYOL et al., 2011; BERNARDES, 2011; PEREIRA JÚNIOR, 2011; SILVA et al., 2011).

O Paricá, família Fabaceae, é um atrativo nos sistemas florestais por pertencer à flora amazônica, pelo rápido crescimento, facilidade de obtenção de sementes, baixo custo de implantação, facilidade na produção de mudas e produção de madeira de cor clara, homogênea e sem nó. Esta espécie é utilizada na fabricação de laminados e compensados para a indústria moveleira (MONTEIRO et al., 2010; OHASHI et al., 2010). A produtividade do Paricá tem alcançado de 25 a 30m³/ha/ano (MARQUES et al., 2006). A árvore pode alcançar entre 15 a 40 m de altura e 50 a 100 cm DAP.

As primeiras experiências silviculturais na região ocorreram na década de 70. O Paricá plantado a pleno sol em Bragança aos três anos de idade apresentara 6,44 metros de altura e 6,6 cm de diâmetro (PEREIRA et al., 1982). No Município de Dom Eliseu-PA, um plantio de Paricá aos seis anos de idade alcançou DAP médio de 21,4 cm, taxa de sobrevivência de 93,0 % e altura média de 15 metros, cultivado no espaçamento 4 x 4 m (GALEÃO, 2000). Em Paragominas, Marques (1990) encontrou DAP 6,59 cm em monoespecífico e 10,06 cm em consórcio com o milho (*Zea mays* L.) e capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) (Stap.)], ambos aos três anos de idade.

Silva et al. (2011) obtiveram média de DAP igual a 16,55 cm em plantio monoespecífico de seis anos (n=4) e 17,31 cm em plantio consorciado com *Cordia goeldiana* Huber em experimento realizado em Aurora do Pará. Pesquisando um sistema agroflorestal no mesmo Município, Cordeiro (2007) constatou que o crescimento do Paricá foi influenciado positivamente no consórcio com o Curauá (*Ananas var. erectifolius*). Alvino (2006) constatou aumento de crescimento em altura e diâmetro do Paricá, plantado em Vigia-PA, consorciado com plantas de cobertura, principalmente a cultura do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.).

Nos resultados descritos na literatura se observa que a cultura do Paricá tem comportamento diferenciado conforme o sistema de plantio ou manejo adotado. Assim,

buscou-se com esta proposta avaliar a influência de sistemas de plantio sobre a produtividade do Paricá e sobre os atributos químicos do solo em sistemas florestais no Município de Tailândia. Para tanto, foi realizado a caracterização química de solos alterados por empreendimentos madeireiros submetidos ao processo de reflorestamento com o Paricá, e também, avaliado o grau de desenvolvimento desta cultura, através de parâmetros dendrométricos. Este trabalho é parte integrante do Projeto INCT/CNPQ/MPEG Uso da terra e biodiversidade na Amazônia e gerou dois manuscritos submetidos às revistas Química Nova e Ciência Florestal. Portanto, a estrutura da dissertação segue de acordo com a forma de capítulos proposto nas Normas de dissertações e teses da Pós-Graduação da UFRA.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2011 ano base 2010/ABRAF**. Brasília: 2011. 130p.
- ALVINO, F. de O. **Semeadura direta de *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke sob diferentes espaçamentos e consorciado com leguminosas de cobertura, em áreas de pastagens degradadas**. Belém: UFRA, 2006. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2006.
- ALVINO-RAYOL, F. O.; ROSA, L. S.; RAYOL, B. P. Efeito do espaçamento e do uso de leguminosas de cobertura no manejo de plantas invasoras em reflorestamento de *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke (Paricá). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.391-399, 2011.
- BERNARDES, K. C. **Atributos químicos, físicos e biológicos de um Latossolo amarelo, textura média, sob diferentes sistemas de cobertura vegetal no município de Aurora do Pará- PA**. 91 f.: il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal Brasileiro. Legislação Federal. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: 20/06/2012.
- BRIENZA JÚNIOR, S.; PEREIRA, J.F.; YARED, J.A.G.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GONÇALVES, D. de A.; GALEÃO, R.R. Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 7, jul./dez. 2008.

- KERN, D.C.; RUIVO, M.L.; FRAZÃO, J. ; OLIVEIRA, M.L. & PICCININ, J.L. New Dark Earth experiment in the Tailândia City – Pará -Brazil: the dream of Wim Sombroek. **18th World Congress of Soil Science. WCSS**, Philadelphia, Pennsylvania, USA, July 9 – 15. 2006.
- LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D. & PEREIRA, R. **Fatos Florestais da Amazônia**. Belém: Imazon. p. 142, 2005.
- MARQUES, L. C. T. **Comportamento inicial de Paricá, Tatajuba e Eucalipto, em plantio consorciado com Milho e Capim-marandu, em Paragominas, Pará**. Tese de Mestrado. Curso de Ciência Florestal. Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; SIVIERO, M. A. A Evolução do Conhecimento sobre o Paricá para Reflorestamento no Estado do Pará. Comunicado Técnico. n. 158. Embrapa-CPATU. Jun. 2006.
- MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; COMETTI, J. L. S. Uso de resíduos de madeira como alternativa de melhorar as condições ambientais em sistema de reflorestamento. **Acta Amazônica**. v. 40, n.3, p. 409 – 414. 2010.
- OHASHI, S. T. **Viabilidade genética e fenotípica entre populações de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber Ex. Ducke) Barneby (Paricá) visando seleção de materiais genéticos para sistemas agroflorestais**. Belém: UFRA, 2005. 105p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2005.
- OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; NETO, J. T. F. Variabilidade entre procedências de Paricá *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amazônica**. v. 40, n.1, p. 81 – 88, 2010.
- OLIVEIRA, M. de L. S. **Indicadores da qualidade de solos sob diferentes sistemas de cultivo com as espécies de Paricá (*Schizolobium amazonicum* var. *amazonicum* HUBER ex DUCKE) e Curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* [L.B.SMITH] COPPENS & LEAL) no município de Aurora do Pará (PA)**, 2009, 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.
- PEREIRA, A. P.; MELO, C. F. M. de; ALVES, S. M. O Paricá (*Schizolobium amazonicum*), características gerais da espécie e suas possibilidades de aproveitamento na indústria de celulose e papel. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.16, n. 2, p.1340-1344, 1982.
- PEREIRA JÚNIOR, A. **Fertilidade e fauna edáfica em solo sob reflorestamento com Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no município de Aurora do Pará**.

2011. 129 fl.: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2011.
- RIBEIRO, M. S. **Manejo de sistemas agroflorestais com Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber) e caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp) em área de vegetação secundária, em Bragança Pará**, 2006, 92 p. Tese (Doutorado em Sistemas agroflorestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.
- ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). Na Amazônia Brasileira. Belém - PA: **Revista de Ciências Agrárias**, v.45, p. 135 – 174, 2006.
- RUIVO, M. L. P.; MONTEIRO, K. F. G.; SILVA, R. M.; SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. D. A. B.; SA, L. D. A. & PROST, M. T. C. Gestão florestal e implicações sócio-ambientais na Amazônia Oriental (Estado do Pará). **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 481-492, 2007.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 2010. 152 p.
- SILVA, J. N. M. Manejo Florestal. Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA). 3 ed., Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 49 p.
- SILVA, A. K. L. **Dinâmica de serapilheira e produção de raízes finas em plantios de Paricá (*Schizolobium parahyba* Var. *Amazonicum*) e floresta sucessional em Aurora do Pará, Amazônia Oriental**. 101 f.: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará/EMBRAPA/Museu Emílio Goeldi, Belém, 2009.
- SILVA, A. K. L.; VASCONCELOS, S. S.; CARVALHO, C. J. R. de & CORDEIRO, I. M. C. C. Litter dynamics and fine root production in *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* plantations and regrowth Forest in Eastern Amazon. **Plant Soil**. v. 347. p. 377– 386, 2011.
- SILVA JÚNIOR, A. T. **Equação de volume e fator de forma para árvores de *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) no município de Aurora do Pará**. Belém, 2009. 53f.:il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.
- SOUZA, C. R. de; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P. de; LIMA, R. M. B. de Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**. n. 65, p. 95-101, jun. 2004.

2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS ALTERADAS SUBMETIDAS AO REFLORESTAMENTO COM PARICÁ [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] NA AMAZÔNIA ORIENTAL.

Possidônio Guimarães Rodrigues*

Universidade Federal Rural da Amazônia. Instituto de Ciências Agrárias. Departamento de Ciências do Solo. Av. Perimetral, 2501. Terra Firme. 66.077-901. Belém – PA – Brasil.

Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo

Jorge Luiz Piccinin

Cristine Bastos Amarante

Museu Paraense Emílio Goeldi. Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia. Av. Perimetral, 1901. Terra Firme. CEP: 66077 530. Belém – PA – Brasil.

ABSTRACT: We aim with this study was to evaluate the influence of reforestation with Paricá (*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] on soil chemical properties in Pará. Thus was performed chemical characterization of soils, in 0-10 and 10-20 cm depths, by EMBRAPA methods (pH, Total Carbon and Nitrogen, Phosphorus available, potential acidity, aluminum, potassium, Calcium and Magnesium exchangeables). Evaluated the systems: S1 (Paricá x *Pueraria phaseoloides*), S2 (Paricá x *Acacia mangium*) and S3 (Paricá monoculture). The soils of systems S1 and S3 show base saturation higher than those found in soil system S2. In this, there was an increase in exchangeable and potential acidity.

Keywords: Silviculture, soil fertility, *Schizolobium amazonicum*.

2.1 INTRODUÇÃO

A área de floresta plantada cresce a cada ano no Brasil. Estima-se cerca de 6,78 milhões de hectares de florestas plantadas até 2009.¹ Além da reposição florestal obrigatória exigida na legislação ambiental, outros fatores contribuem para que ocorra esse processo, como a pressão interna e externa para a conservação das florestas nativas. Lentini et al.² apontam em estudo realizado no setor florestal da Amazônia que até o ano de 2004 houve redução de aproximadamente 17,5 % da floresta nativa. A exploração florestal desordenada compromete a manutenção do ecossistema local, ocasionando, além de perda da biodiversidade, a redução da capacidade produtiva dos solos.

Para minimizar esse efeito, as empresas florestais da região implementam sistemas alternativos de produção, como o plantio florestal consorciado, sistemas agroflorestais, silvipastoris e agrosilvipastoris. Esses sistemas são implantados em áreas alteradas por ação antrópica, e tem por finalidade atender a demanda comercial, aos aspectos legais exigidos na legislação e reduzir brasileira a pressão sobre a floresta nativa.³

O solo é a base da produção agrícola ou florestal sustentável. Seus atributos são fortemente influenciados pelo tipo de uso e manejo adotado. Sendo assim é fundamental a adoção de sistemas de uso e práticas de manejo que contribuam para a manutenção ou melhoria da qualidade do solo e do ambiente, bem como para a obtenção de adequadas produtividades das culturas a médio prazo.⁴

O Paricá, *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke), é uma leguminosa arbórea nativa da região amazônica, pertencente à família Fabaceae,⁵ podendo atingir 20-30 metros de altura e 01 metro de diâmetro, com ocorrência em áreas de terra firme.⁶ Figura atualmente como espécie nativa mais plantada no Brasil, por apresentar rápido crescimento, facilidade de obtenção de sementes e baixo custo de implantação,⁷ sendo utilizada na fabricação de laminados e compensados para a indústria moveleira e/ou construção civil.

Embora existam diversos materiais disponíveis sobre a silvicultura e sistemas de plantio do Paricá na região nordeste paraense,⁸⁻¹² ainda há necessidade de gerar informações acerca do ambiente edáfico sob diversos sistemas de plantio dessa espécie, sobretudo em relação a manutenção da fertilidade dos solos sob esses sistemas, visto que este é um dos fatores que mais pode sofrer modificações, em função do uso e manejo do solo.¹³

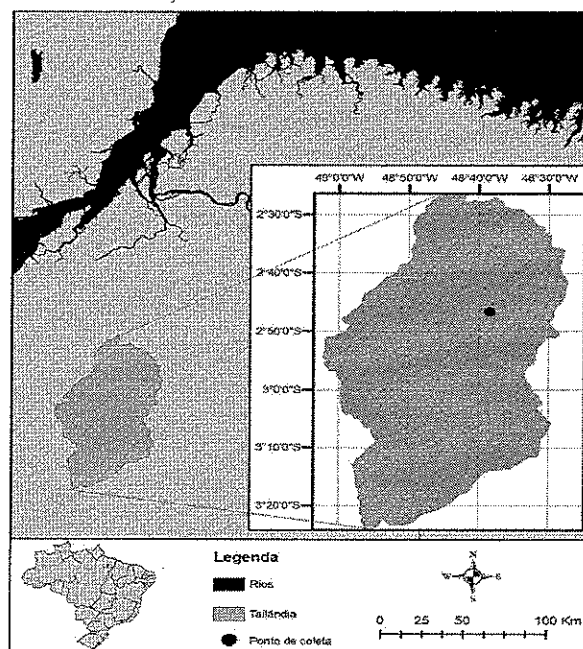
Dessa forma, objetivou-se com este trabalho caracterizar os atributos químicos do solo sob sistemas de plantio de Paricá monoespecífico ou consorciados com outras espécies, no intuito de estabelecer um modelo de produção mais adequado à sustentabilidade do ecossistema local.

2.2 PARTE EXPERIMENTAL

2.2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em uma área experimental pertencente à Empresa G.M. SUFREDINI INDUSTRIAL LTDA., localizada no Município de Tailândia (Figura 1), mesorregião Nordeste Paraense (2° 36' e 3° 24' de latitude sul e 48° 58' e 48° 33' de longitude oeste). O clima local é quente e úmido, tipo Am (Köppen), com média anual pluviométrica de 2.590 mm e temperatura média anual de 28 °C. A vegetação predominante é do tipo floresta equatorial subperenifólia densa; o relevo predominante na área é suave ondulado; o solo encontrado na área é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa (teor de argila 440 g Kg⁻¹).¹⁴

Figura 1: Localização da área de estudo, município de Tailândia, nordeste do Estado do Pará.



2.2.2 Histórico e Preparo da Área

A área de estudo sofreu remoção da vegetação primária (exploração florestal) na década de 80, sendo transformada em pastagem para atividade pecuária extensiva. Em 2004 foi implantado o experimento de reflorestamento com Paricá. Antes da instalação do experimento, a área foi submetida à aração e gradagem com incorporação de CaCO_3 , na proporção de $1,5 \text{ t ha}^{-1}$. O plantio do Paricá, espaçamento $3,5 \times 4,0 \text{ m}$, foi efetuado com mudas de seis meses produzidas em viveiro próprio. Na ocasião do plantio ocorreu adubação com esterco de curral (500 g cova^{-1}). No primeiro ano ocorreu adubação NPK 10-20-20 ($150 \text{ g planta}^{-1}$), aos 50, 150 e 300 dias do plantio. No segundo ano, procedeu-se a adubação NPK 10-10-10 ($100 \text{ g planta}^{-1}$) antes e após o período chuvoso. Para controlar a invasão de plantas daninhas, utilizou-se o herbicida a base de glifosato.

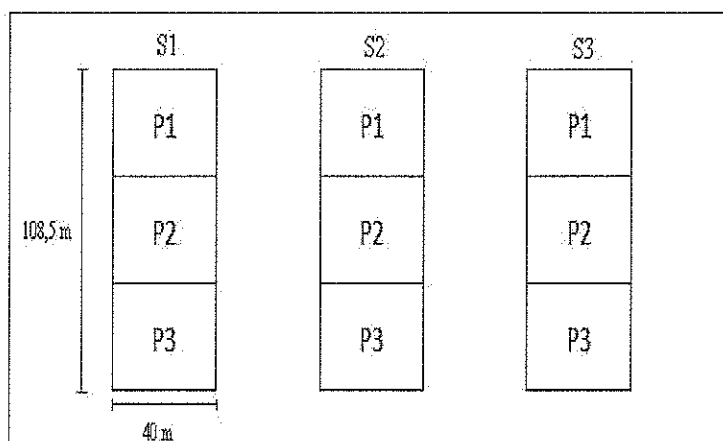
Consórcios foram implementados após o segundo ano do plantio do Paricá, utilizando-se as espécies Acácia (*Acacia mangium* Willd.) e Puerária [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth], ambas plantadas nas entrelinhas do Paricá. A Puerária foi submetida a roçagem uma

vez ao ano, visando apenas evitar o hábito de trepadeira dessa leguminosa nas árvores de Paricá, visto que poderia limitar seu crescimento.

2.2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 3x2, sendo os fatores: três sistemas de plantio e duas profundidades, em três repetições. Os tratamentos avaliados resultaram do sistema de plantio do Paricá em plantio solteiro e consorciado, sendo: Sistema 01 (S1): Paricá x Puerária [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth]; Sistema 02 (S2): Paricá x Acácia (*Acacia mangium* Willd.); Sistema 03 (S3): Paricá monoespecífico. As profundidades avaliadas foram 0-10 e 10-20 cm. Cada sistema avaliado tinha área igual a 4.340 m², sendo a área total do experimento 13.020 m² (Figura 2).

Figura 2: Croqui da área experimental. S1: Sistema 01 (Paricá x Puerária), S2: Sistema 02 (Paricá x Acácia), S3: Sistema 03 (Paricá monoespecífico). P1, P2 e P3 = parcelas experimentais.



2.2.4 Coleta e Processamento das Amostras de Solo

Foram coletadas em agosto de 2010 (06 anos de condução do plantio), quatro amostras simples em cada parcela, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, perfazendo 24 amostras por sistema. Após secagem das amostras de solo ao ar, estas foram destorroadas e peneiradas em

malha de 02 mm e então conduzidas ao Laboratório de Análises Químicas (LAQ-Goeldi/CCTE/MPEG) para procedimento analítico.

2.2.5 Caracterização Química do Solo

Foram determinados os seguintes atributos químicos do solo: pH, cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial (H^+ + Al^{3+}), fósforo disponível (P), carbono (C) e nitrogênio (N) total. Os métodos seguiram o Manual de Métodos de Análises de Solos da EMBRAPA,¹⁵ com exceção do C e N que seguiram metodologia da combustão via seca em analisador elementar.

O pH em água foi determinado por potenciometria direta por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo:líquido (1:2,5). Pesou-se 10 g de solo em copo plástico de 100 mL e adicionou-se 25 mL de água. Após agitação com bastão de vidro, deixou-se a amostra em repouso por 15 minutos, procedendo-se então a leitura em potenciômetro de bancada com eletrodo combinado (marca Hanna, modelo pH 21).

Extraíram-se os cátions trocáveis em cloreto de potássio (KCl) 1 N, sendo quantificados por espectrometria de absorção atômica (Ca^{2+} e Mg^{2+}) e fotometria de chama (K^+). Um espectrômetro de absorção atômica com chama (CG Instrumentos Científicos Ltda., modelo AA 904), equipado com corretor de fundo com lâmpada de deutério foi usado para a determinação de Ca^{2+} e Mg^{2+} , e um fotômetro de chama (marca Corning, modelo 400) com compressor acoplado foi utilizado para determinação do K^+ . Utilizou-se chama ar/acetileno (Mg^{2+}), chama acetileno/óxido nítrico para (Ca^{2+}) e GLP para (K^+). Os parâmetros instrumentais estabelecidos para a determinação de Ca^{2+} e Mg^{2+} são apresentados na Tabela 1. O teor de K^+ é dado pela fórmula abaixo:

$$\text{K}^+ (\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) = L \times \text{diluição} \times f_k$$

onde: L = leitura no fotômetro

f_k = Fator de correção correspondente ao coeficiente angular da reta obtida após a leitura dos padrões.

Tabela 1. Parâmetros instrumentais para a determinação de Ca^{2+} e Mg^{2+} nas amostras de solo.

Elemento	Comprimento de onda (nm)	Corrente da lâmpada (mA)	Resolução espectral (nm)
Ca	422,7	3,0	0,5
Mg	285,2	3,5	0,5

A acidez trocável (Al^{3+}) foi extraída com cloreto de potássio (KCl) 1 mol L^{-1} . Pesou-se 10 g de solo em Erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 50 mL da solução de KCl 1N. Agitou-se a amostra manualmente e colocou-se em repouso por 30 minutos. Então, procedeu-se a filtragem do material com papel de filtro quantitativo JP 40 faixa branca (marca Quanty). Adicionou-se 6 gotas do indicador fenolftaleína 0,1% ao filtrado e realizou-se a leitura em bureta após titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N. O teor Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) é igual ao volume gasto (mL) da solução de NaOH durante a titulação.

A acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 N a pH 7,0. Pesou-se 10g de solo em Erlenmeyer de 200 mL e adicionou-se 150 mL da solução de acetato de cálcio 0,5 N a pH 7,0. Agitou-se a amostra em agitador horizontal por 30 minutos e deixou-se o material em repouso por 12 horas. Transferiu-se 100 mL do sobrenadante para Erlenmeyer de 200 mL. Adicionou-se a este 5 gotas da solução de fenolftaleína a 3% e titulou-se com a solução de 0,0606 N de NaOH. O teor $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) é igual ao volume gasto (mL) da solução de NaOH durante a titulação.

O fósforo disponível (P) foi extraído com Mehlich 1 e determinado por espectrofotometria usando filtro vermelho, com comprimento de onda 660 nm; pesou-se 5 g de solo em Erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 50 mL da solução Mehlich 1 (HCl 0,05 N e H_2SO_4 0,025 N). Agitou-se a amostra durante 5 minutos em agitador circular horizontal e

deixou-se em repouso durante uma noite. Após esse processo, retirou-se uma alíquota de 5 mL do extrato e adicionou-se 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída (30%) e aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico em pó, como redutor. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (marca BEL Photonics, modelo 1105). O teor de fósforo na amostra é encontrado através da equação abaixo:

$$P \text{ (mg kg}^{-1}\text{)} = L \times Fp \times 10$$

onde: L: leitura da amostra no espectrofotômetro;

Fp: Fator de correção correspondente ao coeficiente angular da reta obtida após a leitura dos padrões.

O carbono (C) e nitrogênio (N) total foram determinados simultaneamente por combustão via seca (950°C) no analisador elementar CHNS (marca LECO, modelo TruSpec CHN) que realiza a leitura do carbono sob a forma de CO₂ através de células de infravermelho e de nitrogênio sob a forma N₂ por células de condutividade térmica. Para a realização da leitura no aparelho, pesou-se 0,2 g de solo (moído em cadinho de porcelana e peneirado em malha de 210 mm) em folha de estanho, modelando-se este na forma de gota para entrada no aparelho. Para a construção das curvas de calibração foram utilizados três padrões de solo certificados pela Leco, com diferentes concentrações de C e N, os quais variaram de 1,26 a 12,26 % para C e 0,12 a 1,03 % para N.

Com os resultados analíticos obtidos, foram calculados os valores da relação carbono/nitrogênio (C/N), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (T), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%), conforme equações I, II, III e IV descritas abaixo:

$$SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} \text{ (I)}$$

$$T = SB + (H^{+} + Al^{3+}) \text{ (II)}$$

$$V = 100 * SB / T \text{ (III)}$$

$$m = 100 * Al^{3+} / T \text{ (IV)}$$

2.2.6 Reagentes e soluções

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico. Todas as soluções foram preparadas com água deionizada de alta pureza (resistividade 18,2 MΩ cm) obtida em sistema Milli-Q, Millipore. As soluções analíticas de referência de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P foram preparadas em água deionizada de alta pureza. Para se determinar a faixa linear foram construídas curvas de calibração com concentrações crescentes das soluções de referência. As concentrações variaram entre 1,0 e 4,0 mg L⁻¹ (Ca^{2+}), 0,5 e 2,0 mg L⁻¹ (Mg^{2+}) e 0,01 a 0,04 cmol_c L⁻¹ (K^+). Para o P as soluções continham entre 0,5 e 4,0 mg L⁻¹, obtidas através da diluição sucessiva de soluções estoque 1000 mg L⁻¹ Titrisol (Merck, Darmstadt, Germany). Analisaram-se os resultados pelo cálculo da linha de regressão pelo método dos mínimos quadrados.

2.2.7 Análise de Dados

Os dados dos atributos do solo foram testados quanto à normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e, quando não atendiam aos pressupostos básicos da Análise de Variância (ANOVA), foram submetidos à normalização. Utilizaram-se as seguintes transformações: $x = \log(x)$, para acidez potencial (H+Al), cálcio (Ca) e soma de bases (SB) e $x = x^{1/2}$ para magnésio (Mg) e saturação por alumínio (m). Após esse processo foi realizada a Análise de Variância, sendo as diferenças comparadas com o teste Tukey. Para todos os efeitos a probabilidade de erro foi 0,05.

Os dados de acidez trocável (Al), potássio (K), e CTC potencial (T) não apresentaram distribuição normal, nem variâncias homogêneas. Então, optou-se por analisar estas variáveis com estatística não paramétrica, comparando-se as médias com o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Utilizou-se o pacote estatístico Sigma Plot 11.0.¹⁶

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH), Acidez Trocável (Al^{3+}) e Acidez Potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$)

Os valores encontrados para os atributos químicos pH, Al^{3+} e $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ são mostrados na Tabela 2. Neste estudo o pH variou no intervalo considerado moderadamente ácido, resultado típico dos solos da região submetidos a correção da acidez.^{10,11} Observou-se maiores valores de pH no S3, diferindo estatisticamente dos demais sistemas. Não houve efeito do fator profundidade.

Os valores de pH mais baixos nos sistemas consorciados (S1 e S2) são explicados pela liberação de íons H^+ pelas raízes das culturas consorciadas, visto que, pelo mecanismo de antiporte da membrana citoplasmática das células vegetais, quando há absorção de um cátion nutriente, há, concomitantemente, a extrusão de um íon H^+ para fora da célula para a manutenção do potencial eletroquímico intracelular. Assim, a absorção de cátions pelas plantas resulta em acidificação da rizosfera.¹⁷ Silva et al. (2011) também verificaram menores valores de pH em SAF contendo Paricá em relação ao plantio monoespecífico.

Em relação ao Al^{3+} , os resultados variaram entre as classes média (S1 e S2) a baixa (S3),¹⁹ não representando risco de toxidez às culturas. Os baixos valores de Al^{3+} encontrados neste estudo podem estar relacionados aos elevados teores de carbono (matéria orgânica), visto que, a presença de resíduos vegetais no solo, ao se decompor, libera compostos

carboxílicos e fenólicos, os quais reagem com as formas trocáveis de Al^{3+} , indisponibilizando-os na solução do solo.¹⁸

Tabela 2: Valores de pH e teores de acidez trocável (Al^{3+}) e acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) em função dos sistemas (S1 - Paricá x Puerária; S2 - Paricá x Acacia; S3 - Paricá Monoespecífico) e profundidades (0-10 e 10-20 cm).

Sistema				
Profundidade	S1	S2	S3	Média
pH H_2O				
0-10 cm	5,42 B	5,23 B	5,98 A	5,54^{ns}
10-20 cm	5,34 B	5,02 B	5,85 A	5,40^{ns}
Média	5,38 B	5,13 B	5,92 A	
Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)***				
0-10 cm	0.40 A	0.41 A	0.23 B	0,35^{ns}
10-20 cm	0.36 B	0.46 A	0.22 C	0,35^{ns}
Média	0,38 B	0,43 A	0,22 C	
$\text{H} + \text{Al}$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)*				
0-10 cm	3,22 aBC	3,74 aAB	2,49 aC	3,15 a
10-20 cm	2,71 aA	3,20 aA	1,86 bB	2,59 b
Média	2,97 A	3,47 A	2,18 B	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ns = variável não apresentou efeito significativo. * Variável cujo os dados foram transformados através da fórmula $x = \log(x)$ *** Variável submetida ao teste não paramétrico. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Na análise dos dados de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ foi detectado efeito entre os sistemas e profundidades. Em relação aos sistemas, S1 e S2 apresentaram as maiores médias com diferença significativa em relação ao sistema S3. Já para o fator profundidade, observou-se

efeito no S3, sendo o maior teor presente na camada 0-10. A análise para este atributo do solo é similar àquela feita para o Al^{3+} . Resultado similar foi apresentado por Monteiro et al.,¹⁰ onde o solo sob plantio de Paricá sem adição de resíduo orgânico apresentou menores valores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, enquanto que o tratamento com adição de resíduo aumentou a concentração deste atributo.

De maneira geral, o sistema S2 apresentou menores valores pH, e maiores de acidez trocável (Al^{3+}) e potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$). Yamashita et al.,²⁰ estudando plantios de *Acacia mangium* na Indonésia, verificaram acidificação do solo em virtude da alta taxa de depleção de cátions trocáveis pela cultura da Acácia. Esta característica também foi encontrada em plantio experimental de *Pinus sylvestris*,²¹ segundo o autor, a absorção do nitrogênio na forma amoniacal é responsável pela acidificação dos solos florestais.

2.3.2 Carbono total (C), Nitrogênio total (N) e Fósforo disponível (P)

Os teores de C, N e P e a relação C/N são mostrados na Tabela 3. Foram encontrados elevados teores de C nos três sistemas de produção, porém na análise dos dados não houve efeito significativo entre os mesmos. Em outros estudos na mesma região se verificou uma quantidade inferior de carbono.^{10,11} Isto se deve a diferença relacionada ao método analítico empregado.²² A oxidação da matéria orgânica via seca (volumetria de gases) determina toda forma de carbono orgânico e os carbonatos presentes na amostra, por isso a sua quantificação mostra resultados superiores aos quantificados em métodos de oxidação via úmida. No S1 foi constatada diferença entre as duas profundidades, com maior teor na profundidade 0-10 cm. Este resultado se deve ao efeito da contínua adição de material orgânico oriunda do adubo verde sobre a superfície do solo.

Tabela 3: Teores de Carbono Total (C), Nitrogênio Total (N), Fósforo disponível (P) e Relação C/N em função dos sistemas (S1 - Paricá x Puerária; S2 - Paricá x Acacia; S3 - Paricá Monoespecífico) e profundidades (0-10 e 10-20 cm).

Sistema				
Profundidade	S1	S2	S3	Média
Carbono total (g dm⁻³)				
0-10 cm	23,59 a	19,40 a	21,45 a	21,48 a
10-20 cm	17,74 b	17,37 a	18,79 a	17,97 b
Média	20,67 ^{ns}	18,38 ^{ns}	20,12 ^{ns}	
Nitrogênio total (g dm⁻³)				
0-10 cm	3,27 aA	2,12 aB	2,18 aB	2,52 a
10-20 cm	2,35 bA	1,98 aAB	1,66 aB	2,00 b
Média	2,81 A	2,05 B	1,92 B	
Relação C/N*				
0-10 cm	7,36 A	9,44 A	10,21 A	9,00 ^{ns}
10-20 cm	8,48 B	9,87 AB	11,76 A	10,03 ^{ns}
Média	7,92 B	9,65 AB	10,99 A	
Fósforo disponível (mg dm⁻³)				
0-10 cm	8,8 aAB	6,77 aC	7,41 aBC	7,66 a
10-20 cm	4,06 bB	2,66 bB	5,64 bA	4,12 b
Média	6,43 A	4,72 B	6,53 A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ns = variável não apresentou efeito significativo. * Variável cujo os dados foram transformados através da fórmula $x = \log(x)$.

Os elevados valores de carbono total (C) encontrados neste estudo podem ser atribuídos à produção de grande quantidade de biomassa por parte das espécies florestais e aporte de matéria orgânica folhosa.²³ A cobertura do solo com *Pueraria phaseoloides* favoreceu o incremento de resíduos vegetais na camada superficial do solo, aumentando carbono no sistema ($C = 23,59 \text{ g dm}^{-3}$), resultado este que justifica a utilização de plantas leguminosas de cobertura em áreas reflorestadas.

Em relação ao N foi constatado efeito entre os sistemas e profundidades. O sistema S1 apresentou maior teor, diferindo estatisticamente dos demais sistemas. O efeito da profundidade ocorreu no sistema S1, sendo o maior teor obtido na profundidade 0-10 cm. Nos resultados se observa o incremento de nitrogênio oriundo da fixação biológica promovida pelo adubo verde em simbiose com bactérias diazotróficas.²⁴ Alcântara et al.²⁵ encontraram maiores teores de formas de nitrogênio em solos cultivados com espécies leguminosas, fazendo relação com o processo de fixação simbiótica e a capacidade mais eficiente do seu sistema radicular em absorver nutrientes.

Apesar das espécies *Pueraria phaseoloides* e *Acacia mangium* apresentarem capacidade de nodular e fixar nitrogênio atmosférico, o *turnover* deste elemento é inferior para a primeira espécie, por ser uma leguminosa de cobertura, enquanto que a segunda é uma arbórea. Além disso, as taxas de absorção são diferenciadas, com grande demanda da segunda espécie, justificando as diferenças encontradas entre os dois sistemas.

Para o atributo relação C/N houve efeito significativo entre os sistemas, com o S3 diferenciando-se do S1, que apresentou menor relação C/N. Tal fato é explicado pelos maiores teores de nitrogênio encontrados neste sistema. De acordo com Moreira e Siqueira,²⁶ na presença de fitomassa com elevada concentração de N, como é o caso da biomassa oriunda das leguminosas, menor será a relação C/N do solo. Quando os valores da relação são inferiores a 12 prevalece o processo de mineralização do nitrogênio no solo, visto que a

demanda por N dos microrganismos no processo de decomposição é satisfeita rapidamente, e o N em excesso passa a ser liberado rapidamente no solo. Resultado semelhante foi encontrado por Lopes et al.²⁷ ao estudar diferentes sistemas de manejo do solo no nordeste paraense.

Os teores de fósforo disponível variaram em escala considerada como de nível baixo a médio, considerando o teor de argila do solo.¹⁹ Estes resultados são associados ao alto grau de intemperismo dos solos da Amazônia, onde se observa a fixação e precipitação do fósforo com óxidos de Al e Fe o que reduz significativamente a presença deste na solução do solo.²⁸ Houve efeito significativo entre os sistemas e profundidades, com maior teor de fósforo no S1 e S3 e na profundidade (0-10 cm). O sistema S2 apresenta os menores teores devido provavelmente a demanda da Acácia pelo nutriente. A matéria orgânica presente na superfície explica essa resposta, pois a biomassa vegetal é responsável pelo incremento de boa parte do fósforo do solo em regiões tropicais. Além disso, essa resposta pode ser relacionada com a baixa mobilidade conferida a este nutriente no solo,²⁹ resultando em maiores teores na camada superficial do solo.

2.3.3 Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}) e Potássio (K^+) trocáveis.

As equações das curvas analíticas com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), obtidas para Ca^{2+} e Mg^{2+} através da absorção atômica, assim como os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) calculados a partir de 10 leituras do branco analítico estão apresentados na Tabela 4. Pela análise dos valores de R^2 , as curvas analíticas obtidas apresentaram boa linearidade dentro das faixas de concentrações avaliadas. Os limites de detecção e de quantificação permitem a determinação de Ca^{2+} e Mg^{2+} nas amostras.

Tabela 4. Dados relativos às curvas de calibração de Ca e Mg, e limiares analíticos

Elemento	Faixa Linear (mg L ⁻¹)	Equação da curva analítica	R ²	LD (µg L ⁻¹)	LQ (µg L ⁻¹)
Ca	1,0 – 4,0	$Q_{Ca} = 0,0127c_{Ca} - 0,0063$	0,9900	33,40	111,35
Mg	0,5 – 2,0	$Q_{Mg} = 0,3957c_{Mg} + 0,1246$	0,9908	1,07	3,57

Q = absorvância; c = concentração do analito; R² = Coeficiente de determinação; LD = Limite de Detecção; LQ = Limite de Quantificação.

As recuperações nas amostras de solos foram próximas de 100% e situaram-se entre 95-98% para o elemento Ca e 101-104% para o elemento Mg²⁺, mostrando boa exatidão da metodologia proposta.

Os resultados dos cátions trocáveis Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ são mostrados na Tabela 5. Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ encontrados enquadraram-se nas classes baixo e médio, enquanto que os teores de K⁺ foram classificados como de nível baixo.¹⁹

A análise dos teores de Ca²⁺ apresentou efeito significativo entre os sistemas e profundidades. Os sistemas S1 e S3 apresentaram os maiores teores, bem como a profundidade 0-10 cm. Verifica-se que não houve diferença entre os sistemas S1 e S3, portanto, pode-se inferir que está ocorrendo a manutenção deste elemento no consórcio estabelecido no sistema S1. Centurion et al.³⁰ constataram aumento nos teores de cálcio em plantio de Seringueira (*Hevea brasiliensis*) consorciado com *Pueraria phaseoloides*.

Em relação ao Mg²⁺, observou-se diferença significativa entre os três sistemas, com maior teor no S3, sendo verificado também efeito da profundidade, com maior teor na camada 0-10 cm. Estes resultados evidenciam a existência de concorrência interespecífica em relação ao nutriente Mg²⁺. Yamashita et al.²⁰ observaram maiores teores de Mg²⁺ na biomassa aérea da *Acacia mangium* em relação a concentração disponível no solo, sugerindo a alta exigência da cultura por este nutriente.

Tabela 5: Teores de cátions trocáveis Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}) e Potássio (K^+) em função dos sistemas (S1 – Paricá x Puerária; S2 – Paricá x Acacia; S3 – Paricá Monoespecífico) e profundidades (0-10 e 10-20 cm).

Sistema				
Profundidade	S1	S2	S3	Média
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)				
0-10 cm	2,17 aA	1,49 aB	2,40 aA	2,02 a
10-20 cm	1,92 aA	1,24 aB	1,78 bAB	1,65 b
Média	2,05 A	1,37 B	2,09 A	
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)**				
0-10 cm	0,77 aB	0,52 aC	1,10 aA	0,80 a
10-20 cm	0,59 aA	0,34 bB	0,77 bA	0,57 b
Média	0,68 B	0,43 C	0,94 A	
Potássio (cmol _c dm ⁻³ ***)				
0-10 cm	0.02	0.01	0.02	0,02 ^{ns}
10-20 cm	0.02	0.01	0.01	0,01 ^{ns}
Média	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ns = variável não apresentou efeito significativo. ** Variável cujo os dados foram transformados através da fórmula: $x = \text{raiz}(x)$ *** Variável submetida ao teste não paramétrico. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Nos resultados mostrados na Tabela 5 observam-se teores baixos de K^+ . Monteiro et al.¹⁰ e Silva et al.¹¹ também encontraram baixos teores deste elemento. Dessa forma, os teores de K^+ encontrados neste estudo não representam limitação à produção da cultura, devido à adequação da mesma à baixa disponibilidade do nutriente.³¹

2.3.4 Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica Potencial (T), Saturação por Bases (V%) e Saturação por Alumínio (m%).

Os resultados dos parâmetros SB, T, V e m são mostrados na Tabela 6. Observa-se na análise dos dados, efeito significativo entre os sistemas e profundidades para o parâmetro SB. Os maiores valores foram encontrados nos sistemas S1 e S3 e na profundidade 0-10 cm. Esta resposta está associada a maior concentração do nutriente Ca^{2+} , que aparece em maior quantidade nestes sistemas. Resultados similares foram obtidos por autores que estudaram solos da mesma região.¹⁰ A diferença observada entre as profundidades tem relação direta com os seus teores de matéria orgânica, pois sabe-se que este atributo do solo influencia parâmetros do solo como SB e T.³²

Os valores T encontrados neste estudo estão de acordo com os resultados obtidos para os solos de regiões tropicais, que é inferior a $10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, ou seja, baixa concentração. Embora se perceba incremento deste parâmetro no S1, a análise estatística dos dados não exibiu efeito significativo para os dois fatores avaliados.

O parâmetro V foi maior nos sistemas S1 e S3, mostrando mesma tendência encontrada para SB, embora o efeito da profundidade não tenha sido significativo. Assim, os sistemas S1 e S3 apresentam boa disponibilidade de cátions úteis no complexo de troca, condição favorável ao desenvolvimento de espécies.

Em relação ao parâmetro m, observa-se maior valor para o S2, seguido pelo S1 e S3, com diferença significativa entre cada sistema e, também, para as profundidades avaliadas. Os resultados seguem a tendência encontrada para o Al^{3+} . Todavia, não há risco de toxidez por alumínio em nenhum dos sistemas avaliados, devido aos baixos valores m encontrados.

Tabela 6: Soma de bases (SB), CTC potencial (T) e Saturação por Bases (V) e Alumínio (m) em função dos sistemas (S1 – Paricá x Puerária; S2 – Paricá x Acacia; S3 – Paricá Monoespecífico) e profundidades (0-10 e 10-20 cm).

Sistema				
Profundidade	S1	S2	S3	Média
SB (cmol _c dm ⁻³)*				
0-10 cm	2,99 aA	2,05 aB	3,54 aA	2,86 a
10-20 cm	2,55 aA	1,61 aB	2,58 bA	2,25 b
Média	2,77 A	1,83 B	3,06 A	
T (cmol _c dm ⁻³)**				
0-10 cm	6.21	5.79	6,03	6,01 ^{ns}
10-20 cm	5.26	4.81	4,44	4,84 ^{ns}
Média	5.74 ^{ns}	5.30 ^{ns}	5.23 ^{ns}	
V (%)				
0-10 cm	48,23 A	37,40 B	58,22 A	47,95 ^{ns}
10-20 cm	47,48 A	34,80 B	56,83 A	46,37 ^{ns}
Média	47,86 A	36,10 B	57,53 A	
m (%)*				
0-10 cm	12,58 aA	16,63 aA	6,32 bB	11,84 b
10-20 cm	14,18 aB	22,23 aA	8,96 aC	15,12 a
Média	13,38 B	19,43 A	7,64 C	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ns = variável não apresentou efeito significativo. * Variável cujo os dados foram transformados através da fórmula $x = \log(x)$ *** Variável submetida ao teste não paramétrico. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

2.4 CONCLUSÃO

Os sistemas S1 (Paricá x Puerária) e S3 (Paricá Monoespecífico) apresentam complexos de troca favorável aos cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}), em virtude do menor conteúdo de Al^{3+} , maior soma de bases e saturação por bases.

O sistema S1 promove o incremento de nitrogênio no solo. Já o sistema S2 (Paricá x Acácia) apresenta maior acidez. Neste, faz-se necessário a reformulação da correção química aplicada para manutenção da fertilidade do solo em função da demanda exigida pelas culturas envolvidas no sistema.

2.5 REFERÊNCIAS

1. ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2011, ano base 2010. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas-ABRAF: Brasília, 2011.
2. Lentini, M.; Pereira, D.; Celentano, D. & Pereira, R. *Fatos Florestais da Amazônia*. Imazon: Belém, 2005.
3. Brienza Júnior, S.; Maneschy, R.Q.; Mourão Júnior, M.; Gazel Filho, A.B.; Yared, J.A.G.; Gonçalves, D.; Gama, M.B. *Pesq. Flor. Bras.* **2009**, 60, 67.
4. Costa, F.S.; Albuquerque, J.A.; Bayer, C.; Fontoura, S.M.V.; Wobeto, C.; *Rev. Bras. Ciên. Solo*, **2003**, 27, 527.
5. Angiosperm Phylogeny Group II (APG). *Bot. J. Linn. Soc.* **2003**, 141, 399.
6. Ducke, A., IAN Boletim Técnico 18, Belém, 1949.
7. Ohashi, S.T.; Yared, J.A.G.; Neto, J.T.F. *Acta Amaz.* **2010**, 40, 81.
8. Rosa, L.S. *Rev. Ciênc. Agrár.* **2006**, 45, 135.
9. Cordeiro, I.M.C.C.; Santana, A.C.; Lameira, O.A.; Silva, L.M. *Ver. Fac. Agron. (LUZ)*. **2009**, 26, 243.

10. Monteiro, K.F.G.; Kern, D.C.; Ruivo, M.L.P.; Rodrigues, T.E.; Cometti, J.L.S. *Acta Amaz.* **2010**, 40, 409.
11. Silva, A.K.L.; Vasconcelos, S.S.; Carvalho, C.J.R.; Cordeiro, I.M.C.C. *Plant Soil.* **2011**, 347, 377.
12. Hoffmann, R.G.; Silva, G.F.; Chichorro, J.F.; Ferreira, R.L.C.; Vescovi, L.B.; Zaneti, L.Z. *Rev. Bras. Ciên. Agrár.*, **2011**, 6, 675.
13. Wastowski, A.D.; Rosa, G.M.; Cherubin, M.R.; Rigon, J.P.G. *Quim. Nova.* **2010**, 33, 1449.
14. Piccinin, J.L. Relatório DCR/FAPESPA/CNPQ: Belém, 2011.
15. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997.
16. SigmaPlot Version 11.0. Systat Software, Inc., Chicago, 2008.
17. Arnold, G. & Van Diest, A. *Fert. Res.* **1991**, 27, 29.
18. Luchese, E.B. Em Fundamentos da química do solo: teoria e prática. Luchese, E.B.; Favero, L.O.B.; Lenzi, E. eds. Freitas Bastos: Rio de Janeiro, 2001.
19. Brasil, E.C.; Cravo, M.S. Comunicado Técnico. 1ª ed. EMBRAPA-CPATU: Belém, 2007.
20. Yamashita, N.; Ohta, S.; Hardjono, A. *Forest Ecol. Manag.* **2008**, 254, 362.
21. Arnold, G. *Plant Soil*, **1992**. 142, 41.
22. Segnini, A.; Santos, L.M.; Silva, W.T.L.; Martin-Neto, L.; Borato, C.E.; Melo, W.J.; Bolonhezi, D. *Quim. Nova*, **2008**, 31, 94.
23. Griffith, J.J.; Dias, L.E.; Jucksch, I. *Saneam. Amb.*, **1996**, 7, 28.
24. Heinrichs, R.; Vitti, G.C.; Moreira, A.; Figueiredo, P.A.M.; Fancelli, A.L.; Corazza, E.J. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, **2005**, 29, 71.
25. Alcântara, F.A.; Furtini Neto, A.E.; Paula, M.B.; Mesquita, H.A.; Muniz, J.A. *Pesq. Agropec. Bras.* **2000**, 35, 277.

26. Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2. ed. atual. e ampl. Universidade Federal de Lavras: Lavras, 2006.
27. Lopes, E.L.N.; Fernandes, A.R.; Ruivo, M.L.P.; Cattanio, J.H.; Souza, G.F. *Rev. Bras. Ciênc. Solo.* **2011**, 35, 1127.
28. Novais, R.F.; Smyth, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 1999.
29. Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Ed. Agronômica Ceres: São Paulo, 2006.
30. Centurion, M.A.P.C.; Centurion, J.F.; Roque, C.G.; Prado, R.M.; Natale, W. *Rev. Árvore.* **2005**, 29, 185
31. Viégas, I.J.M.; Ramos, E.J.A.; Thomaz, M.A.A.; Sato, T. Comunicado Técnico 163. EMBRAPA-CPATU: Belém, 2007.
32. Bayer, C.; Mielniczuk, J. *Rev. Bras. Ciênc. Solo.* **1997a**, 21, 105.

3 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CRESCIMENTO DO PARICÁ [*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke)] EM ÁREA REFLORESTADA NO PARÁ.

Possidônio Guimarães Rodrigues

Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo

Jorge Luiz Piccinin

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho caracterizar os atributos químicos de um Latossolo e sua relação com o crescimento do Paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] em áreas alteradas submetidas ao reflorestamento no Município de Tailândia-PA. Avaliaram-se os sistemas S1 [Paricá x Puerária (*Pueraria phaseoloides*)], S2 [Paricá x Acácia (*Acacia mangium*)] e S3 (Paricá monoespecífico) conduzidos a 5 anos pela empresa G.M. Sufredini LTDA.. Determinaram-se os seguintes atributos químicos do solo na profundidade 0-20 cm: pH, C e N totais, H+Al, P disponível, Ca, Mg, K e Al trocáveis. Calcularam-se os valores C/N, SB, T, V e m. Registrou-se no Plantio de Paricá a sobrevivência, mortalidade e o número de plantas defeituosas em um universo amostral que continha 352 indivíduos. Tomou-se como medida de crescimento o Diâmetro à altura do peito (DAP). Observou-se incremento no teor de nitrogênio do solo no sistema S1. O sistema S2 apresentou piores condições de fertilidade do solo, porém apresentou maior incremento diamétrico do Paricá (média = 16,64 cm). O S3 apresentou maior taxa de sobrevivência sendo na ordem de 90,63%. Conclui-se que a relação solo-planta apresentada no sistema S3 pode ser considerada ideal para o estabelecimento dos plantios de Paricá na região.

Palavras-Chave: Silvicultura; DAP; Fertilidade do Solo.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL AND GROWTH OF THE PARICÁ (*SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM*) IN THE PARÁ REFORESTED AREA.

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize the chemical attributes of an Oxisol and its relation to growth Paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] in disturbed areas subject to Reforestation in the Municipality of Tailândia, northeast of Pará. Were evaluated systems S1 [Paricá x Puerária (*Pueraria phaseoloides*)], S2 [Paricá x Acácia (*Acacia mangium*)] and S3 (Paricá monocropping) conducted by the company GM Sufredini Industrial LTDA. to 5 years. Were determined following soil chemical properties in the 0-20 cm depth: pH, total C and N, H+Al, P, Ca, Mg, K and Al exchangeable. Values were calculated C/N, SB, T, V and m. Recorded at Planting Paricá survival, mortality and the number of plants defective in a sample universe that contained 352 individuals. Was taken as a measure of growth the diameter at breast height (DBH). Among the main results, we observed an increase in the nitrogen content of the soil in the system S1. The system S2 showed the worst conditions of soil fertility, but had more diameter growth of Paricá (mean = 16.64 cm). The S3 showed higher survival rate being in the order of 90.63%. We conclude that the relationship presented in soil-plant systems S1 and S3 can be considered ideal for the establishment of plantations of the Paricá in the region.

Keywords: Silviculture, DBH, Soil Fertility.

3.1 INTRODUÇÃO

O reflorestamento comercial na Amazônia brasileira é uma atividade econômica recente que vem se expandindo nestas últimas décadas, seja por motivos de reposição florestal ou pela falta de matéria-prima para o abastecimento das indústrias madeireiras (Rosa, 2006). O Paricá, *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, figura atualmente como espécie nativa mais plantada no Brasil, ocupando grande parte das áreas reflorestadas no Estado do Pará (Galeão et al., 2006).

O Paricá é uma leguminosa arbórea nativa da região amazônica, pertencente à família Fabaceae (APG II, 2003). Apresenta rápido crescimento e tolerância a solos de baixa fertilidade e elevada acidez, no entanto, com seu desenvolvimento respondendo ao manejo químico. É uma das culturas mais disseminadas entre os silvicultores devido a facilidade de obtenção de sementes e baixo custo de implantação, sendo utilizado na fabricação de laminados e compensados para a indústria moveleira e/ou construção civil (Rosa, 2006; Ohashi et al., 2010).

A atividade agrícola ou florestal é influenciada pelas condições de manejo em que são submetidas as culturas. O solo figura como um dos principais fatores nesse processo. A manutenção de seus atributos, principalmente a matéria orgânica, contribui para a produção e sustentabilidade do sistema em solos de regiões tropicais, como os da Amazônia, que apresenta cerca de 30 a 40% de suas florestas sobre solos inférteis (Quesada et al., 2009).

Barbosa et al. (2012), ao estudarem a inter-relação entre os atributos do solo e a produtividade de *Pinus* sp. no cerrado, concluíram que a produtividade de madeira dessa espécie varia substancialmente em função do pH do solo, de forma potencial. Dedeczek et al. (2008), ao estudarem a influência de diversos sítios no crescimento de *Pinus taeda* verificaram que os sítios mais produtivos apresentaram maiores teores de K e P, pH mais elevado, maior saturação por bases e menor saturação por Al.

As formas de plantio de espécies florestais também contribuem decisivamente para a produtividade de culturas de interesse. Vezzani et al. (2001), estudando o plantio homogêneo e consorciado de *Eucalyptus saligna* (Smith) e *Acacia mearnsii* (De Wild.) no Rio Grande do Sul, verificaram que o consórcio beneficiou a nutrição do eucalipto, em relação ao nitrogênio, e contribuiu para aumentar o estoque deste no ecossistema. A complexidade dos ecossistemas é o que faz a diferença para o desempenho eficiente das funções do sistema solo, determinando sua qualidade ambiental, sendo que essa complexidade é alcançada pelo cultivo contínuo e diversificado de plantas (Freitas et al., 2012).

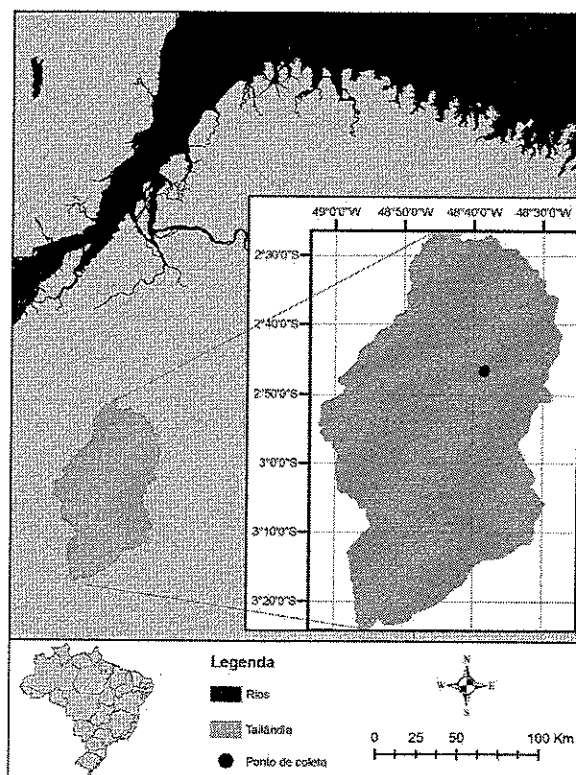
Informações acerca do crescimento do Paricá em diversos sistemas de plantio e do ambiente edáfico sob estes sistemas podem favorecer a difusão da cultura e os benefícios ambientais a ela associados. Assim sendo, objetivou-se com este trabalho caracterizar os atributos químicos do solo e o crescimento do Paricá em sistemas reflorestados no nordeste paraense, no intuito de difundir conhecimento sobre a manutenção da fertilidade do solo e o grau de desenvolvimento da cultura na Amazônia Oriental.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em uma área experimental pertencente à Empresa G.M. SUFREDINI INDUSTRIAL LTDA., localizada no Município de Tailândia (Figura 1), mesorregião Nordeste Paraense ($2^{\circ} 36'$ e $3^{\circ} 24'$ de latitude sul e $48^{\circ} 58'$ e $48^{\circ} 33'$ de longitude oeste). O clima local é quente e úmido, tipo Am (Köppen), com média anual pluviométrica de 2.590 mm e temperatura média anual de 28°C . A vegetação predominante é do tipo floresta equatorial subperenifólia densa; o relevo predominante na área é o plano e suave ondulado; o solo encontrado na região é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa [teor de argila 440 g kg^{-1} solo (Piccinin, 2011)].

Figura 1: Localização da área de estudo. Município de Tailândia, nordeste do Estado do Pará.



3.2.2 Histórico e Preparo da Área

A área de estudo sofreu remoção da vegetação primária (exploração florestal) na década de 80, sendo transformada em pastagem para atividade pecuária extensiva. Em 2004 foi implantado o experimento de reflorestamento com Paricá. Antes da instalação do experimento, a área foi submetida à aração e gradagem com incorporação de CaCO_3 , na proporção de $1,5 \text{ t ha}^{-1}$. O plantio do Paricá, espaçamento $3,5 \times 4,0 \text{ m}$, foi efetuado com mudas produzidas em viveiro próprio. Na ocasião do plantio ocorreu adubação com esterco de curral (500 g cova^{-1}). No primeiro ano ocorreu adubação NPK 10-20-20 ($150 \text{ g planta}^{-1}$), aos 50, 150 e 300 dias do plantio. No segundo ano, procedeu-se a adubação NPK 10-10-10 ($100 \text{ g planta}^{-1}$) antes e após o período chuvoso. Para controlar a invasão de plantas daninhas, utilizou-se o herbicida (glifosato) no 1º e 3º ano.

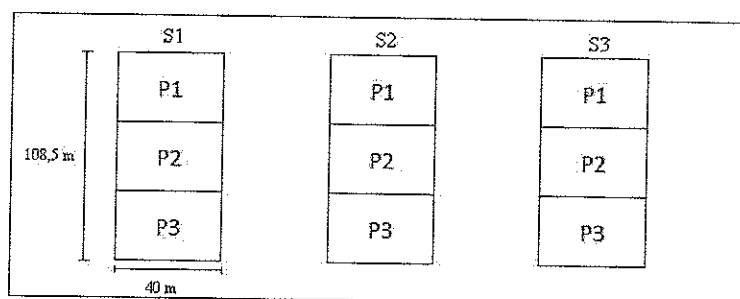
Os consórcios foram implementados após o segundo ano do plantio do Paricá, utilizando-se as espécies Acácia (*Acacia mangium* Willd.) e Puerária [*Pueraria phaseoloides*

(Roxb.) Benth], ambas plantadas nas entrelinhas do Paricá. A Puerária foi submetida à roçagem uma vez ao ano, visando apenas evitar o hábito de trepadeira dessa leguminosa nas árvores de Paricá, visto que poderia limitar seu crescimento.

3.2.3 Delineamento experimental e tratamentos avaliados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo que os tratamentos avaliados resultaram dos sistemas de plantio do Paricá em monoespecífico ou consorciado, sendo: Sistema 01 (S1): Paricá x Puerária [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth]; Sistema 02 (S2): Paricá x Acácia (*Acacia mangium* Willd.); Sistema 03 (S3): Paricá monoespecífico. Cada sistema avaliado tinha área igual a 4.340 m², sendo a área total do experimento 13.020 m² (Figura 2).

Figura 2: Croqui da área experimental. S1 = sistema 01 (Paricá x Puerária), S2 = sistema 02 (Paricá x Acácia), S3 = sistema 03 (Paricá monoespecífico). P1, P2 e P3 = parcelas experimentais.



3.2.4 Coleta e Processamento das Amostras de Solo

Para caracterização química do solo foram coletadas, em agosto de 2010, quatro amostras simples em cada parcela, nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, perfazendo 24 amostras por sistema. Após secagem das amostras de solo ao ar, estas foram peneiradas em malha de 02 mm e então conduzidas ao Laboratório de Análises Químicas (LAQ-Goeldi/CCTE/MPEG) para procedimento analítico.

3.2.5 Caracterização Química do Solo

Foram determinados os seguintes atributos químicos: pH em água (1:2,5) por potenciometria direta; extraíram-se os cátions trocáveis em cloreto de potássio 1 N, sendo quantificados por espectrometria de absorção atômica (Ca^{2+} e Mg^{2+}) e fotometria de chama (K^+); a acidez trocável (Al^{3+}), foi extraída com cloreto de potássio 1 mol L^{-1} e quantificada por titulometria com hidróxido de sódio; a acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 N a pH 7,0 e quantificada por titulometria com hidróxido de sódio; O fósforo disponível (P) foi extraído com Mehlich 1 e determinado por espectrofotometria; O carbono (C) e nitrogênio (N) total foram determinados no analisador elementar CHNS LECO. Todos os procedimentos citados seguiram metodologia preconizada pela Embrapa (Embrapa, 1997), com exceção da análise de carbono e nitrogênio.

Com os resultados analíticos obtidos, foram calculados os valores da relação carbono/nitrogênio (C/N), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m), através das fórmulas I, II, III e IV descritas abaixo:

$$\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ \quad (\text{I})$$

$$\text{T} = \text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}) \quad (\text{II})$$

$$\text{V} = 100 * \text{SB} / \text{T} \quad (\text{III})$$

$$\text{m} = 100 * \text{Al}^{3+} / \text{T} \quad (\text{IV})$$

3.2.6 Diâmetro à Altura do Peito (DAP), Taxas de Sobrevivência, Mortalidade e Plantas Defeituosas

Para caracterização do parâmetro dendrométrico foram realizadas observações em cada sítio experimental, amostrando-se árvores em um esquema matricial 11x32, perfazendo 352 amostras por sistema de plantio (sítio). Mediu-se o DAP (diâmetro a altura do peito) com fita diamétrica padrão a 1.30 metros da superfície do solo, no mês de agosto de 2010, quando as árvores de Paricá apresentavam idade de 60 meses.

Após levantamento exploratório em campo, contou-se o número de plantas vivas e o número de plantas defeituosas (bifurcadas ou nós). Assim, estimou-se a taxa de sobrevivência, pela relação entre o número de plantas vivas e o número total de amostragem ($n=352$), a taxa de mortalidade, pela relação entre o número de plantas mortas e número total de amostragem

(n=352); a taxa de plantas defeituosas, pela relação entre o número de plantas com nó ou bifurcadas e o número de plantas vivas.

3.2.7 Análise dos Dados

Os dados dos atributos químicos do solo e DAP foram submetidos à análise de Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e variâncias homogêneas (Bartlett). Atendido os pressupostos foi realizada a Análise de Variância (ANOVA), sendo o efeito significativo submetido ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados através das Fórmulas V e VI abaixo:

$$X = \log_{10} (X) \quad (V)$$

$$X = X^{1/2} \quad (VI)$$

Mesmo passando por transformação, alguns dados ainda não atendiam os pressupostos básicos da ANOVA, portanto, optou-se por analisar esses dados com estatística não-paramétrica. Nesse caso, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis com 5% de probabilidade de erro. Também, montou-se a matriz de correlação [Pearson ($p < 0,05$)], para efetuar as correlações lineares simples para as combinações, duas a duas, entre os atributos químicos do solo e o DAP das plantas de Paricá.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Atributos Químicos do Solo

Os atributos químicos do solo nos sistemas em estudo são mostrados na Tabela 1. A grande variabilidade encontrada nos dados pode ter relação com a baixa ocorrência de efeito significativo para o coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$) para a maioria dos atributos químicos avaliados, embora tenha existido significância para os testes de comparação de médias ao mesmo nível de significância.

O pH variou entre 5,38 e 5,92, intervalo considerado moderadamente ácido. Os resultados foram semelhantes aos observados por outros autores que pesquisaram solos da mesma região (Monteiro et al., 2010; Silva et al., 2011). Nota-se que o maior valor de pH foi encontrado no S3, com diferença para os demais sistemas. O consórcio com outras culturas aumentou a densidade de plantas por área, logo, aumentou também a quantidade de raízes, e estas são responsáveis por acidificar a superfície do solo, através do mecanismo antiporte da

membrana plasmática, que libera um íon H na absorção de um cátion nutriente, acidificando assim a rizosfera (Hiatt & Legett, 1974; Arnold & Van Diest, 1991).

Tabela 1: Atributos químicos do solo (0-20 cm) nos sistemas de plantio de Paricá: S1 (Paricá x Puerária), S2 (Paricá x Acácia) e S3 (Paricá monoespecífico), em área reflorestada em Tailândia-PA.

Atributos Químicos do Solo	Unidade	Sistemas de Plantio			CV (%)
		S1	S2	S3	
pH	-	5,38 B	5,13 B	5,92 A	12,15
C	g dm ⁻³	20,67 ^{ns}	18,38 ^{ns}	20,12 ^{ns}	28,85
N	g dm ⁻³	2,81 A	2,05 B	1,92 B	36,91
C/N*	-	7,92 B	9,65 AB	10,99 A	38,22
Al ³⁺ ***	cmol _c dm ⁻³	0,38 B	0,43 A	0,22 C	42,07
H ⁺ + Al ³⁺ *	cmol _c dm ⁻³	2,97 A	3,47 A	2,18 B	39,73
P	mg dm ⁻³	6,43 A	4,72 B	6,53 A	43,57
K ⁺ ***	cmol _c dm ⁻³	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	55,71
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	2,05 A	1,37 B	2,09 A	41,88
Mg ²⁺ **	cmol _c dm ⁻³	0,68 B	0,43 C	0,94 A	49,42
SB*	cmol _c dm ⁻³	2,77 A	1,83 B	3,06 A	41,27
T***	cmol _c dm ⁻³	5,74 ^{ns}	5,30 ^{ns}	5,23 ^{ns}	26,37
V	%	47,86 AB	36,10 B	57,53 A	28,74
m*	%	13,38 B	19,43 A	7,64 C	54,83

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (p<0,05). ns = variável não apresentou efeito significativo. * Variável cujo os dados foram transformados através da fórmula $x = \log(x)$. ** Variável cujo os dados foram transformados através da fórmula: $x = \text{raiz}(x)$. *** Variável submetida ao teste não paramétrico. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis (p<0,05). CV = coeficiente de variação.

Para o carbono não foi observado efeito significativo, mas para o nitrogênio verificou-se diferença entre os sistemas, com maior para o S1, ou seja, houve incremento de N oriundo da fixação biológica promovida pela leguminosa Puerária em associação simbiótica com bactérias diazotróficas. Tal processo foi verificado por Alcântara et al. (2000) em estudo avaliando a fertilidade de solo degradado cultivado com adubos verde. A menor relação C/N atribuída ao S1 é consequência da maior disponibilidade de N no solo. Assim, prevalecem os processos de mineralização da matéria orgânica no solo, processo fundamental em solos que apresentam baixa fertilidade natural e elevada acidez, típicos de regiões tropicais.

Em relação a acidez do solo, percebe-se que, de maneira geral, o sistema S2 apresentou menores teores de acidez ativa (pH), e maiores de acidez trocável (Al³⁺) e potencial (H⁺ + Al³⁺), que são características indesejáveis para produção agrícola ou florestal.

Yamashita et al. (2008), estudando plantios de *A. mangium* na Indonésia, verificaram acidificação do solo em virtude da alta taxa de depleção de cátions trocáveis pela cultura da Acácia. Esta característica também foi encontrada em plantio experimental de *Pinus sylvestris* (Arnold, 1992).

Os baixos teores de fósforo encontrados no estudo traduzem as condições da maioria dos solos da Amazônia. Estes resultados são associados ao alto grau de intemperismo dos solos da Amazônia, onde se observa a precipitação e fixação do fósforo com óxidos de Al e Fe o que reduz significativamente a presença deste na solução do solo (Novais & Smyth, 1999). O S2 apresenta o menor teor de P, isto se deve a alta demanda da cultura consorciada em relação ao nutriente. *A. mangium* é uma espécie de rápido crescimento e, que, apesar da qualidade de se adaptar à ambientes com baixa fertilidade natural, responde significativamente a adubação com P, N e S (Braga et al., 1995).

Os parâmetros SB e V encontrados neste estudo demonstram boas condições de fertilidade nos sistemas S1 e S3, ou seja, nestes sistemas há maior disponibilidade de cátions úteis no complexo de troca, condições favoráveis típicas de solos produtivos. Resultados semelhantes foram encontrados por Monteiro et al. (2010) em plantio de Paricá em Argissolos da mesma região.

3.3.2 Taxas de Sobrevivência, Mortalidade e de Plantas Defeituosas

Os dados de sobrevivência, mortalidade e plantas defeituosas (bifurcada/nó) e suas respectivas frequências relativas são mostrados na Tabela 2. Observa-se maior sobrevivência no sistema S3, seguido pelos sistemas S1 e S2. Os plantios de Paricá têm como característica elevados índices de sobrevivência (>70%). Gomes et al. (2010), verificaram taxa de sobrevivência igual a 96% em plantio de Paricá (n=2240), enquanto que Ohashi et al. (2010) encontraram média de 83,61% de taxa de sobrevivência para quatro procedências de Paricá (n=125) aos três anos de idade plantadas no Pará.

Tabela 2: Frequência absoluta e relativa* para sobrevivência, mortalidade e plantas defeituosas de Paricá (*S. amazonicum*) nos sistemas de plantio S1 (Paricá x Puerária), S2 (Paricá x Acácia) e S3 (Paricá monoespecífico) em Tailândia-PA (n=352).

Parâmetro	S1	S2	S3
	Nº plantas observadas		
Sobrevivência	275 (78,13%)	260 (73,86%)	319 (90,63%)
Mortalidade	077 (21,88%)	092 (26,14%)	033 (09,38%)
Bifurcada/Nó	015 (05,45%)	013 (5,00%)	003 (00,94%)
Total	352	352	352

* Frequência relativa entre parêntesis.

As diferenças observadas para os índices de sobrevivência e mortalidade podem estar relacionadas com fatores genéticos. Dessa forma, fazer inferências baseado apenas nas

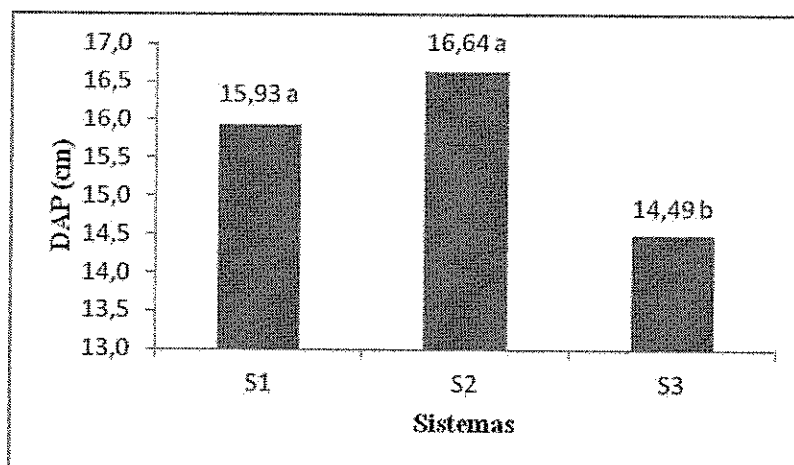
condições do ambiente pode resultar em interpretações errôneas, já que, nesse estudo, não obtivemos informações concretas a respeito da(s) procedência(s) utilizada(s). Sabe-se que existem diferenças quanto ao padrão de crescimento e sobrevivência entre procedências de Paricá utilizadas na região (Ohashi et al., 2010).

Em relação ao número de plantas que apresentaram bifurcação ou nó, observa-se um padrão decrescente na seguinte ordem: S1 (5,45%) > S2 (5,00%) > S3 (0,94%). Observa-se que o plantio monoespecífico apresentou melhor resultado. Porém, ambos os sistemas apresentaram baixas taxas de bifurcação ou nó, característica fortemente desejável em plantios comerciais.

3.3.3 DAP – Diâmetro à Altura do Peito (cm)

A média do DAP de cada sistema é apresentada na Figura 3. Observa-se efeito significativo ($p < 0,05$) entre os sistemas, com maiores médias para os sistemas S2 (16,64 cm) e S1 (15,93 cm), diferindo do sistema S3 (14,49 cm). Embora o sistema S3 tenha apresentado maior taxa de sobrevivência, a média dos diâmetros do Paricá neste sistema foi inferior ao encontrado nos demais sistemas.

Figura 3: Média do DAP (cm) do Paricá (*S. amazonicum*) nos sistemas de plantio S1 (Paricá x Puerária) n=275, S2 (Paricá x Acácia) n=260 e S3 (Paricá Monoespecífico) n=318, em Tailândia-PA.

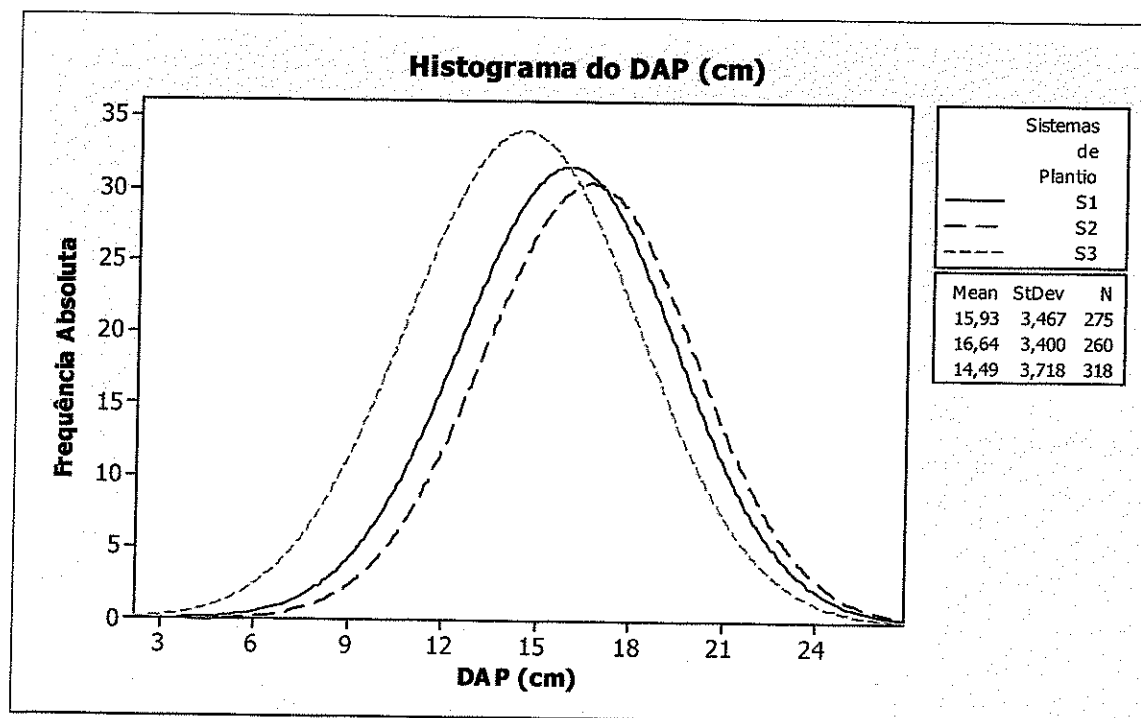


Rondon (2002) encontrou DAP igual a 16,6 cm (n=27) para o plantio de Paricá (3 x 3 m) com idade de 60 meses, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no cerrado. Em plantio com mesma idade em no Pará, com espaçamento 4 x 4 m, Hoffmann et al. (2011) encontraram DAP igual a 19,15 cm (n=62). Silva et al. (2011) obtiveram DAP igual a 16,55 cm em plantio monoespecífico de seis anos (n=4) e 17,31 cm em plantio consorciado com *Cordia goeldiana* Huber. Dessa forma, os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com resultados descritos em literatura relacionada, apesar das diferenças nos moldes experimentais e/ou sistema de manejo adotado.

Nota-se que foi encontrada uma relação inversa entre sobrevivência e DAP, pois o sistema S3, que apresentou maior taxa de sobrevivência, apresentou menor DAP, embora esta característica esteja dentro dos padrões descritos na literatura. Já o sistema S2 apresentou menor taxa de sobrevivência, porém o crescimento diamétrico do Paricá neste sistema foi maior, assim como no consórcio Paricá x Puerária. A menor disponibilidade de nutrientes no complexo de troca no solo sob o S2 pode ter relação com este resultado, pois o rápido crescimento da cultura requer absorção demasiada de nutrientes, logo, ocorreria a redução da disponibilidade destes na solução do solo.

O padrão de distribuição normal das classes diamétricas nos três sistemas de cultivo é apresentado na Figura 4. Padrão semelhante foi observado por Monteiro et al. (2010). Observa-se no gráfico que os sistemas S1 e S2 se assemelham quanto à simetria, com pequena diferença na classe central da distribuição, com S2 mais deslocado à direita, devido à presença de maiores quantidades de árvores com DAP superior. Em contrapartida, o padrão de distribuição das classes de diâmetro no S3 evidencia menor desenvolvimento das árvores, estando a curva que representa o histograma à esquerda das demais.

Figura 4: Distribuição de Frequência Absoluta dos DAP's (cm) do Paricá (*S. amazonicum*) nos sistemas de plantio S1 (Paricá x Puerária), S2 (Paricá x Acácia) e S3 (Paricá Monoespecífico) em Tailândia-PA.



O incremento diamétrico encontrado nos sistemas S1 e S2 tem relação direta com os teores de nitrogênio total presente nos solos sob estes sistemas, conforme mostra a matriz de correlação entre os atributos químicos do solo e o DAP das árvores de Paricá (Tabela 3). O nitrogênio se constitui elemento chave no crescimento de espécies, devido à formação de proteínas e ácidos nucleicos (Malavolta, 2006). Vale ressaltar que ambas as espécies

utilizadas no consórcio com o Paricá neste estudo, são plantas fixadoras de nitrogênio atmosférico.

3.3.4 Correlação entre os atributos químicos do solo e o DAP do Paricá

A análise da Tabela 3 permite a observação de efeito significativo entre o DAP do Paricá e os atributos pH, N, C/N e Al^{3+} , sendo a relação moderada positiva para os atributos N e Al^{3+} e negativa para pH e C/N.

Tabela 3: Matriz de Correlação Linear de Pearson entre os atributos químicos do solo e o DAP das árvores de Paricá (n=72).

Atributos Químicos do Solo	DAP	
	r	P-valor
pH	-0,287*	0,015
C	-0,030	0,801
N	0,340**	0,003
C/N	-0,410**	0,000
Al^{3+}	0,254	0,031
$H^+ + Al^{3+}$	0,205	0,083
P	0,161	0,176
K^+	0,197	0,096
Ca^{2+}	-0,027	0,822
Mg^{2+}	-0,022	0,854
SB	-0,025	0,838
T	0,145	0,225
V	-0,121	0,310
m	0,232	0,050

r = Coeficiente de Correlação

* significativo ao nível de 0,05

** significativo ao nível de 0,01

A análise do resultado da correlação linear nos permite inferir sobre quais atributos químicos do solo apresenta resposta em relação ao crescimento da planta, no caso o parâmetro diâmetro. O DAP foi maior onde encontramos maiores teores de N, respectivamente, S1 e S2, evidenciando o coeficiente de correlação encontrado na matriz.

Em relação às correlações negativas, destaca-se o atributo relação C/N. Essa relação controla os processos de ciclagem de nutrientes no ambiente edáfico, visto que nos solos tropicais é grande a contribuição da matéria orgânica para a disponibilidade dos

nutrientes no solo. Alta relação C/N indica imobilização de nutrientes no solo e redução da disponibilização destes na solução do solo. Assim, o crescimento vegetal é limitado em solos que apresentam essa condição, o que provavelmente, foi o caso desse estudo.

3.4 CONCLUSÃO

Em relação aos atributos químicos do solo, observa-se nos resultados que o consórcio entre Paricá e Puerária promove o incremento de nitrogênio no solo. Já o consórcio entre Paricá e Acácia pode causar acidificação do solo. Em todos os sistemas o teor de potássio está abaixo da média encontrada para os demais solos da região.

A taxa de sobrevivência do Paricá foi maior no plantio monoespecífico, porém, neste sistema a cultura teve menor DAP. O plantio consorciado favoreceu o crescimento diamétrico do Paricá, sendo o maior DAP encontrado no consórcio com Acácia.

Os atributos químicos do solo N, C/N e pH apresentaram correlação significativa com o DAP do Paricá. A alta variabilidade dos dados ocasionou baixos índices de correlação entre as variáveis estudadas.

3.5 REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- ALVINO-RAYOL, F. O.; ROSA, L. S.; RAYOL, B. P. Efeito do espaçamento e do uso de leguminosas de cobertura no manejo de plantas invasoras em reflorestamento de *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke (Paricá). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 391-399, 2011.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II (APG II), An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGII. **Bot. J. Linn. Soc.**, v. 141, pp. 399-436, 2003.
- ARNOLD, G. & VAN DIEST, A. Nitrogen supply, tree growth and soil acidification. **Fertilizer Research**, v. 27, pp. 29-38, 1991.
- ARNOLD, G. Soil acidification as caused by the nitrogen uptake pattern of Scots pine (*Pinus sylvestris*). **Plant and Soil**, v. 142, pp. 41-51. 1992.
- BARBOSA, C. E. M.; FERRARI, S.; CARVALHO, M. P.; PICOLI, P. R. F.; CAVALLINI, M. C.; BENETT, C. G. S.; SANTOS, D. M. A. Inter-relação da produtividade de madeira do Pinus com atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 25-35, 2012.

- BRAGA, F. A.; VALE, F. R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G. A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, v. 19, n. 1, p. 18-31, 1995.
- CORDEIRO, I. M. C. C. Comportamento de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e Ananas comosus var erectifolus (L.B.Smith) Copperns & Leal sob diferentes sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará (PA). Originalmente apresentada como Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural da Amazônia - PA. 2007, 109 p.
- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, v. 27, p. 527-535. 2003.
- DEDECEK, R. A.; FIER, I. S. N.; SPELTZ, R.; LIMA, L. C. S. Influência do sítio no desenvolvimento do *Pinus taeda* aos 22 anos: 1. Características físico-hídricas e químicas do solo. **Floresta**, v. 38, n. 3, p. 507-516, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de Métodos de Análises de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; CURTI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 3, p. 417-428, 2012.
- GALEÃO, R. R.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G.; MARQUES, L. C. T.; COSTA FILHO, P. P. Diagnóstico dos projetos de reposição florestal no estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, p. 101-120, 2006.
- GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, M. G.; NOBRE, D. N. V.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R.; SANTOS, R. N. J. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Acta Amaz.** [online], v. 40, n. 1, p. 171-178, 2010.
- HIATT, A. J.; LEGETT, J. E. Ionic interactions and antagonisms in plants. In: CARSON, E.W., ed. **The plant root and its environment**. Charlottesville, University Press of Virginia, p. 101-134, 1974.
- HOFFMANN, R. G.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; FERREIRA, R. L. C.; VESCOVI, L. B.; ZANETI, L. Z. Caracterização dendrométrica de plantios de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 675-684, 2011.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RODRIGUES, T. E.; RUIVO, M. L. P.; FARIAS, P. R. S. Caracterização dos Argissolos amarelos com adição de resíduos de madeira: uma alternativa de uso como cobertura em solos da Amazônia paraense. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 1, p. 139-148, 2006.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; COMETTI, J. L. S. Uso de resíduos de madeira como alternativa de melhorar as condições ambientais em sistema de reflorestamento. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 3, p. 409-414, 2010.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa-MG: UFV, 1999. 399 p.

OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; NETO, J. T. F. Variabilidade entre procedências de Paricá *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 81-88, 2010.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.5, p. 573-576, 2002.

PICCININ, J. L. Sistemas de manejo do solo como base para o desenvolvimento sustentável da fertilidade de solos da Amazônia. Relatório DCR/FAPESPA/CNPQ. 2011. 98p.

ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. Belém - PA: **Revista de Ciências Agrárias**, v.45, p. 135-174, 2006.

RUIVO, M. L. P.; PEREIRA JR, A.; BERNARDES, K. C.; AMARANTES, C. B.; MOURA, Q.; MACAMBIRA, M. L. J. Fertility, Microbial Biomass and Edaphic Fauna under Forestry and Agroforestry Systems in the Eastern Amazon (In Press). In: Juan A. Blanco & Yueh-Hsin Lo. (Org.). Forest Ecosystems - More than Just Trees. ed. Rijeka: Intech, v.1 , p. 231-252, mar., 2012.

SILVA, A. K. L.; VASCONCELOS, S. S.; CARVALHO, C. J. R.; CORDEIRO, I. M. C. C. Litter dynamics and fine root production in *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* plantations and regrowth forest in eastern Amazon. **Plant and Soil (Print)**, v. 347, p. 377-386, 2011.

VEZZANI, F. M.; TEDESCO, M. J.; BARROS, N. F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de Eucalipto e Acácia Negra. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, v. 25, n. 1, p. 225-231, 2001.

CONCLUSÕES GERAIS

Os sistemas de plantio de Paricá influenciaram as condições da fertilidade do solo sob estes sistemas e sobre o crescimento da referida cultura. Observou-se que o consórcio entre Paricá e Puerária promove incremento de nitrogênio no solo, e o consórcio entre Paricá e Acácia é potencialmente causador de acidificação do solo, devido a alta taxa de depleção dos cátions trocáveis.

Em relação à população do plantio de Paricá, verificou-se maior taxa de sobrevivência no plantio monoespecífico. Neste sistema também se verificou menor crescimento em diâmetro, sendo o maior valor encontrado no consórcio Paricá x Acácia, o que demonstra adaptação dessas espécies a elevadas condições de acidez.

Em termos gerais, conclui-se que para fins econômicos, o plantio de Paricá consorciado com Acácia é mais viável, desde que reformulada a composição química dos corretivos. Em contrapartida, se o objetivo do produtor for manter a área destinada à preservação, recomenda-se o plantio monoespecífico baseado no número de indivíduos que sobrevivem sob esta condição e a manutenção da fertilidade do solo ocasionada por este sistema.

ANEXOS

Figura 5: Sistema S1 - Paricá (*Schizolobium amazonicum*) x Puerária (*Pueraria phaseoloides*)



Figura 6: Sistema S2 - Paricá (*Schizolobium amazonicum*) x Acácia (*Acacia mangium*)



Figura 7: Sistema S3 – Paricá (*Schizolobium amazonicum*) Monoespecífico



APÊNDICES

Normas Publicação Revista Química Nova (1º artigo)

Artigos Originais (em português, inglês ou espanhol): refere-se a trabalhos inéditos de pesquisa. Devem seguir a forma usual de apresentação, contendo Introdução, Resultados e Discussão, Parte Experimental etc, de acordo com as peculiaridades de cada trabalho. Deverão ter no máximo 25 páginas, incluindo figuras, tabelas, esquemas, etc e todas as páginas deverão ser numeradas.

Todos os trabalhos deverão ser digitados em espaço duplo, utilizando somente Microsoft Word. A seguir, deve ser gerado um único arquivo no formato .pdf, do trabalho todo, para ser submetido através do sistema on line de QN. A revista não aceita mais a submissão de trabalhos por outra forma.

A primeira página deverá conter o título do trabalho, nome e endereço dos autores. Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão vir imediatamente após o nome de cada autor. Os autores deverão ser agrupados por endereço. O autor para correspondência, que deverá ser o mesmo que submete o artigo on line, deverá ser indicado com asterisco (*) e seu e-mail colocado no rodapé da página (um só e-mail).

A segunda página deverá conter o título e o resumo do trabalho em inglês (abstract), com no máximo 100 (cem) palavras, e a indicação de 3 palavras-chave (keywords), também em inglês.

As figuras (incluindo gráficos, esquemas, etc) deverão ser em número máximo de 7 figuras simples e ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco). Para número maior ver o item Material Suplementar. As figuras, tabelas, esquemas, etc deverão ser colocadas após as referências e devidamente identificadas pelo respectivo número. Se escaneadas, deverão ser em alta resolução (800 dpi/bitmap para traços).. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente, além de boa qualidade gráfica. Considerar que as figuras deverão ter largura máxima de uma coluna (8,5 cm).

Figuras coloridas terão custo de publicação repassado aos autores, quando da publicação. Esse valor só poderá ser informado aos autores quando o trabalho estiver previsto para ser publicado, ocasião em que a gráfica fornece o orçamento.

Para figuras, gráficos, esquemas, tabelas, etc idênticos aos já publicados anteriormente na literatura, os autores deverão pedir permissão para publicação junto à empresa/sociedade científica que detenha os direitos autorais e enviá-la à editoria de QN junto com a versão final do manuscrito.

As referências deverão ser numeradas consecutivamente no texto, na forma de expoentes, após a pontuação (se houver). A lista de referências deverá ser colocada no final do texto. As legendas das figuras, gráficos e esquemas deverão ser colocadas em uma única folha à parte, separadas das figuras. A seguir, deverão ser colocadas as figuras, os gráficos, os esquemas, as tabelas e os quadros. Colocar os títulos acima de cada tabela. No texto, deverá ser indicada apenas a inserção de cada um(a).

Normas Publicação Revista Cerne (2º artigo)

FORMA E PREPARAÇÃO DOS MANUSCRITOS:

O manuscrito submetido para publicação deverá ser encaminhado via eletrônica (www.dcf.ufba.br/cerne) e ser digitado no processador de texto Microsoft Word for Windows, obedecendo as especificações a seguir:

Espaçamento do texto: duplo

Margens: laterais, inferiores e superiores de três centímetros.

Recuo da primeira linha: 12,5 mm.

Papel: formato A4.

Fonte: Times New Roman, tamanho 12.

Número de páginas: até 16 páginas, numeradas consecutivamente, incluindo as ilustrações.

Tabelas: devem fazer parte do corpo do artigo e ser apresentadas no módulo tabela do Word. O título deve ficar acima e, se o trabalho for redigido em português ou espanhol, deve vir também redigido em inglês, se o trabalho for redigido em inglês, o título deve vir também redigido em português.

Gráficos, Figuras e Fotografias: devem ser apresentados em preto e branco ou em cores (se necessário), nítidos e com contraste, inseridos no texto após a citação dos mesmos e também em um arquivo à parte, salvos em extensão “tif” ou “jpg”, com resolução de 300 dpi. Os gráficos devem vir também em excel, em arquivo à parte. Se o trabalho for redigido em português ou espanhol, os títulos das figuras e tabelas devem vir também em inglês, se o trabalho for redigido em inglês, os títulos devem vir também em português.

Símbolos e fórmulas químicas: deverão ser feitos em processador que possibilite a formatação para o programa InDesign, sem perda de suas formas originais.

ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO

O artigo deve ser apresentado na seguinte sequência:

Título: no idioma português com, no máximo, 15 palavras em letras maiúsculas e em negrito

Autores: nomes completos, com chamada para nota de rodapé da primeira página, com as seguintes informações: formação, titulação e instituição a que o autor está filiado, seguido do endereço, CEP, cidade, estado e endereço de e-mail.

Resumo: deve condensar, em um único parágrafo, o conteúdo, expondo objetivos, materiais e métodos, os principais resultados e conclusões em não mais do que 250 palavras.

Palavras-chave: no mínimo de três e máximo de cinco. Não devem repetir os termos que se acham no título, podem ser constituídas de expressões curtas e não só de palavras e devem ser separadas por vírgula.

Título: no idioma inglês com, no máximo, 15 palavras em letras maiúsculas e em negrito.

Abstract: além de seguir as recomendações do resumo, não ultrapassando 250 palavras, deve ser uma tradução próxima do resumo.

Key words: representam a tradução das palavras-chave para a língua inglesa.

1. Introdução: Deve apresentar uma visão concisa do estado atual do conhecimento sobre o assunto, que o manuscrito aborda e enfatizar a relevância do estudo, sem constituir-se em extensa revisão e, na parte final, os objetivos da pesquisa. Esta seção não pode ser dividida em subtítulos.

2. Material e Métodos: Esta seção pode ser dividida em subtítulos, indicados em negrito.

3. Resultados e Discussão: Podem ser divididas em subseções, com subtítulos concisos e descritivos.

4. Conclusões (opcional)

5. Agradecimentos (se for o caso)

6. Referências: Devem seguir as normas para citação no texto e na seção própria.

Os itens Resumo, Palavras-chave, Abstract e Key words deverão estar localizados no início da margem esquerda do texto e os demais itens centralizados. Os subitens deverão ser precedidos de dois algarismos arábicos, iniciados por letras maiúsculas e posicionados na margem esquerda do texto.

Análise descritiva dos atributos químicos do solo.

Column	Size	Mean	Std Dev	Std. Error	C.I. of Mean	Range	Max	Min
pH	72	5,475	0,665	0,0783	0,156	3,63	8,06	4,43
C	72	19,723	5,691	0,671	1,337	25,013	34,52	9,507
N	72	2,262	0,835	0,0984	0,196	3,74	4,76	1,02
C/N	72	9,52	3,639	0,429	0,855	18,81	22,27	3,46
Al	72	0,347	0,146	0,0172	0,0342	0,47	0,68	0,21
H+Al	72	2,872	1,141	0,134	0,268	4,65	6,03	1,38
P	72	5,891	2,567	0,302	0,603	10,58	12,04	1,46
K	72	0,0161	0,00897	0,00106	0,00211	0,04	0,05	0,01
Ca	72	1,836	0,769	0,0907	0,181	3,9	4,9	1
Mg	72	0,684	0,338	0,0398	0,0795	1,67	1,82	0,15
SB	72	2,554	1,054	0,124	0,248	4,91	6,09	1,18
T	72	5,426	1,431	0,169	0,336	6,64	10,12	3,48
V	72	47,161	13,552	1,597	3,185	51,531	71,504	19,973
m	72	13,484	7,393	0,871	1,737	30,575	34,518	3,943

Column	Size	Median	25%	75%	Skewness	Kurtosis	K-S Dist.	K-S Prob.
pH	72	5,505	4,99	5,83	1,18	3,594	0,0867	0,194
C	72	18,648	15,472	23,379	0,506	-0,18	0,098	0,083
N	72	2,15	1,68	2,625	1,229	1,726	0,0936	0,118
C/N	72	9,12	6,895	11,28	1,096	1,84	0,106	0,042
Al	72	0,285	0,23	0,44	0,941	-0,414	0,206	<0,001
H+Al	72	2,73	2,03	3,21	1,364	1,823	0,159	<0,001
P	72	5,665	3,965	7,765	0,243	-0,701	0,0675	0,537
K	72	0,01	0,01	0,02	1,945	4,478	0,322	<0,001
Ca	72	1,655	1,295	2,21	1,874	4,51	0,148	<0,001
Mg	72	0,605	0,48	0,865	1,045	1,271	0,136	0,002
SB	72	2,255	1,75	3,155	1,469	2,496	0,137	0,002
T	72	5,1	4,47	5,775	1,23	1,277	0,166	<0,001
V	72	45,888	36,748	57,819	0,161	-0,888	0,083	0,246
m	72	11,786	7,224	18,17	0,811	-0,322	0,129	0,005

Análise de Variância dos Atributos Químicos do solo

Two way Anova: C

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	68,198	34,099	1,149	0,323
prof	1	221,731	221,731	7,472	0,008
trat x prof	2	50,529	25,264	0,851	0,431
Residual	66	1958,673	29,677		
Total	71	2299,131	32,382		

Two way Anova: pH

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	7,834	3,917	11,177	<0,001
prof	1	0,347	0,347	0,991	0,323
trat x prof	2	0,047	0,0235	0,067	0,935
Residual	66	23,131	0,35		
Total	71	31,36	0,442		

Two way Anova: H+Al

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	0,459	0,23	12,959	<0,001
prof	1	0,134	0,134	7,552	0,008
trat x prof	2	0,0157	0,00785	0,443	0,644
Residual	66	1,17	0,0177		
Total	71	1,778	0,025		

Two way Anova: Ca

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	7,851	3,925	8,331	<0,001
prof	1	2,509	2,509	5,325	0,024
trat x prof	2	0,563	0,281	0,597	0,553
Residual	66	31,097	0,471		
Total	71	42,019	0,592		

Two way Anova: m

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	1,955	0,978	34,753	<0,001
prof	1	0,174	0,174	6,18	0,015
trat x prof	2	0,0394	0,0197	0,7	0,5
Residual	66	1,856	0,0281		

Total	71	4,025	0,0567		
Two way Anova: T					
Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	14,719	7,36	9,709	<0,001
prof	1	6,655	6,655	8,78	0,004
trat x prof	2	1,132	0,566	0,747	0,478
Residual	66	50,028	0,758		
Total	71	72,535	1,022		

Two way Anova: SB					
Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	19,83	9,915	12,775	<0,001
prof	1	6,698	6,698	8,63	0,005
trat x prof	2	1,097	0,549	0,707	0,497
Residual	66	51,224	0,776		
Total	71	78,85	1,111		

Two way Anova: N					
Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	11,029	5,515	11,464	<0,001
prof	1	4,893	4,893	10,172	0,002
trat x prof	2	1,837	0,918	1,909	0,156
Residual	66	31,749	0,481		
Total	71	49,508	0,697		

Two way Anova: Al					
Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	0,572	0,286	20,723	<0,001
prof	1	6,81E-05	6,81E-05	0,00493	0,944
trat x prof	2	0,0221	0,0111	0,802	0,453
Residual	66	0,911	0,0138		
Total	71	1,506	0,0212		

Two way Anova: P					
Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	49,746	24,873	10,037	<0,001
prof	1	225,038	225,038	90,81	<0,001
trat x prof	2	29,409	14,704	5,934	0,004
Residual	66	163,556	2,478		
Total	71	467,749	6,588		

Two way Anova: Mg

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	1,111	0,556	27,856	<0,001
prof	1	0,39	0,39	19,552	<0,001
trat x prof	2	0,017	0,00851	0,427	0,654
Residual	66	1,317	0,0199		
Total	71	2,835	0,0399		

Two way Anova: C/N

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	0,266	0,133	5,578	0,006
prof	1	0,0269	0,0269	1,128	0,292
trat x prof	2	0,018	0,00901	0,378	0,687
Residual	66	1,573	0,0238		
Total	71	1,884	0,0265		

Two way Anova: V

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	5529,056	2764,528	24,477	<0,001
prof	1	45,076	45,076	0,399	0,53
trat x prof	2	10,563	5,281	0,0468	0,954
Residual	66	7454,413	112,946		
Total	71	13039,11	183,649		

Two way Anova: K

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
trat	2	0,000203	0,000101	1,259	0,291
prof	1	8,89E-05	8,89E-05	1,103	0,297
trat x prof	2	0,000103	5,14E-05	0,638	0,532
Residual	66	0,00532	8,06E-05		
Total	71	0,00571	8,04E-05		

Análise de Variância para o DAP**One Way Anova: DAP**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	2	98,922	49,461	6,231	0,003
Residual	69	547,685	7,937		
Total	71	646,606			