

CONTRIBUIÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DO PARICÁ EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

THE CONTRIBUTION OF SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES GROWTH VEGETATIVE DEVELOPMENT OF PARICÁ IN DIFFERENT CULTIVED SYSTEMS

Possidônio Guimarães Rodrigues¹ Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo² Jorge Luiz Piccinin³
Mário Augusto Gonçalves Jardim⁴

RESUMO

Objetivou-se avaliar alguns componentes químicos de um Latossolo e a relação com o desenvolvimento vegetativo do paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] em diferentes sistemas de cultivo em áreas de reflorestamento no município de Tailândia, nordeste paraense. Foram avaliados os sistemas PP [paricá x puerária (*Pueraria phaseoloides*)], PA [paricá x acácia (*Acacia mangium*)] e P (paricá monocultivo) conduzidos em 5 anos pela empresa G.M. Sufredini Industrial Ltda. e coletadas amostras de solos na profundidade de 0-20 cm para análise de pH, C e N totais, H+Al, P disponível, Ca, Mg, K e Al trocáveis e calculados os valores de C/N, SB, T, V e m. O desenvolvimento vegetativo do paricá foi avaliado pela sobrevivência, mortalidade e no número de plantas defeituosas além do DAP. Os resultados mostraram que houve o aumento no teor de nitrogênio do solo no tratamento PP; a baixa fertilidade do solo no tratamento PA, mas onde o paricá obteve a maior média em diâmetro (DAP = 16,64 cm) e a maior taxa de sobrevivência no tratamento P (90,63%). Conclui-se que a relação solo-planta nos sistemas paricá e puerária e paricá em monocultivo contribuiu para o estabelecimento dos indivíduos de paricá.

Palavras-chave: silvicultura; DAP; fertilidade do solo.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate some chemical components of an Oxisol and the relationship with the vegetative development of paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke)] in different cropping systems in reforestation areas in the municipality of Tailandia, northeast paraense. Evaluated the PP [paricá x pueraria (*Pueraria phaseoloides*)], PA [paricá x acacia (*Acacia mangium*)] and P (monoculture paricá) systems conducted in 5 years by the company G.M. Sufredini Industrial LTDA and collected soil samples at a depth of 0-20 cm for analysis of pH, total C and N, H + Al, available P, exchangeable Ca, Mg, K and Al and calculated values of C/N, SB, T, V and m. The vegetative development of paricá was assessed by survival, mortality and the number of defective plants beyond the DBH. The results showed that the increase in nitrogen content of the soil in PP treatment, the low soil fertility in PA treatment, but where paricá achieved the highest average in diameter (DBH = 16.64 cm) and greater survival rate in P treatment (90.63%). It was concluded that the soil-plant relationship in paricá and pueraria systems and monoculture

1 Engenheiro Agrônomo, MSc., Doutorando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, CEP 66077-830, Belém (PA), Brasil. possirodrigues@yahoo.com.br

2 Geóloga, Dr^a., Pesquisadora Titular III, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Presidente Tancredo Neves, 1901, CEP 66077-530, Belém (PA), Brasil. Bolsista de Produtividade CNPq. ruivo@museu-goeldi.br

3 Engenheiro Agrícola, Dr., Pós Doutorando, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN), Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rua Cristóvão Colombo, 2265, CEP 15054-000, São José do Rio Preto (SP), Brasil. piccininj1@yahoo.com.br

4 Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador Titular III, Coordenação de Botânica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Pres. Tancredo Neves, 1901, CEP 66077-530, Belém (PA), Brasil. Bolsista de Produtividade CNPq. jardim@museu-goeldi.br

paricá contributed to the establishment of individuals paricá.

Keywords: silviculture; DBH; soil fertility.

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)] é atualmente a espécie nativa mais plantada no Brasil e ocupa grande parte das áreas reflorestadas no Estado do Pará (GALEÃO et al., 2006).

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 à fertilização. É uma das culturas mais disseminadas entre os silvicultores devido à facilidade de obtenção de sementes e ao baixo custo de implantação, além da sua utilização na fabricação de laminados e compensados para a indústria moveleira e/ou construção civil (ROSA, 2006; OHASHI et al., 2010).

O solo é a base da produção agrícola ou florestal sustentável e seus atributos são influenciados pelo tipo de uso e manejo adotado principalmente quando na 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 na produtividade das culturas em longo prazo (COSTA et al., 2003). Fato este comprovado por Barbosa et al. (2012), quando avaliaram a inter-relação entre os atributos do solo e a produtividade de *Pinus* sp. no cerrado, na qual a produtividade da madeira do pinus variou em função do potencial hidrogeniônico (pH) do solo, e por Dedeczek et al. (2008) que, ao estudarem a influência de diversos sítios no crescimento de *Pinus taeda*, verificaram que os mais produtivos apresentaram maiores teores de potássio (K) e fósforo (P), pH mais elevado, maior saturação por bases e menor saturação por alumínio (Al).

O plantio de espécies florestais com outras culturas também contribui decisivamente para a produtividade, conforme mostrado por Vezzani et al. (2001) em um consórcio de *Eucalyptus*

saligna (Smith) e *Acacia mearnsii* (Willd.) no Rio Grande do Sul, onde houve o aumento de estoque do nitrogênio no ambiente e o favorecimento na nutrição do eucalipto. Contudo, a complexidade do ambiente que promove o desempenho eficiente das funções do sistema solo depende do cultivo contínuo e diversificado de plantas (FREITAS et al., 2012).

O paricá é uma espécie muito bem descrita e rica em informações quanto ao aspecto silvicultural, ao manejo e sobre os sistemas de consórcios na região nordeste paraense (RONDON, 2002; MONTEIRO et al., 2006; ROSA, 2006; CORDEIRO, 2007; OHASHI et al., 2010; ALVINO-RAYOL et al., 2011; HOFFMANN et al., 2011, SILVA et al., 2011; RUIVO et al., 2012), porém, ainda existe a necessidade de entender a relação da espécie com o ambiente edáfico, seja como monocultura ou sob diversos sistemas de consórcios, principalmente para compreender o papel da fertilidade do solo no desenvolvimento da espécie.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos químicos do solo e a contribuição no crescimento diamétrico do paricá para sistemas consorciados em áreas reflorestadas no nordeste paraense, região da Amazônia Oriental.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido em uma área experimental pertencente à Empresa G.M. Sufredini Industrial Ltda., localizada no Município de Tailândia, 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 Af (Köppen), com média anual pluviométrica de 2.590 mm e temperatura média anual de 28°C. A vegetação predominante é do tipo floresta equatorial subperenifolia densa. Já o relevo predominante na área é o plano e suave ondulado com solo de classe Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura argilosa (teor de argila 440 g kg⁻¹ solo).

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 calcário calcítico (PRNT 85%), na proporção de 1,5 t ha⁻¹. O plantio do paricá foi realizado no espaçamento 3,5 m x 4,0 m com mudas produzidas por sementes 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 g planta⁻¹), aos 50, 150 e 300 dias do plantio. No segundo ano, procedeu-se a adubação NPK 10-10-10 (100 g planta⁻¹) antes e após o período chuvoso. Para controlar a invasão de plantas daninhas, utilizou-se o herbicida (glifosato) no 1º e no 3º ano.

Delineamento experimental e tratamentos avaliados

Os consórcios foram implementados após o segundo ano do plantio do paricá. Utilizou-se acácia (*Acacia mangium* Willd.), em espaçamento 3,5 m x 4,0 m, e puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth), em fileiras quintuplas de 0,5 m x 2,0 m. O arranjo espacial dos tratamentos está ilustrado na Figura 1. A puerária foi submetida à roçagem uma vez ao ano, para evitar a sobreposição nas plantas do paricá. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado sendo que os tratamentos (sistemas) avaliados foram PP: paricá

x puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth); PA: paricá x acácia (*Acacia mangium* Willd.) e P: paricá monocultivo, cada um com quatro repetições. Cada tratamento foi instalado em parcelas de 980 m² (24,5 m x 40 m) cada, totalizando 3.920 m² de área por tratamento.

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

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 mol L⁻¹, sendo quantificados por espectrometria de absorção atômica (Ca²⁺ e Mg²⁺) e fotometria de chama (K⁺); a acidez trocável (Al³⁺), foi extraída com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e quantificada por titulometria com hidróxido de sódio; a acidez potencial (H + Al) 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;

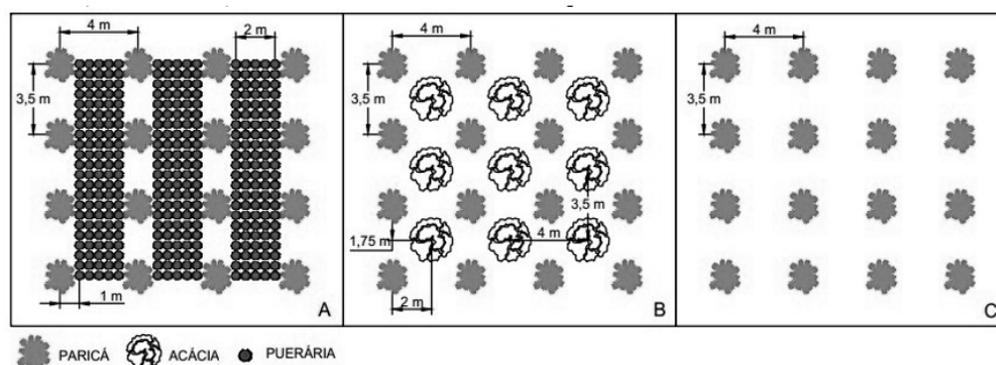


FIGURA 1: Croqui da área experimental localizada no município de Tailândia, nordeste do estado do Pará. (A) Tratamento PP: paricá (*Schizolobium amazonicum*) x puerária (*Pueraria phaseoloides*); (B) Tratamento PA: paricá x acácia (*Acacia mangium*); (C) Tratamento P: paricá monocultivo.

FIGURE 1: Design of experimental area localized in the city of Tailândia, northeast of the state of Pará. (A) PP Treatment: paricá (*Schizolobium amazonicum*) x pueraria (*Pueraria phaseoloides*); (B) PA Treatment: paricá x acacia (*Acacia mangium*); (C) P Treatment: paricá monocropping.

o carbono (C) e nitrogênio (N) total determinados no analisador elementar. Todos os procedimentos citados seguiram metodologia preconizada pela Embrapa (EMBRAPA, 1997), com exceção do C e N total, que foram determinados conforme descrito por Yamashita et al. (2008). 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).

Diâmetro à altura do peito, área basal, taxas de sobrevivência, mortalidade e plantas defeituosas

Utilizou-se fita diamétrica para se determinar o diâmetro a 1,30 m da superfície do solo (DAP) quando o paricá já havia atingido 60 meses de idade, foram medido em 88 plantas de paricá por parcela, totalizando 352 amostras por tratamento. A área basal foi determinada através da somatória das áreas seccionais de cada indivíduo, conforme ilustrado por Soares et al. (2011).

Quantificou-se o número de plantas vivas e de plantas defeituosas de paricá (bifurcadas ou com nó). Calculou-se a taxa de sobrevivência (relação entre o número de plantas vivas e o número de mudas plantadas); a taxa de mortalidade, (relação entre o número de plantas mortas e número de mudas plantadas) e a taxa de plantas defeituosas (relação entre o número de plantas com nó ou bifurcadas e o número de plantas vivas).

Análise dos dados

Os dados dos atributos químicos do solo e DAP foram submetidos à análise de Normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade das variâncias (Bartlett) e 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 1 e 2 abaixo:

$$X = \log_{10}(X) \quad (1)$$

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

Alguns dados, após as transformações, ainda não atenderam aos pressupostos básicos da ANOVA, portanto, optou-se pela estatística não paramétrica, com o teste de Kruskal-Wallis com 5% de probabilidade de erro. Foi elaborada uma matriz de correlação de Pearson entre os atributos químicos do solo e o DAP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos químicos do solo

Apesar da grande variabilidade encontrada entre os dados, observa-se que houve efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,05$) para a maioria dos atributos químicos avaliados. As únicas exceções foram os atributos C, K^+ e T (Tabela 1).

O pH variou entre 5,38 e 5,92 e foi considerado moderadamente ácido e semelhante a outros solos já analisados na mesma região (MONTEIRO et al., 2010; SILVA et al., 2011). Nota-se que o maior valor de pH foi encontrado no tratamento P, 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).

Para o carbono não foi observado efeito significativo, mas para o nitrogênio verificou-se o maior valor no tratamento PP, ou seja, houve incremento de N oriundo da fixação biológica. Tudo indica que a puerária contribuiu na maior associação simbiótica com bactérias diazotróficas. Tal processo foi verificado por Alcântara et al. (2000) quando avaliaram a fertilidade de solo degradado cultivado com adubos verde. A menor relação C/N atribuída ao PP é decorrente da maior disponibilidade de N no solo. Desta maneira, 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.

O tratamento PA apresentou menores teores de acidez ativa (pH), e maiores de acidez trocável (Al^{3+}) e potencial (H + Al), que são características indesejáveis para produção agrícola ou florestal. Estas características foram mostradas por Yamashita et al. (2008), em plantios de *Acacia mangium* na Indonésia, cuja acidificação do solo ocorreu em virtude da alta taxa de depleção de cátions trocáveis pela cultura da acácia, e por Arnold (1992), em plantio experimental de *Pinus sylvestris* (ARNOLD, 1992).

Os baixos teores de fósforo estão

TABELA 1: Atributos químicos do solo (0-20 cm) nos tratamentos: PP: paricá (*Schizolobium amazonicum*) x puerária (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acácia (*Acacia mangium*) e P: paricá monocultivo, no município de Tailândia, nordeste do estado do Pará.

TABLE 1: Chemical properties of soil (0-20 cm) in treatments: PP: paricá (*Schizolobium amazonicum*) x pueraria (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acacia (*Acacia mangium*) and P: paricá monocropping, in the city of Tailandia, northeast of the state of Pará.

Atributos Químicos do Solo	Unidade	Tratamentos			CV (%)
		PP	PA	P	
pH	-	5,38 b	5,13 b	5,92 a	12,15
C	C g kg ⁻¹	20,67 ns	18,38 ns	20,12 ns	28,85
N	N g kg ⁻¹	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*	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

Em que: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, para cada atributo químico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$), no caso de teste paramétrico: ns = variável não apresentou efeito significativo; * variável cujos dados foram transformados através da fórmula $x = \log(x)$; ** variável cujos dados foram transformados através da fórmula: $x = \text{raiz}(x)$; *** variável submetida ao teste não paramétrico; médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), no caso de teste não paramétrico; CV = coeficiente de variação.

associados ao alto grau de intemperismo dos solos da Amazônia, em que 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 tratamento PA apresentou o menor teor de P, isto se deve a alta demanda da cultura consorciada em relação ao nutriente. *Acacia mangium* é uma espécie de rápido crescimento, cuja capacidade de se adaptar a ambientes com baixa fertilidade natural responde significativamente à adubação com P, N e S (BRAGA et al., 1995).

Os parâmetros SB e V encontrados indicam maior depleção de nutrientes nos tratamentos consorciados, embora existam médias iguais para os tratamentos PP e P. Resultado semelhante foi obtido por Monteiro et al. (2010) em plantio de paricá em Argissolo na mesma região. O parâmetro m complementa a hipótese de redução de cátions úteis no complexo de troca do solo

nos tratamentos consorciados em relação ao tratamento monoespecífico. Observa-se maior valor de m no tratamento PA (19,43%) devido à maior concentração de Al³⁺ no solo sob este sistema.

Taxas de sobrevivência, mortalidade e de plantas defeituosas

Os dados de sobrevivência, mortalidade e plantas defeituosas (bifurcada/nó) e suas respectivas frequências relativas estão descritos na Tabela 2. Observou-se índice médio de sobrevivência (80,87%) inferior aos observados por Gomes et al. (2010), 92% em plantio de paricá cultivado em clareira após a exploração florestal em Paragominas - PA, e por Ohashi et al. (2010), 83,61% em quatro procedências de paricá cultivadas em Colares - PA. Os elevados valores de taxa de sobrevivência, sobretudo em plantios monoespecíficos, estão associados à excelente capacidade adaptativa

TABELA 2: Frequência absoluta e relativa para sobrevivência, mortalidade e plantas defeituosas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) nos tratamentos PP: paricá x puerária (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acácia (*Acacia mangium*) e P: paricá monocultivo, no município de Tailândia, nordeste do Estado do Pará.

TABLE 2: Frequency absolute and relative for survival, mortality and plants defectives of paricá (*Schizolobium amazonicum*) in treatments: PP: paricá x pueraria (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acacia (*Acacia mangium*) and P: paricá monocropping in the municipality of Tailandia, northeast of the state of Pará.

Parâmetro	PP	PA	P
	Nº plantas de paricá		
Sobrevivência	275 (78,13%) b	260 (73,86%) b	319 (90,63%) a
Mortalidade	77 (21,88%) a	92 (26,14%) a	33 (9,38%) b
Bifurcada/Nó	15 (5,45%) a	13 (5,00%) a	3 (0,94%) b
Total	352	352	352

Em que: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Frequência relativa entre parênteses.

e de estabelecimento da espécie nas condições edafoclimáticas do local de estudo.

A maior sobrevivência ocorreu no tratamento P. As diferenças observadas para os índices de sobrevivência e mortalidade podem estar relacionadas com o nível de competição e pelo espaçamento adotado entre as espécies nos tratamentos PP e PA. No trabalho realizado por Marques (1990), o monocultivo de paricá também apresentou maior sobrevivência em relação ao consórcio com *Zea mays* e *Brachiaria brizantha* em Paragominas - PA. Outros resultados descritos na literatura constata maior taxa de sobrevivência

de espécies florestais em plantios homogêneos (MENDONÇA et al., 2008; BALBINOT et al., 2010), indicando competição interespecífica.

O número de plantas que apresentaram bifurcação ou nó mostrou que o tratamento P obteve o melhor resultado. Em plantios de paricá no estado do Pará avaliados por Galeão et al. (2006), a taxa de fustes inadequados variou de 2 a 42%. Neste estudo, os demais tratamentos também apresentaram baixas taxas de bifurcação ou nó, resultados típicos encontrados em plantios comerciais. Em tese, a ocorrência de bifurcação é menor em plantio consorciado, devido a processos ecológicos, como

TABELA 3: Mínimo, máximo, média e desvio padrão do diâmetro a altura do peito - DAP (cm) do paricá (*Schizolobium amazonicum*) e área basal total (AB) nos tratamentos PP: paricá x puerária (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acácia (*Acacia mangium*) e P: paricá monocultivo, no município de Tailândia, nordeste do estado do Pará.

TABLE 3: Minimum, maximum, mean and standard deviation of diameter at breast height - DBH (cm) of paricá (*Schizolobium amazonicum*) and total basal area in treatments: PP: paricá x pueraria (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acacia (*Acacia mangium*) and P: paricá monocropping in the city of Tailandia, northeast of the state of Pará.

Tratamento	N ¹	DAP (cm)				AB (m ² ha ⁻¹)
		Mín.	Máx.	μ	σ	
PP	275	8,04	24,83	15,93 a	3,46	14,63 ab
PA	260	9,05	26,10	16,63 a	3,20	15,01 a
P	319	8,28	24,51	14,49 b	3,64	14,29 b

Em que: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

¹Número de plantas medidas.

a manutenção de pragas que promovem ataque à gema apical. Como a bifurcação está associada à quebra da dominância apical, o resultado contrário observado nos tratamentos avaliados pode estar relacionado à mortalidade resultante do consórcio.

Desenvolvimento vegetativo

Em relação ao DAP, as plantas de paricá apresentaram uma variação entre 8,04 e 26,10 cm (Tabela 3). Observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos, com maiores médias para PA (16,63 cm) e PP (15,93 cm), diferindo do P (14,49 cm), muito embora este tenha apresentado maior taxa de sobrevivência.

O desenvolvimento vegetativo do paricá foi registrado por Rondon (2002) em um plantio de paricá (3 m x 3 m) com idade de 60 meses, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, em Sinop - MT, cujo DAP médio foi de 16,6 cm e por Hoffmann et al. (2011) em um plantio com mesma idade em Paragominas - PA e espaçamento 4 m x 4 m, cujo DAP médio foi de 19,6 cm. Para Silva et al. (2011), o DAP médio foi de 16,5 cm em monocultivo de seis anos e 17,3 cm em plantio consorciado com *Cordia goeldiana* Huber em Aurora do Pará. Estes resultados aproximam-se dos observados nesta pesquisa.

Notou-se uma relação inversa entre sobrevivência e DAP, pois o tratamento P apresentou a maior taxa de sobrevivência e o menor DAP, enquanto o tratamento PA a menor taxa de sobrevivência e maior DAP, bem como no tratamento PP. A menor disponibilidade de nutrientes no complexo de troca no solo sob o PA pode ter relação com este resultado, pois o rápido crescimento da cultura requer absorção demasiada de nutrientes, logo, ocorreria a redução da disponibilidade destes no solo.

Os resultados de área basal confirmam a superioridade observada no tratamento PA (15,01 m² ha⁻¹), sobre o tratamento P (14,29 m² ha⁻¹), quanto ao grau de desenvolvimento em diâmetro das plantas de paricá. Dessa forma, a densidade do estoque em crescimento dos tratamentos consorciados, PA e PP, é superior à encontrada no tratamento monocultivo, P. Este resultado está relacionado com a maior frequência de indivíduos com DAP superior à média nos tratamentos consorciados, conforme observado na Figura 2.

O padrão de distribuição normal das classes diamétricas nos tratamentos (Figura 2) mostrou-se

muito semelhante àquele observado por Monteiro et al. (2010). Observa-se que os tratamentos PP e PA se assemelharam quanto à simetria, com pequena diferença na classe central da distribuição, com PA 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 tratamento P evidenciou o menor desenvolvimento das árvores, estando a curva que representa o histograma à esquerda das demais.

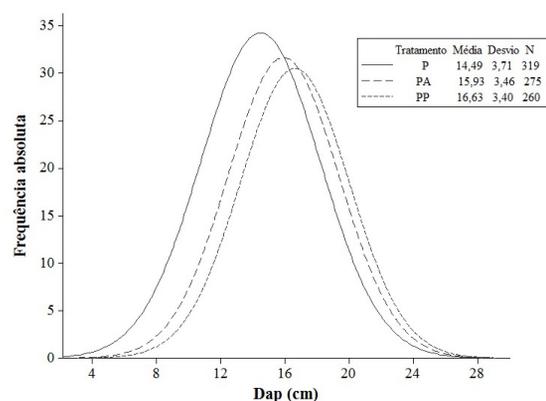


FIGURA 2: Distribuição de frequência absoluta do DAP (cm) do paricá (*Schizolobium amazonicum*) nos tratamentos PP: paricá x puerária (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acácia (*Acacia mangium*) e P: paricá monocultivo, no município de Tailândia, nordeste do estado do Pará.

FIGURE 2: Absolute frequency distribution of DBH (cm) of paricá (*Schizolobium amazonicum*) in treatments: PP: paricá x pueraria (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acacia (*Acacia mangium*) and P: paricá monocropping in the city of Tailandia, northeast of the state of Pará.

O DAP médio encontrado nos tratamentos PP e PA tem relação direta com os teores de nitrogênio total presente no solo de acordo com a matriz de correlação entre os atributos químicos do solo e o DAP das árvores de paricá (Tabela 3). O nitrogênio se constitui em um elemento fundamental no crescimento caulinar de espécies, devido à formação de proteínas e ácidos nucleicos (MALAVOLTA, 2006), com isso assegura-se maior fixação de nitrogênio atmosférico nos consórcios, portanto, disponibilizando maiores proporções

TABELA 4: Matriz de correlação linear de Pearson entre os atributos químicos do solo e o DAP do paricá (*Schizolobium amazonicum*) nos tratamentos PP: paricá x puerária (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acácia (*Acacia mangium*) e P: paricá monocultivo, no município de Tailândia, nordeste do estado do Pará.

TABLE 4: Correlation matrix linear Pearson between soil chemical properties and DBH in the paricá (*Schizolobium amazonicum*) in treatments: PP: paricá x pueraria (*Pueraria phaseoloides*), PA: paricá x acacia (*Acacia mangium*) and P: paricá monocropping in the city of Tailandia, northeast of the state of Pará.

DAP	pH	C	N	C/N	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	T	V	m
r	-0,287	-0,03	0,34	-0,41	0,254	0,205	0,161	0,197	-0,027	-0,022	-0,025	0,145	-0,121	0,232
P-valor	0,015	0,801	0,003	0	0,031	0,083	0,176	0,096	0,822	0,854	0,838	0,225	0,31	0,05

Em que: r = Coeficiente de correlação.

deste elemento ao paricá.

Correlação entre os atributos químicos do solo e o DAP do paricá

O efeito significativo entre o DAP do paricá e os atributos pH, N, C/N e Al³⁺ podem ser observados na Tabela 4, sendo a relação moderada positiva para o atributo N e Al³⁺ e negativa para pH e C/N.

O DAP foi maior onde foram encontrados os maiores teores de N, nos consórcios PP e PA. Para Vezzani et al. (2001) o consórcio entre *Eucalyptus saligna* (Smith) e *Acacia mearnsii* (De Wild) favoreceu o acúmulo de nitrogênio no sistema solo-planta e também o crescimento em diâmetro do eucalipto, resultado similar ao observado por Forrester et al. (2004). Essa resposta indica que a concorrência interespecífica na mistura é menor do que a intraespecífica na monocultura, ocasionado pela maior facilitação e/ou redução competitiva pelos recursos do sítio (água, luz e nutrientes) (Viera et al., 2013).

A relação C/N mostrou correlação negativa com o DAP. 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 predomínio de imobilização de nutrientes no solo, logo, seu efeito adverso observado no crescimento diâmetro do paricá no monocultivo.

CONCLUSÃO

A relação solo-planta no sistema paricá x

puerária e no monocultivo de paricá contribuiu para a melhor fertilização do solo. O sistema paricá x acácia mostrou baixo nível de fertilidade e maior DAP médio e área basal.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Empresa G.M. SUFREDINI Industrial LTDA..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, F. A. de et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, fev. 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**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 391-399, mai./jun. 2011.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II (APG II), An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGII. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, n. 4, p. 399-436, apr. 2003.
- ARNOLD, G. Soil acidification as caused by the nitrogen uptake pattern of Scots pine (*Pinus sylvestris*). **Plant and Soil**, The Hague, v. 142, n. 1, p. 41-51, apr. 1992.
- ARNOLD, G.; VAN DIEST, A. Nitrogen supply, tree growth and soil acidification. **Fertilizer Research**,

- v. 27, n. 1, p. 29-38, jan. 1991.
- BALBINOT, E. et al. Crescimento inicial e fertilidade do solo em plantios puros e consorciados de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Scientia forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 27-37, mar. 2010.
- BARBOSA, C. E. M. et al. Inter-relação da produtividade de madeira do pinus com atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 25-35, jan./fev. 2012.
- BRAGA, F. A. et al. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 18-31, jan./mar. 1995.
- CORDEIRO, I. M. C. C. **Comportamento de *Schizolobium var. 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)**. 2007. 109 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia - Belém.
- COSTA, F. S. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 527-535, may./jun. 2003.
- DEDECEK, R. A. et al. Influência do sítio no desenvolvimento do *Pinus taeda* aos 22 anos: 1. Características físico-hídricas e químicas do solo. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 507-516, jul./set. 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.
- FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; KHANNA, P. K. Growth dynamics in a mixed-species plantation of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, n. 1/2, p. 81-95, 2004.
- FREITAS, D. A. F. de et al. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 417-428, jul./set. 2012.
- GALEÃO, R. R. et al. Diagnóstico dos projetos de reposição florestal no estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 45, p. 101-120, jan./jun. 2006.
- GOMES, J. M. et al. 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 Amazônica**. Manaus, v. 40, n. 1, p. 171-178, mar. 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. et al. Caracterização dendrométrica de plantios de paricá [*Schizolobium amazonicum* (Huber ex. Ducke)] na região de Paragominas, PA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, p. 675-684, out./dez. 2011.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agrônoma Ceres, 2006. 638 p.
- MARQUES, C. L. T. **Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim marandu, em Paragominas, Pará**. 1990. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa - Viçosa.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Desempenho de quatro espécies de *Eucalyptus* spp. em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em cava de extração de argila. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 395-405, 2008.
- MONTEIRO, K. F. G. et al. Caracterização dos Argissolos amarelos com adição de resíduos de madeira: uma alternativa de uso como cobertura em solos da Amazônia paraense. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 1, p. 139-148, jan./abr. 2006.
- MONTEIRO, K. F. G. et al. Uso de resíduos de madeira como alternativa de melhorar as condições ambientais em sistema de reflorestamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 409-414, set. 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 parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 81-88, set. 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, set./out. 2002.
- ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. Belém - PA: **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.45, p. 135-174, jan./jun. 2006.
- RUIVO, M. de L. P. et al. Fertility, Microbial Biomass and Edaphic Fauna under Forestry and Agroforestry Systems in the Eastern Amazon (In Press). In: Blanco, J. A.; Lo, Y. (Org.). **Forest Ecosystems - More than Just Trees**. ed. Rijeka: Intech, v.1 , p. 231-252, mar., 2012.
- SILVA, A. K. L. et al. Litter dynamics and fine root production in *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* plantations and regrowth forest in eastern Amazon. **Plant and Soil**, The Hague, v. 347, n. 1, p. 377-386, oct. 2011.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 272p.
- VEZZANI, F. M.; TEDESCO, M. J.; BARROS, N. F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de Eucalipto e Acácia Negra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 225-231, jan./fev. 2001.
- VIERA, M. et al. Plantio misto de *Eucalyptus* spp. com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, mar. 2013.
- YAMASHITA, N.; OHTA, S.; HARDJONO, A. Soil changes induced by *Acacia mangium* plantation establishment: comparison with secondary forest and *Imperata cylindrical* grassland soils in South Sumatra, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 254, p. 362-370, jan. 2008.