


Pesquisa didática do manejo da fertilidade do solo aplicado na implantação de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) no município de Canutama, Amazonas

Didactic research of the soil fertility management applied for implementation of eucalypto (*Eucalyptus urophylla*) in the municipality of Canutama, Amazonas

 <https://doi.org/10.56238/sevedi76016v22023-061>

Luiz Carlos da Silva

Prof. Adjunto IV da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em Manaus. Email: luiz_silva@ufam.edu.br

Ademir Ferreira Santana

Aluno de Engenharia Agrônômica do IEAA-UFAM que sempre contribuíram ativamente nas atividades de campo

Charle da Cunha Soares

Aluno de Engenharia Agrônômica do IEAA-UFAM que sempre contribuíram ativamente nas atividades de campo

RESUMO

O eucalipto é importante para a indústria nacional. No Amazonas e em Rondônia pode ser alternativa para reduzir o desmatamento. No entanto, os povoamentos têm sido inadequadamente implantados, nos quais verifica-se desuniformidade e incompatibilidade do crescimento em função da idade das árvores. Neste trabalho, levantou-se discussão com alunos de Engenharia Agrônômica e foi proposta a pergunta: que tipo de manejo do solo tem sido aplicado para implantação de eucalipto no Amazonas? Assim, o solo de um eucaliptal implantado em Canutama, Amazonas, foi quimicamente caracterizado na região da cova de plantio e na entrelinha objetivando-se: i) avaliar os atributos de fertilidade do solo e; ii) ratificar o tipo de manejo aplicado ao solo bem como a adequação de sua recomendação para implantação da cultura em campo. O teste t ($p = 5\%$) foi aplicado para comparar as médias dos atributos de fertilidade do solo na cova e na entrelinha de plantio. Com esta pesquisa permitiu-se ao aluno: i) contato com a prática de manejo de solos cultivados com eucalipto; ii) a ação prática na escolha das ferramentas utilizadas na avaliação dos atributos de fertilidade do solo; iii) a ação prática na interpretação de resultados dos atributos de fertilidade do solo, o que permitiu a inferência de que o solo é mais fértil na cova de plantio; iv) fazer inferências de que manejo aplicado

ao solo no plantio do eucalipto foi feito somente em cova, o que pode ter limitado o desenvolvimento e o crescimento das árvores; v) concluir que essa prática de manejo do solo para implantação de eucalipto adequa-se ao padrão aplicado atualmente no Amazonas, mas, que não é forma recomendável para implantação do eucalipto na região do estudo.

Palavras-chave: espécie florestal, alternativa, redução do desmatamento, poupança verde.

ABSTRACT

Eucalyptus is important for the national industry. In Amazonas and Rondônia it can be an alternative to reduce deforestation. However, the stands have been inadequately planted, in which there is a lack of uniformity and incompatibility of growth depending on the age of the trees. In this work, a discussion with students of Agronomic Engineering was raised and the question was proposed: what type of soil management has been applied for the implementation of eucalyptus in Amazonas? Thus, the soil of a eucalyptus plantation in Canutama, Amazonas, was chemically characterized in the region of the planting pit and between the rows, with the objective of: i) evaluating the attributes of soil fertility and; ii) ratifying the type of management applied to the soil as well as the adequacy of its recommendation for field planting. The t test ($p = 5\%$) was applied to compare the means of the soil fertility attributes in the pit and between the planting row. This research allowed the student to (i) contact with the practice of soil management of soils cultivated with eucalyptus; (ii) practical action in the choice of tools used in the evaluation of soil fertility attributes; (iii) practical action in the interpretation of results of soil fertility attributes, which allowed the inference that the soil is more fertile in the planting pit; iv) make inferences that the soil management applied to the eucalyptus plantation was done only in the pit, which may have limited the development and growth of the trees; v) conclude that this practice of soil management for the implementation of eucalyptus is

adequate to the standard currently applied in Amazonas, but that it is not recommended for the implementation of eucalyptus in the study region.

Keywords: forest species, alternative, deforestation reduction, green savings.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do eucalipto (*Eucalyptus* spp) é de grande importância na economia brasileira (PENTEADO, 2018). Do produto colhido (madeira, folha e fruto) derivam subprodutos para as indústrias madeireira, moveleira, da construção civil, de cosméticos e farmacêutica. Além disso, é uma madeira amplamente utilizada para fins energéticos. As espécies de eucalipto são de rápido crescimento e seu cultivo na Amazônia brasileira pode constituir-se uma forma de poupança verde para os pequenos produtores em médio a longo prazo, além de ser mais uma alternativa de redução do desmatamento e preservação do ambiente amazônico.

O solo de áreas licenciadas para o cultivo de quaisquer que sejam as espécies de eucalipto apropriadas para o clima da região Amazônica deve ser adequadamente manejado quanto à sua fertilidade química desde o momento da implantação e condução dos povoamentos (MEDEIROS et al., 2016; FARIA et al., 2002). No entanto, sua inserção em áreas localizadas nos Estados do Amazonas e de Rondônia têm sido feita sem uso ou com uso insuficiente de práticas corretivas, como a calagem, gessagem e a fosfatagem), e sem a necessária fertilização de cobertura sugerida no IPEF (2005).

Neste contexto têm-se verificado notórias desuniformidade e incompatibilidade do crescimento em altura e em diâmetro à altura do peito (DAP) em função da idade dos povoamentos encontrados nas divisas dos estados de Rondônia e Amazonas. Para o estudo de manejo de povoamentos florestais plantados ou não existem várias metodologias aplicáveis. Dentre estas encontram-se a aplicação de estatística adequada às investigações de análise e interpretação da fertilidade do solo cultivado com eucalipto sob estas circunstâncias.

Aproveitando-se este ensejo, suscitou-se discussão pertinente a este tema durante o semestres letivos de 2013 e 2014 nas disciplinas de Silvicultura (IAA 077) e Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (IAA 047), do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em Humaitá, Amazonas. Juntamente com os alunos destas disciplinas foi proposta a seguinte pergunta: que tipo de manejo do solo foi aplicado para implantação de um eucaliptal que apresentava porte em altura e DAP abaixo do valor adequado para a idade do povoamento em estudo?

Com base nessas informações, objetivou-se com este trabalho: i) praticar juntamente com alunos de graduação a escolha de metodologias de avaliação técnico-científica e estatística dos atributos de fertilidade química do solo cultivado com eucalipto (*Eucalyptus urophylla*); ii) interpretar os resultados analíticos desses atributos de solo; iii) confirmar o tipo de manejo da fertilidade aplicado ao solo no momento do

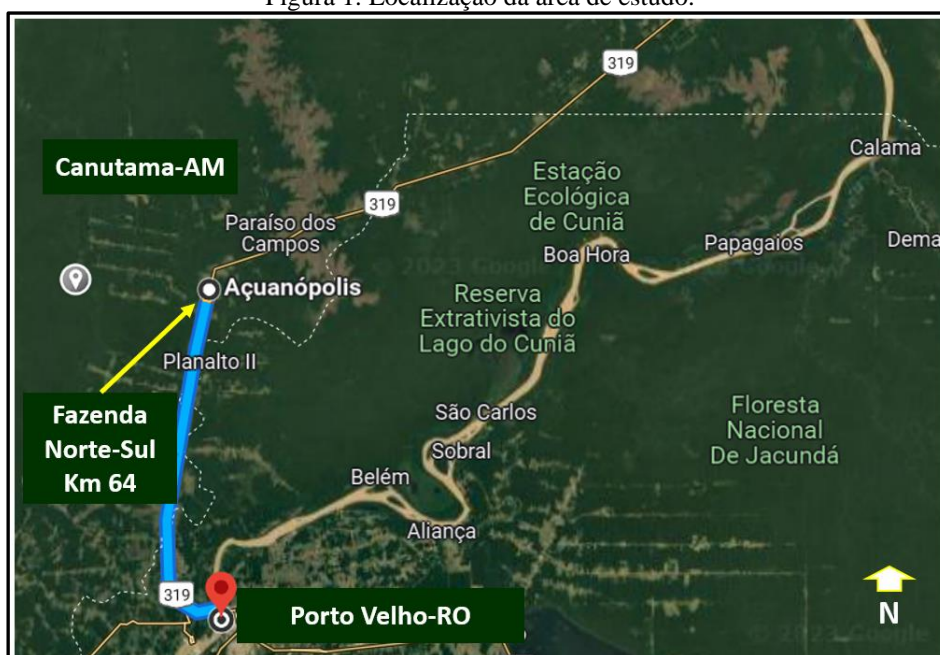
plantio, e; iv) discutir a adequação ou não de seu uso para implantação da cultura do eucalipto no município de Canutama, Amazonas.

2 METODOLOGIA

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Para responder a questão proposta, um estudo didático-científico feito num eucaliptal estabelecido na Fazenda Norte-Sul, no km 64 da BR 319, município de Canutama (8° 1' 27" S e 62° 51' 59" O), estado do Amazonas, sentido Porto Velho/RO-Humaitá/AM (Figura 1). Este estudo foi planejado em 2013 e realizado em 2014 durante as aulas práticas de campo das disciplinas de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (IAA 047) e Silvicultura (IAA 077), do curso de Engenharia Agrônômica do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em Humaitá (7° 30' 27,46" S e 63° 1' 31.72" O), Amazonas.

Figura 1. Localização da área de estudo.



Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/search/br+319,+km+64,+canutama+am/@-8.0593873,-63.686572,46039m/data=!3m1!1e3> Acesso em: 21 de janeiro de 2023.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESPECÍFICA DE ESTUDO

Na propriedade a área do talhão cultivado com eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) media 45,0 ha de solo com relevo entre 0-1% de declividade. A idade do povoamento era de 4,5 anos e apresentava características de desuniformidade e incompatibilidade no crescimento em altura e diâmetro a 1,30 m de altura de árvore (diâmetro à altura do peito = DAP) em função da idade. O perímetro à altura do peito (PAP) foi medido com fita dendrométrica, perpendicularmente ao eixo de crescimento e à altura de 1,30 metro do solo. O PAP foi utilizado para o cálculo do DAP pela seguinte fórmula:

$$DAP = PAP \div \pi$$

Equação 1

na qual DAP é o diâmetro à altura do peito (cm); PAP é o perímetro à altura do peito (a 130 cm de altura) e π é a constante 3,1415.

A média de DAP (amostra de 50 árvores) das árvores foi de 0,098 mm (média de 50 árvores) visivelmente incompatível com a idade do povoamento. A altura média das árvores do povoamento estudado foi de 11,60 m (média de 50 árvores), medida com base numa metodologia de medição prática e rápida da altura pelo Método Expedito de Cálculo de Volume de Madeira em Pé, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

HISTÓRICO DE MANEJO DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

As informações sobre o povoamento de eucalipto (Figura 1) foram obtidas por meio de entrevista semi-estruturada, preparada juntamente com alunos e aplicada ao proprietário e funcionário-morador da fazenda. Com base nos resultados desse questionário verificou-se que, para implantação do eucaliptal, foram efetuados o preparo mecânico do solo, com aração e gradagem a 0,20 m de profundidade. No entanto, ficou incerto se foi feita a incorporação de corretivos e fertilizantes na área total ou se foi feita somente a adubação básica NPK na cova de plantio. As mudas de eucalipto foram transplantadas em espaçamento 3,0 m x 3,0 m em covas de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m.

AMOSTRAGEM DE SOLO E PREPARO PARA ANÁLISES QUÍMICAS

Após discussão com alunos e escolha de técnica adequada de coleta e preparo de solo para análises químicas, o solo da área do eucaliptal foi representativamente amostrado para determinação dos atributos de sua fertilidade química (SILVA, 2009). Quatro amostras compostas (de 16 amostras simples) do solo foram coletadas com trado holandês (*TP 4 Sonda terra, Piracicaba, Brasil*) de forma aleatória, em caminamento zig-zag, de 8 locais diferentes na cova de plantio e na entrelinha da cultura do eucalipto.

Em seguida, as amostras de solo foram destorroadas e armazenadas em sacos plásticos de 0,18 m x 0,36 m para secagem ao ar e passagem em peneira de 2 mm, gerando-se a terra fina seca ao ar (TFSA) no Laboratório de Fitotecnia do IEAA/UFAM. Neste mesmo laboratório uma subamostra de solo foi separada e preparada para a determinação da textura do solo no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do IEAA-UFAM. O teor de argila (g kg^{-1}) foi utilizado para a interpretação das classes de fertilidade específicas para fósforo (P) do solo, com base no seu teor de argila (CFSMG, 1999).

Outra subamostra foi separada e embalada para envio ao Laboratório de Solos e Plantas do Centro de Pesquisa Agroflorestral (CPAFRO) da EMBRAPA, em Porto Velho/RO, para a realização das análises de rotina de fertilidade química do solo (SILVA, 2009): pH (Água), matéria orgânica (MO, g kg^{-1}) e acidez potencial (H+Al), alumínio (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) trocáveis, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

³, fósforo Mehlich-1 (P, mg dm⁻³), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) em cmol_c dm⁻³, saturação por bases (V, %) e m (%).

Figura 2. Coleta de amostras de solo com auxílio de alunos do curso de Engenharia Agrônômica: **a)** na entrelinha; **b)** na cova de plantio.



(a)

(b)

A metodologia estatística escolhida pelos alunos sob orientação docente foi a da significância entre as médias dos atributos de fertilidade química do solo na linha e na entre-linha de plantio do eucalipto. Para isso, ficou deliberado que o melhor teste é o Teste t de Student (5% de probabilidade), arrolado em planilha Excel (2013). Para isso, considerou-se o número igual de amostras representativas do solo na cova e na entrelinha do povoamento de eucalipto, após verificação de equivalência entre variâncias pelo Teste de Cochran (5% de probabilidade).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises dos atributos de fertilidade química do solo encontram-se na Tabela 1. Foram observadas diferenças significativas entre os solos da cova e da entrelinha do eucaliptal para as médias de acidez trocável (H+Al), alumínio trocável (Al³⁺), fósforo disponível (P), cátions trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺) e a saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%). Os maiores valores de H+Al, Al³⁺ e m% ocorreram na entrelinha da cultura. Este fato se deve à não utilização de corretivo com incorporação em área total no momento da implantação do povoamento. Segundo Novais et al. (2007) esse é o comportamento característico dessas variáveis de acidez de solos não corrigidos pela aplicação superficial ou com incorporação de calcário ou outro material de reação alcalina utilizados como corretivos agrícolas.

Tabela 1. Teste t de Student para médias dos atributos de fertilidade química do solo.

Atributo de solo	Cova	Entrelinha	GL (2n-1)	t _{observado}	t _{crítico}	p-valor
pH	4,83	4,75		1,341 ^{NS}		0,228
MO (g kg ⁻¹)	1,57	1,58		0,654 ^{NS}		0,536
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	7,65 B	8,80 A		4,666 ^{***}		0,004
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,89 B	2,26 A		3,549 [*]		0,012
P (mg dm ⁻³)	56,5 A	3,00 B		70,04 ^{***}		5,69E-10
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,089 A	0,084 B	6	7,385 ^{***}	2,446	0,0003
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,25 A	2,85 B		5,070 ^{***}		0,0022
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,473 A	0,243 B		18,04 ^{***}		1,86E-06
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,72 A	3,18 B		5,82 ^{***}		0,001
V%	37,68 A	28,16 B		19,74 ^{***}		1,1E-06
CTC (cmol _c dm ⁻³)	12,24	11,86		2,23 ^{NS}		0,067
m (%)	28,26 B	39,20 A		7,87 ^{***}		0,0002

Médias dos atributos seguidas por letras iguais na cova comparativamente à entrelinha não diferem entre si pelo teste t de Student (5% de probabilidade); NS: não significativo (5% de probabilidade); *: significativo (5% de probabilidade); **: significativo (1% de probabilidade); ***: significativo (1% de probabilidade)

As médias de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SB e V% embasam a inferência estatística de que a fertilidade é maior no solo da cova de plantio em relação à entrelinha. Essa informação possibilita também a afirmação de que a incorporação de fertilizantes foi feita somente na cova de plantio quando o povoamento foi implantado. Muito provavelmente foi utilizada uma fórmula NPK de fertilizantes em grânulos, constituídas por uma fonte de K, que elevou o teor trocável deste nutriente no solo da cova de plantio, e por uma fonte de P que possui alto teor total e solúvel de P e de Ca e Mg na sua composição básica. A fonte de P ao se dissociar, liberou estes nutrientes e aumentou sua disponibilidade no solo da cova. O P solúvel do fertilizante, por sua vez, não só aumenta a disponibilidade desse nutriente no solo, mas, parte dele também precipita com o Al³⁺ e reduz em pequena proporção o teor trocável do elemento no solo e com isso, reduz sua toxicidade às plantas (NOVAIS & SMITH, 1999).

Assim, conjectura-se que o crescimento abaixo do esperado para o eucalipto aos 4,5 anos de idade relaciona-se com a falta de adubação de manutenção com N, P e K, tal como relatado por Bassaco et al. (2018). O N aplicado no plantio deve ter sido utilizado no crescimento inicial da cultura e parte significativa pode ter sido lixiviada para profundidades não alcançadas pelas raízes.

A não utilização de práticas de correção do solo (calagem, gessagem e fosfatagem) em área total pode ter contribuído com a redução do crescimento em altura e em DAP das árvores. Isso se deve ao fato de que, nestas circunstâncias, as raízes crescem no limite do volume de solo da cova e pequena porção de raízes exploram o solo da entrelinha e em profundidade. Isso leva as plantas à subnutrição, ao estresse hídrico no período seco e à maior suscetibilidade à atividade tóxica do Al³⁺ presente em solos ácidos, excepcionalmente em profundidades maiores que 0,20 m. Basso et al. (2003) evidenciaram que doses crescentes de Al³⁺ em meio de cultura causaram indisponibilização de Ca²⁺, K⁺ e P. Nestas circunstâncias, observaram comprometimento do metabolismo celular e escurecimento, formação de calos e brotações pouco friáveis, baixo acúmulo de massa seca e redução de proteínas solúveis totais, o que impede o crescimento e desenvolvimento do eucalipto.

4 CONCLUSÕES

Com esta pesquisa permitiu aos alunos: i) o contato do aluno com a aplicação prática de conhecimentos de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas bem como da Silvicultura enquanto ciências aplicadas; ii) a ação prática para escolha da ferramenta estatística utilizada na avaliação do atributos de fertilidade bem como na interpretação da fertilidade química do solo cultivado com eucalipto; iii) a ação prática de inferência de que o solo é mais fértil na cova de plantio; iv) inferências de que manejo aplicado ao solo no momento do plantio do eucalipto foi feito somente em cova, o que pode ter limitado o desenvolvimento e o crescimento das árvores; v) concluir que essa prática de manejo do solo para implantação de eucalipto adequa-se ao padrão aplicado atualmente na região do estudo (divisa do Amazonas e Rondônia), mas, não é uma forma recomendável para implantação do eucalipto na região do estudo.

REFERÊNCIAS

BASSACO, M.V.M., MOTTA, A.C.V., PAULETTI, V., PRIOR, S.A. SILVANA NISGOSKI, S. FERREIRA, C.F. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for *Eucalyptus urograndis* plantations in southern Brazil. **New Forests**, v. 49, n. 5, p. 681–697, 2018.

BASSO, L.H.M., GONÇALVES, A.N., SILVEIRA, L.V.A., LIMA, G.P.P. Efeito do alumínio no crescimento de brotações de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* cultivadas *in vitro*. **Sc. Forestalis**, n. 63, p. 167-177, 2003.

FARIA, G.E., BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., LIMA, J.C., TEIXEIRA, J.L. Yield and nutritional status of coppiced *Eucalyptus* stands as affected by potassium applied at planting time. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 577–584, 2002.

MEDEIROS, W. N., MELO, C.A.D., TIBURCIO, R.A.S. et al. Initial growth and nutrient concentration in *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clones under weed interference. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 147-157, 2016.

NOVAIS, R.F., SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B., NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

PENTEADO, J. Eucalipto: Perguntas e Respostas. **Disponível em:**

<https://www.embrapa.br/en/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto> **Acesso em:** 21 de janeiro de 2023.

SILVA, C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, 2ª ed. rev. ampl., Brasília, DF: *Embrapa* Informação Tecnológica, 2009.

IPEF - Instituto de pesquisas florestais. **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Nativas**. Documentos florestais, 2005. **Disponível em:** <http://www.ipef.br/silvicultura/adubacao.asp> **Acesso em:** 24 de setembro de 2018.