

ACIDEZ DO SOLO E FITOMETRIA DE PLANTAS DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke. Barneby) SOB A APLICAÇÃO DA CALAGEM E FOSFATO NATURAL

SOIL ACIDITY AND PLANT PHYTOMETRY OF *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke. Barneby) UNDER THE APPLICATION OF LIMING AND NATURAL PHOSPHATE

Joberta Cardoso Pastana Yakuwa*¹; Jessivaldo Rodrigues Galvão²; Tiago Kesajiro Moraes Yakuwa²; Ismael de Jesus Matos Viégas³; Dênora Gomes de Araújo²; Rosemiro dos Santos Galate²; Maeli Oliveira da Trindade⁴; Gabriela Vilhena de Almeida²

¹Universidade Federal Rural da Amazônia/Belém/PA; ²Universidade Federal Rural da Amazônia/Belém/PA; ³Universidade Federal Rural da Amazônia/Capanema/PA; ⁴Universidade Federal de São Carlos/Araras/SP.

*Autor correspondente: e-mail: jessigalvao50@gmail.com

RESUMO

A acidez do solo é conhecida como um dos principais fatores que causam a baixa produtividade dos cultivos agrícolas e silviculturais do Brasil. Em solos ácidos, é dificultada a absorção de nutrientes, fazendo-se necessário correções que visam beneficiar o desenvolvimento das plantas. O estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial do *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e o comportamento do pH sob a aplicação de adubação fosfatada e correção da acidez do solo. O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez tratamentos em quatro repetições. O período de avaliação foi de 120 dias, sendo avaliados o pH aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias durante a condução do experimento. A cada 15 dias foi realizada medições das variáveis altura da planta (ALT) e diâmetro do coleto (DC), as demais variáveis: massa verde da folha (MVF), massa verde do caule (MVC), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca total (MST) realizadas nos 120 dias finais. O pH foi influenciado positivamente nos tratamentos que receberam calcário e arad (fosfato natural reativo), porém o maior valor foi alcançado no tratamento que recebeu somente o Arad, chegando a atingir 7,5 com 60 dias de avaliação. As variáveis ALT, DC, MVF, MVC, MSF, MSC e MST analisadas foram influenciadas significativamente pelas doses e correção, isoladamente. As variáveis MSF e MST foram influenciadas significativamente pela interação entre as doses e correção. O tratamento contendo somente solo e Arad obteve os melhores resultados para a maioria das variáveis analisadas.

Palavras-chave: Fertilidade do solo. Nutrição de plantas. Adubação fosfatada.

ABSTRACT

Soil acidity is known as one of the main factors causing low productivity of Brazil's agricultural and silvicultural crops. In acidic soils, absorption of nutrients is difficult, making necessary corrections that aim to benefit the development of plants. The objective of this study was to evaluate the initial growth of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* and the pH behavior under the application of phosphate fertilization and soil acidity correction. The experiment was conducted under greenhouse conditions in the field of soil science. The experimental design was completely randomized, with ten treatments, distributed in four replications. The experiment was conducted over a period of 120 days, where the pH was evaluated at 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 days during the conduction of the experiment. Every 15 days was performed plant height measurements of variables (ALT), stem diameter (DC) and leaf number (NF). At the end of the experiment, green leaf mass (MVF), green stem mass (MVC), green root mass (MVR), total green mass (MVT), dry mass of the leaf (MSF), dry stem mass (MSC) and dry mass of the root (MSR), total dry mass (MST) and root length (CR). The pH behavior was positively influenced in the treatments that received lime and arad (reactive natural phosphate), but the highest value was reached in the treatment that received only Arad, arriving to reach 7.5 with 60 days of evaluation. As the variables analyzed, ALT, DC, MVPA, MVC, MVR, MVT, MSPA, MSC, MSR, and CR were significantly influenced by doses and correction alone, except for MVR that hadn't significant effect for correction. The variables NF, MSPA, MST and CR were significantly influenced by the interaction between doses and correction. The treatment containing only soil and Arad obtained the best results for most of the analyzed variables.

Key words: Soil fertility. Nutrition of plants. Phosphate fertilization.

1. INTRODUÇÃO

Schizolobium parahyba var. amazonicum (Huber ex. Ducke. Barneby), conhecido popularmente como pinho-cuiabano, paricá, bandararra, dentre outros nomes comuns, é uma espécie florestal que pode ser encontrada naturalmente na região Amazônica, em mata primária e secundária de terra firme e várzea alta [14]. Apresenta grande potencial para utilização em programas de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais [6].

No decorrer dos anos houve o aumento dos sistemas agroflorestais, principalmente na Região Amazônica, visando a preservação da floresta nativa e o uso racional do solo [31]. O paricá tem se tornado uma alternativa para esses sistemas e também é recomendado para recuperação de áreas degradadas em virtude do seu rápido crescimento. A implantação de espécies nativas em projetos de recuperação de áreas degradadas pode amenizar o impacto ambiental negativo decorrente dos desmatamentos e auxiliar no restabelecimento do equilíbrio desses ecossistemas [36].

O paricá pertencente à família Fabaceae, é uma espécie pioneira de porte elevado, de fácil propagação e de crescimento rápido, sua madeira tem coloração clara, com baixa densidade, qualidades essas que confere à espécie viabilidade para industrialização e reflorestamento [5].

Em decorrência das potencialidades do paricá, principalmente para a região Amazônica, se faz necessário estudos relacionados a sua adubação visando obter mais informações a respeito dos principais benefícios da adição de nutrientes, haja vista que são poucos os trabalhos sobre a nutrição desta planta.

A acidez do solo é conhecida como um dos principais fatores que causam a baixa produtividade dos cultivos agrícolas e silviculturais do Brasil. Em solos ácidos, é dificultada a absorção de nutrientes, fazendo-se necessário correções que visam beneficiar o desenvolvimento das plantas [5].

Os solos da Região Amazônica apresentam grande deficiência em fósforo, alta saturação por alumínio, elevada acidez, baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e deficiência em macro e micronutrientes [25].

Ao contrário do pensamento generalizado sobre as altas fertilidades dos solos na Amazônia, a riqueza química do ecossistema encontra-se armazenada na biomassa da floresta, e os processos de formação associados ao clima quente e úmido tornam os solos da Amazônia de baixa fertilidade [37].

A correção da acidez do solo é uma prática importante realizada por meio da calagem, pois, além de corrigir a acidez do solo, melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo, contribuindo também, para a elevação da eficiência dos fertilizantes, aumento da disponibilidade de nutrientes existentes no solo e fornecendo cálcio e magnésio [11]. Diante disso, o que mais se utiliza no Brasil como corretivo de acidez do solo é o calcário que pode ser calcítico, magnesiano e dolomítico [1].

O uso de fosfatos naturais reativos, consiste em uma alternativa eficiente na deficiência ou na diminuição da fixação de P nos solos, já que estes apresentam como característica principal a solubilização gradual, tendendo a aumentar a disponibilidade do P para as plantas com o passar do tempo [26]. Por outro lado, os fosfatos naturais necessitam de acidez do solo para solubilizar-se e aumentam sua eficiência com o passar do tempo [22].

Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial do *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e o comportamento do pH do solo sob a aplicação de adubação fosfatada e correção da acidez do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Solos, pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, localizada no município de Belém, Pará.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região de Belém é Clima Equatorial Af, com temperatura média compensada anual de 25,9 °C, chegando a 32 °C em alguns períodos, o período de maior pluviosidade está concentrado entre os meses de dezembro a maio.

As unidades experimentais foram desenvolvidas em solo coletado na camada arável de 0-20 cm de um Latossolo Amarelo Distrófico típico [16], localizado nas dependências da universidade, em uma área de floresta secundária com mais de 20 anos. O solo foi analisado quimicamente (Tabela 1) seguindo metodologia proposta pela [15].

Tabela 1 – Caracterização química do solo utilizado no experimento, antes da instalação.

Amostra	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Ca ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Al	K*	N+	P*	Na+
			-----cmol _c dm ⁻³ -----			%	--mg dm ⁻³ --		
0-20 cm	3,97	3,71	0,3	0,5	1,4	0,06	0,05	6	14

*Extraídos pelo método Mehlich.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 10 tratamentos: somente solo (controle/T1); solo + calagem (T2); solo + calagem + 15 g de P₂O₅/planta (T3); solo + 15 g de P₂O₅/planta (T4); solo + calagem + 30 g de P₂O₅/planta (T5); solo + 30 g de P₂O₅/planta (T6); solo + calagem + 45 g de P₂O₅/planta (T7); solo + 45 g de P₂O₅/planta (T8); solo + calagem + 60 g de P₂O₅/planta (T9); solo + 60 g de P₂O₅/planta (T10), distribuídos em quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

Os fertilizantes utilizados foram a Ureia como fonte de nitrogênio, fosfato natural reativo de Arad como fonte de fósforo e o Cloreto de potássio como de potássio, que foram aplicados ao solo 15 dias após a semeadura do paricá, com exceção ao Arad que foi aplicado antes 30 dias antes da semeadura.

Foi necessário a correção do pH que é um processo muito importante, pois a acidez é um dos fatores que determinará os melhores rendimentos da cultura e maior eficiência no uso da água e dos nutrientes. A correção da acidez do solo foi realizada pelo método do alumínio trocável, correspondente a 3 t de calcário dolomítico ha⁻¹ com 96% de PRNT, seguindo a metodologia de [35]. O procedimento de calagem, normalmente utiliza-se o calcário, que pode ser o calcítico (0-5% Mg), magnésiano (5-12% Mg) ou dolomítico (>12%) Mg). A decisão de aplicar o dolomítico é em função da análise do solo previamente realizada e as necessidades exigidas pelo tipo de solo da região.

O solo foi incubado, em recipiente hermeticamente fechado, por um período de 30 dias e mantido em umidade próximo a capacidade de campo. Essa incubação foi realizada, simultaneamente, conforme as necessidades exigidas por cada tratamento. De acordo com as necessidades do solo realizou-se uma adubação básica com N e K, seguindo as análises do solo utilizado como substrato, a seguir: 30 kg de N ha⁻¹, 27 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente nas quantidades 0,16 g/planta de Ureia e 0,22 g/planta de KCl, calculados conforme [12]. O fornecimento de micronutrientes foi garantido com a aplicação de FTE BR12 na quantidade de 0,07 g/planta, considerando às recomendações de 30 kg ha⁻¹. Essa adubação básica e aplicação de FTE foram realizadas em todos os tratamentos.

Nos tratamentos que utilizaram fosfato natural reativo (Arad), foram utilizadas as doses (0, 15, 30, 45, e 60 g/planta de P₂O₅), respectivamente nas seguintes quantidades de

Arad: 0, 49, 98, 147 e 196 g/planta, e incorporados ao solo em sacos com capacidade de 5 dm³.

Foram necessárias, 120 sementes de paricá sendo 3 por saco. Por as sementes apresentarem dormência tegumentar, foi realizada a escarificação e em seguida semeadas em sacos de polietileno com capacidade para 5 dm³. Os sacos foram preenchidos com Latossolo Amarelo Distrófico, que foi coletado na camada de 0-20 cm, o mesmo foi peneirado e seco ao ar, a germinação ocorreu com cinco dias após a semeadura. Após 10 dias da germinação foi realizado o desbaste, deixando-se uma plântula por saco. A umidade do solo foi mantida, sendo o solo irrigado conforme fosse necessário.

O experimento foi conduzido por um período de 120 dias, em que se avaliou o pH aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias, como também a fitometria das plantas. A análise de pH foi realizada utilizando metodologia da [15].

As variáveis fitométricas foram: a altura da planta (ALT) em cm e diâmetro do coleto (DC) em mm. A altura da planta foi obtida utilizando uma régua graduada, a partir da base do caule até o meristema apical da planta; o diâmetro do coleto foi obtido por meio de paquímetro digital, sendo a medida realizada logo acima do solo na base do caule.

Ao final do experimento foram obtidas a massa verde da folha (MVF), massa verde do caule (MVC), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca total (MST). A MVF e MVC foi determinada por meio da pesagem do material fresco no momento do corte da planta, em seguida o material foi devidamente armazenado em sacos de papel e levado a estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, pesadas, até atingir peso constante ocorrido após 72 horas, obtendo-se a MSF e MSC.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade e estudo de regressão. Quando significativo e pertinente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as equações ajustadas para expressar adequadamente o comportamento dos resultados em função dos tratamentos aplicados. Utilizou-se o aplicativo computacional Sisvar 5.3 para processamento dos dados [21].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de pH nos períodos 15, 30 e 105 dias foram influenciadas significativamente pelas doses de fósforo, não havendo significância nas demais. Para correção, os resultados obtidos de pH, foram significativos nos períodos 15, 30, 60, 90, 105 e

120 dias de aplicação dos tratamentos. A interação entre as doses e correção, foi significativa apenas para o resultado de pH obtido aos 15 dias.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para o pH do solo com a adição de calcário e fosfato natural de Arad.

FV	GL	pH 15	pH 30	pH 45	pH 60	pH 75	pH 90	pH 105	pH 120
Dose	4	*	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
Correção	1	*	*	ns	*	ns	*	*	*
Dose x correção	4	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Resíduo	31	-	-	-	-	-	-	-	-
CV %	-	5,26	7,96	9,52	10,97	8,46	7,66	5,17	7,42

(*) Significativo aos níveis de 5% de probabilidade.

Com a calagem, o pH do solo inicialmente ácido, apresentou um aumento nos primeiros 15 dias. No entanto, verifica-se que aos 45 dias foi alcançado o maior valor, ou seja, 6,95. O mesmo pode ser observado quando analisado o solo sem calagem, porém, o maior aumento no valor de pH foi observado com 60 dias, sendo 6,63 (Figura 1).

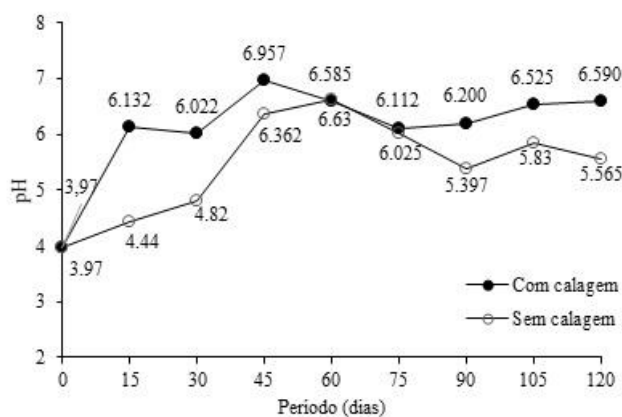


Figura 1 – Efeito da adição de calcário no pH do solo durante a condução do experimento.

[20] trabalhando com efeito de doses de calcário e de fósforo em leguminosas para adubação verde, observaram que a aplicação de calcário promoveu aumento do pH do solo. Mostrando que a calagem se faz de grande importância, pois além de aumentar a disponibilidade de P, eleva o pH do solo, diminui ou elimina a fitotoxidez do Al e do Mn, fornecendo Ca e Mg [17].

A correção é uma prática, que além de fornecer Ca e Mg, diminui a acidez do solo e aumenta a disponibilidade e eficiência na utilização de vários nutrientes. Os resultados observados mostram que o fosfato natural reativo por possuir em sua composição quantidades significativas de cálcio, ajudam a eliminar os íons de hidrogênio tornando o ambiente propício ao crescimento das plantas (Figura 2A-E).

Foi observado um comportamento crescente do pH quando utilizado fosfato natural de Arad não associado ao uso da calagem (Figura 2A-E) sendo o maior valor de pH, obtido aos 60 dias, com a dose 2 (Figura 2B). Mesmo na ausência de calagem, pode ser observado que o fosfato natural de Arad, tendeu a neutralização da acidez do solo, em relação ao tratamento controle e que as melhores respostas do pH foram encontrados com 60 dias, isso pode ter ocorrido devido a solubilização lenta do fosfato natural de Arad. Tal comportamento do pH sem a associação da calagem, pode ser explicado pela presença do carbonato na composição do Arad, comportando-se de forma semelhante ao calcário.

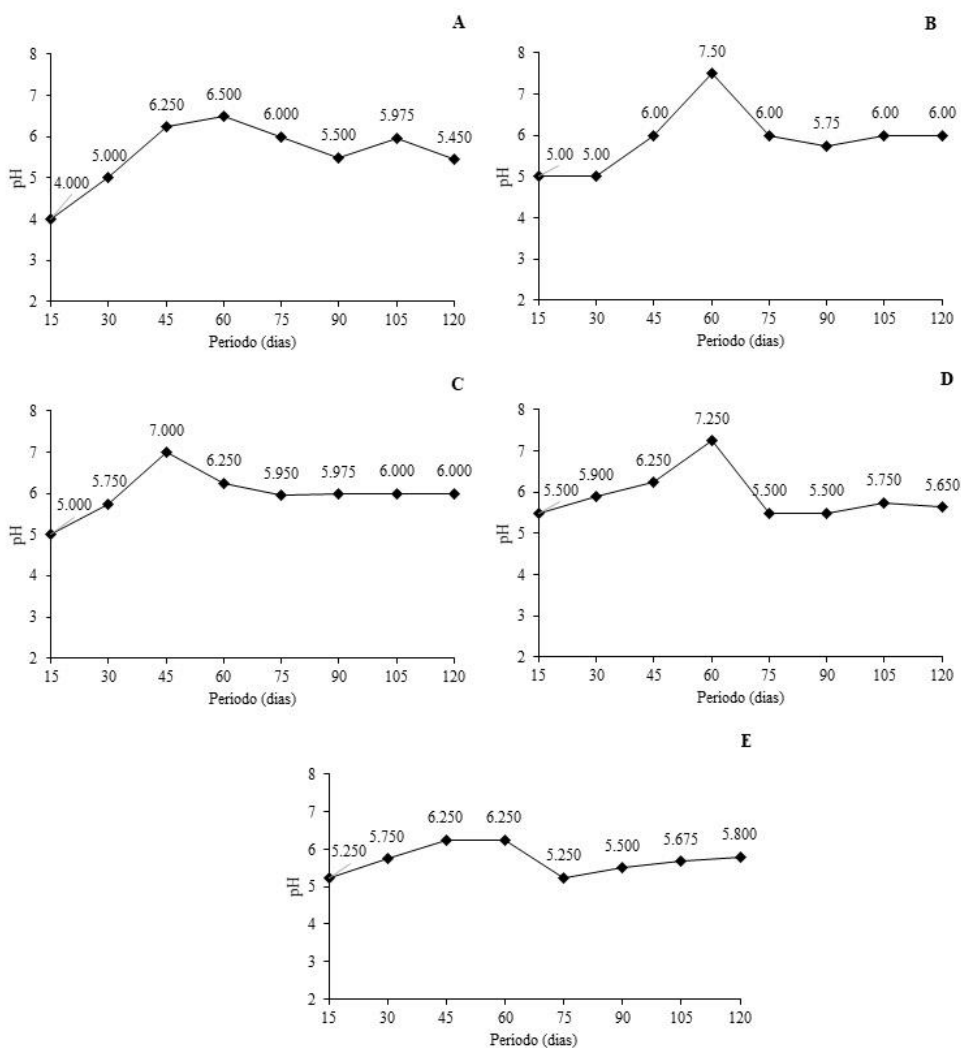


Figura 2 – Comportamento do pH do solo com a adição de Arad durante a condução do experimento, sendo:
Dose 1 (A); Dose 2 (B); Dose 3 (C); Dose 4 (D); Dose 5 (E).

Nota: D1: dose 0; D2: 15 g/planta de P_2O_5 ; D3: 30 g/planta de P_2O_5 ; D4: 45 g/planta de P_2O_5 ; D5: 60 g/planta de P_2O_5 .

Resultados semelhantes a este foram obtidos por [2], ao verificar que pH do solo sofreu alteração a receber doses de fosfato de Arad. Conforme [33], a neutralização da acidez do solo se dá por meio da liberação de hidroxila e do bicarbonato, pela dissolução do carbonato de cálcio presente na composição do calcário e no Arad.

Nos tratamentos em que foram utilizados o calcário e Arad pode ser observado um comportamento crescente do pH no início da avaliação, mostrando um melhor ajuste do pH em relação aos tratamentos que utilizaram somente Arad (Figura 3A-E). Sendo o maior valor de pH obtido com a dose 3 aos 45 dias (Figura 3C).

Pode-se afirmar que os melhores resultados no último período de avaliação foram obtidos pelos tratamentos que receberam calcário e Arad, pois de acordo com os valores obtidos eles se encontram na faixa ideal para as culturas comerciais permitindo uma melhor absorção de nutrientes. [2] verificaram que os melhores resultados foram alcançados no tratamento que recebeu o calcário combinado com o Arad.

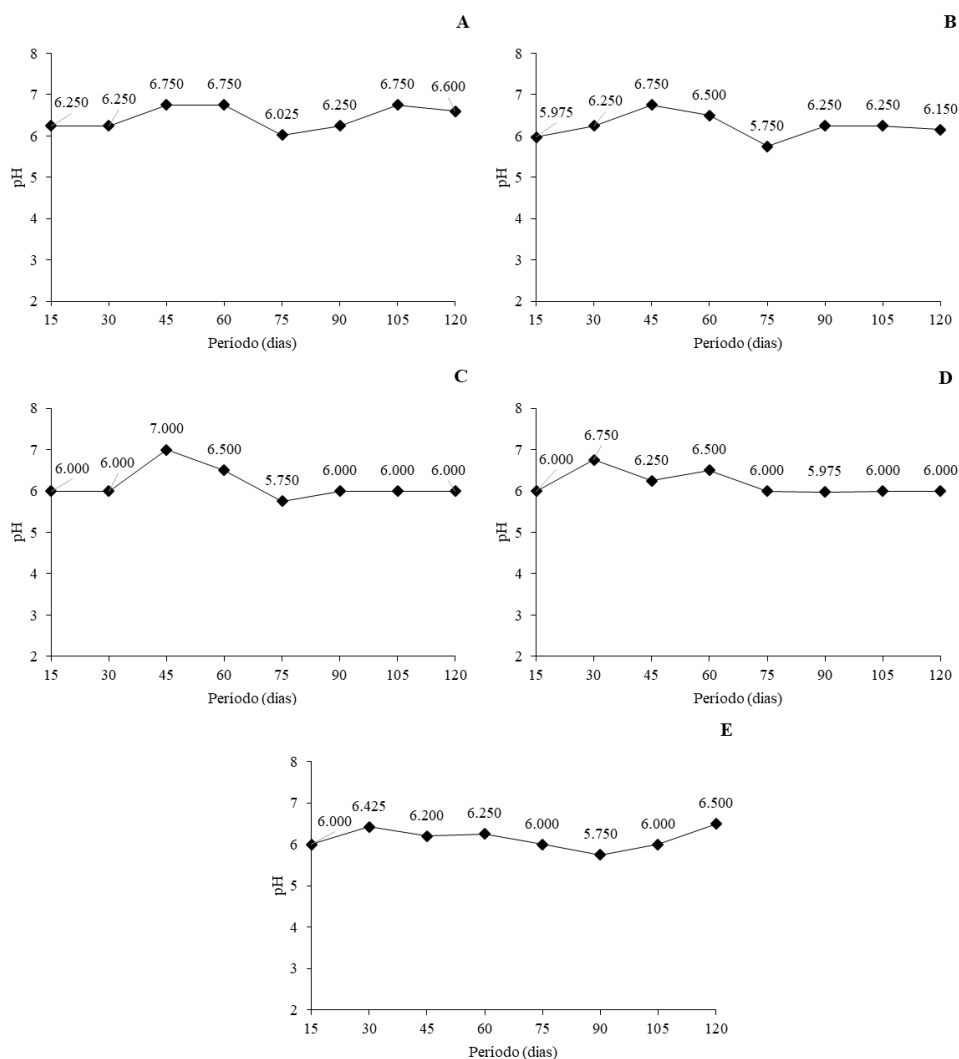


Figura 3 – Comportamento do pH do solo com a adição de arad e calcário durante a condução do experimento sendo: Dose 1 (A); Dose 2 (B); Dose 3 (C); Dose 4 (D); Dose 5 (E).

Nota: D1: dose 0; D2: 15 g/planta de P_2O_5 ; D3: 30 g/planta de P_2O_5 ; D4: 45 g/planta de P_2O_5 ; D5: 60 g/planta de P_2O_5 .

O maior valor de pH foi alcançado no tratamento que recebeu somente o Arad, chegando a atingir 7,5 com 60 dias de avaliação. Isso pode ser explicado pela presença do carbonato de cálcio na composição do Arad, mas, esse valor já não seria o mais indicado por estar alcalino, geralmente as culturas precisam que o pH esteja no intervalo de 5,5 e 6,5 para absorver os nutrientes necessários.

As variáveis ALT, DC, MVF, MVC, MSF, MSC e MST analisadas foram influenciadas significativamente pelas doses de fósforo, isoladamente, o mesmo ocorreu para correção do solo. A interação entre as doses e correção, foram significativas apenas para MSF e MST (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis ALT, DC, MVF, MVC, MSF, MSC e MST de paricá cultivado sob a adição de calcário e fosfato natural de Arad.

FV	GL	ALT	DC	MVF	MVC	MSF	MSC	MST
Dose	4	*	*	*	*	*	*	*
Correção	1	*	*	*	*	*	*	*
Dose x correção	4	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
Resíduo	31	-	-	-	-	-	-	-
CV %	-	10,63	8,34	18,09	24,19	20,51	20,01	16,51

(*) Significativo aos níveis de 5% de probabilidade. Fonte: Autor.

Os valores de ALT se ajustaram ao modelo polinomial quadrático de regressão, com a dose considerada ótima em 36,63 g/planta de P₂O₅, obtendo uma altura máxima de 42,33 cm (Figura 4).

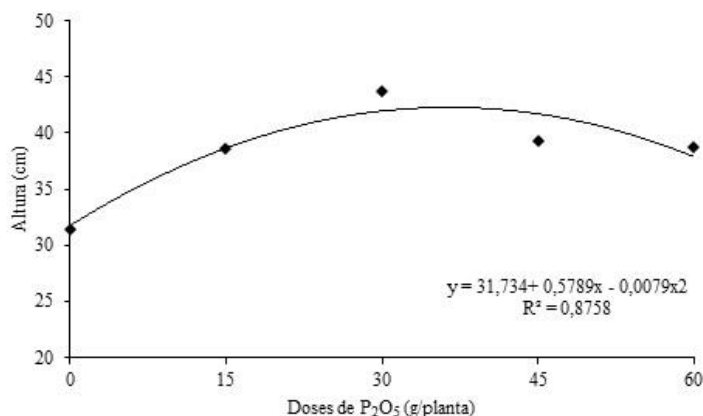


Figura 4 – Efeito dos tratamentos na altura da planta de paricá.

A altura da parte aérea é considerada um ótimo parâmetro para se avaliar o padrão de qualidade de mudas florestais. É um parâmetro de fácil determinação, além de ser um método não destrutivo [8, 9, 7, 23]. Acredita-se que a presença de cálcio na composição do fertilizante usado, além de ter contribuído para a redução da acidez do solo, proporcionou um bom desenvolvimento da cultura.

De forma geral, as diferentes espécies florestais nativas apresentam exigências nutricionais distintas [6]. [27, 30] avaliando a omissão de nutrientes em solução nutritiva, verificaram que o nitrogênio foi mais limitante ao crescimento do paricá, seguido do fósforo.

O diâmetro do coleto mostrou efeitos significativos para as doses isoladamente. É possível observar que os valores de diâmetro do coleto se ajustaram ao modelo polinomial quadrático de regressão e que a melhor dose foi de 34,29 g/planta de P₂O₅, atingindo um

diâmetro máximo de 6,52 mm (Figura 5). [6] trabalhando com mudas de paricá, encontraram diâmetro do coleto de 4,11 mm aos 90 dias.

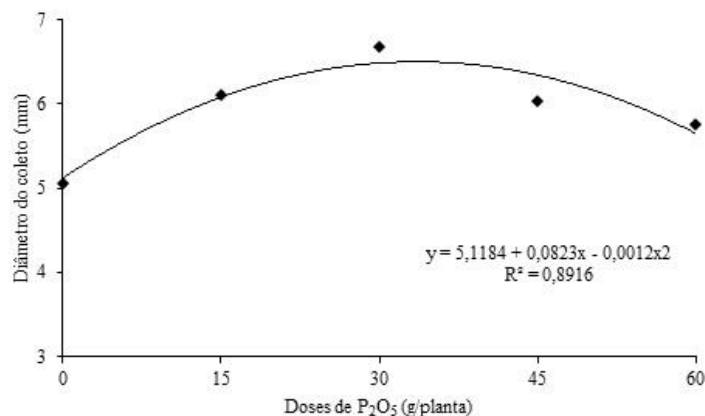


Figura 5 – Efeitos dos tratamentos no diâmetro do coleto de paricá.

[13] explicam que o diâmetro do coleto é considerado como um importante parâmetro para estimar a sobrevivência de mudas de diferentes espécies florestais após o plantio. [32] também observaram o efeito do fósforo no diâmetro do caule, indicando relação do fósforo com o aumento da resistência da planta.

De acordo com [10], mudas que apresentam um maior diâmetro do colo possuem um maior equilíbrio no crescimento da parte aérea. O fósforo é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas. [29] afirmam que esse nutriente exerce o papel principal nos períodos iniciais da vida das plantas, quando estas necessitam de elevada disponibilidade de nutrientes no solo. De acordo com [34], a fertilização com fósforo tem diminuído falhas de estabelecimento das plantas.

Os valores de massa verde da folha se ajustaram ao modelo polinomial quadrático de regressão, com melhor dose de 41,67 g/planta de P₂O₅, obtendo uma produção máxima de 38,44 g/planta (Figura 6A).

Para MSF ocorreu interação significativa entre os tratamentos estudados, ou seja, doses de P₂O₅ e calagem do solo. Os modelos se ajustaram a equação polinomial quadrática de regressão, com a melhor dose para o tratamento com correção de 47,22 g/planta de P₂O₅, atingindo uma produção máxima de 10,88 g/planta. Sem a correção, a dose máxima foi atingida com 33,48 g/planta de P₂O₅, obtendo uma produção máxima de 12,78 g/planta (Figura 6B).

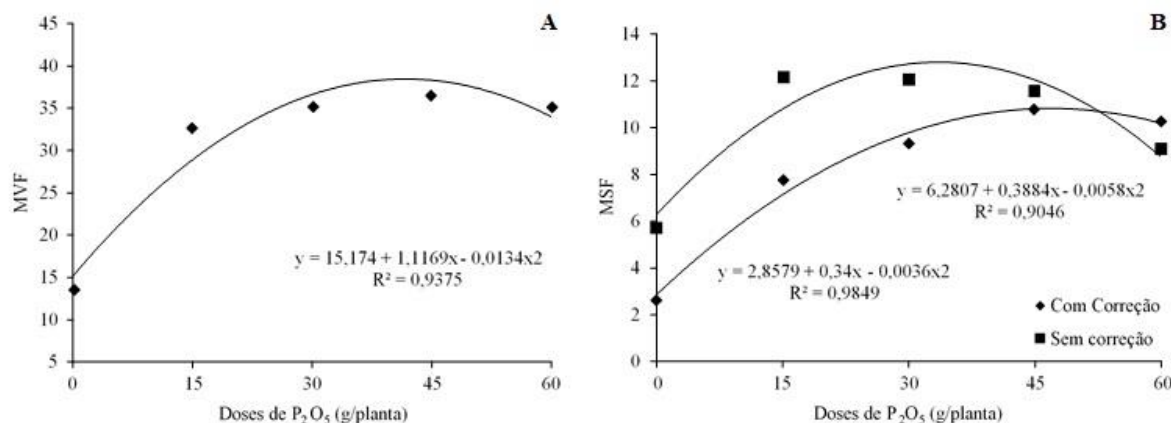


Figura 6 - Efeitos dos tratamentos na massa verde e massa seca da folha de paricá.

De acordo com [24] o peso da parte aérea tem correlação direta com a sobrevivência e desempenho inicial das mudas após o plantio, sendo um indicador de rusticidade de plantas. Conforme [30] ao trabalhar com crescimento inicial do paricá, observaram que as plantas deficientes em fósforo mostraram-se de tamanho reduzido, com menor número de folhas e a raiz principal mais longa com poucas raízes laterais.

A utilização do fosfato natural reativo (Arad) obteve o melhor resultado de MV, mostrando que o fósforo é um nutriente importante na formação da parte aérea da espécie em estudo. No trabalho realizado por [6] com mudas de paricá, foi verificado que os tratamentos apenas com fósforo e o controle proporcionaram os melhores resultados para o acúmulo de massa seca da parte aérea, o que confirma os resultados encontrados no experimento em que o tratamento somente com solo e Arad obtiveram os melhores resultados.

[4] ao avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo na forma de fosfato natural Arad na produção de massa seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu observaram que o incremento das doses de fósforo aumentou a produção de massa seca e altura da pastagem. Conforme [18], no solo há uma relação positiva entre adubação fosfatada e aplicação de calcário, na qual o aumento de um insumo provoca melhor eficiência de utilização do outro pelas plantas.

Os efeitos dos tratamentos na massa verde do caule foram significativos para as doses isolada. Foi observado que os valores se ajustaram ao modelo polinomial quadrático de regressão e que a melhor dose de P₂O₅ foi de 38,78 g/planta, com uma produção máxima de 25,59 g/planta (Figura 7A). Os valores de MSC se ajustaram ao modelo polinomial quadrático de regressão e a melhor dose foi de 38,36 g/planta de P₂O₅, com uma produção máxima de 9,42 g/planta (Figura 7B).

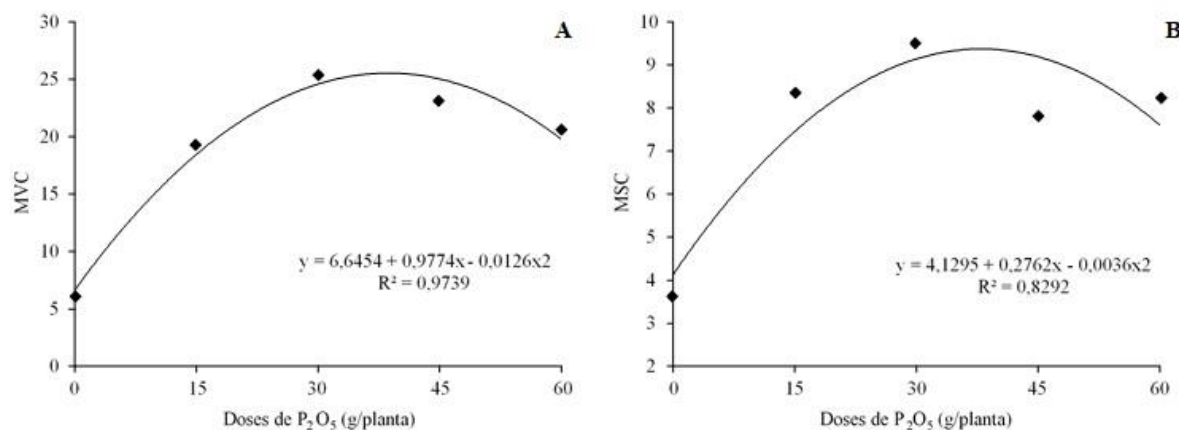


Figura 7 – Produção de massa verde e massa seca do caule em função dos tratamentos aplicados na cultura do paricá.

A massa verde do caule está relacionada ao diâmetro do caule da planta. [32] constataram efeito do fósforo no diâmetro do caule, indicando relação do fósforo com o aumento da resistência da planta. O fertilizante utilizado como fonte de fósforo pode ter suprido a necessidade da planta permitindo o melhor desenvolvimento da produção de massa verde do caule.

[19] trabalhando com rendimento de massa seca em função da aplicação de fosfatos, constataram que na ausência do calcário a aplicação dos fosfatos na superfície do solo foi mais eficiente em aumentar o rendimento de massa seca. Nos resultados obtidos no experimento em estudo, a massa seca das variáveis analisadas obteve um melhor resultado quando utilizado o fertilizante Arad, o uso do calcário também proporcionou um bom resultado, mas não tanto quando se comparado com o resultado do uso de Arad.

Foram verificadas interações significativas entre os tratamentos para a MST. Na interação entre as doses e correção, os modelos se ajustaram a equação polinomial quadrática de regressão e a melhor dose para o tratamento com correção foi de 44,39 g/planta de P₂O₅, atingindo uma produção máxima de 23,29 g/planta, já a melhor dose para o tratamento sem correção foi de 33,73 g/planta de P₂O₅ obtendo uma produção máxima de 27,27 g/planta (Figura 8).

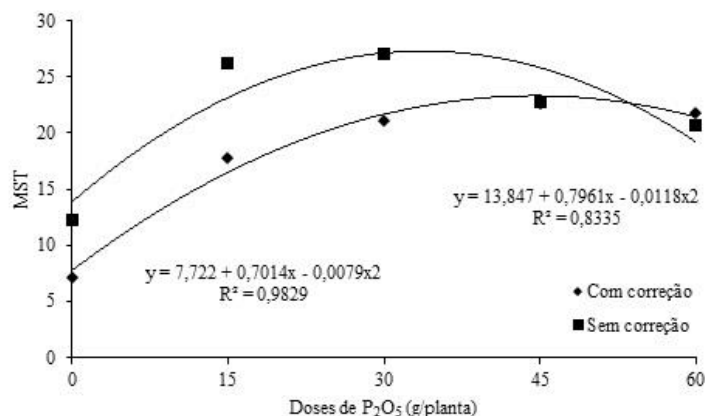


Figura 8 - Interação entre as doses e correção para massa seca total de paricá.

Em mudas de paricá no trabalho realizado por [6] foi constatado que para massa seca total, quando aplicado o fósforo isolado, ele proporcionou os maiores benefícios a planta. A massa seca total é o conjunto da produção da folha, caule e raiz, ambas secas, que tiveram resultados significativos quando se utilizou o fertilizante Arad, mostrando o efeito positivo que os nutrientes presentes no fertilizante causam na produção de massa seca da espécie.

[2] observaram aumento na produção de massa seca de *Brachiaria brizantha* ao utilizar calcário combinado com fosfato natural Arad. [3] verificaram que o fósforo foi o nutriente mais limitante para o acúmulo de massa seca total e, [27] verificaram que as deficiências de nitrogênio e fósforo foram as que levaram ao maior decréscimo da massa seca total.

CONCLUSÃO

A aplicação de Arad associado ao calcário proporciona melhor ajuste no pH com maior redução da acidez do solo.

A utilização do fosfato natural de Arad condiciona maior desenvolvimento das plantas de paricá, obtendo os melhores resultados quando comparado ao uso de calcário.

REFERÊNCIAS

[1] ARAUJO, D. M. F.; CASTRO, G. S. A.; DAMASCENO, L. F.; MONTAGNER A. E. A. D.; GUEDES, M. C.; JR. N. J. M. Acidez potencial de solos do Estado do Amapá estimada pelo método potenciométrico SMP. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.3, n.3, p. 57-65, 2014.

- [2] ARAÚJO, V. S.; RODRIGUES, K. C. B.; GALVÃO, J. R.; YAKUWA, T. K. M.; SILVA, V. F. A.; SILVA, D. R.; ARAÚJO, L. B.; SOUZA, F.J. L.; SOUZA, J. C. Yield of *Brachiaria* in Function of Natural Phosphate Application and Liming in Pará Northeast. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 7, 2018.
- [3] BRAGA, F.; VALE, F.R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, 1995.
- [4] BENETT, C. G. S.; SILVA, KS; YAMASHITA, OM; FILHO, MCMT; GARCIA, M DE P; NAKAYAMA, FT; BUZETTI, S. Produção de *Brachiaria brizantha* sob doses crescentes de fósforo. **Omnia Exatas**, v.2, n.1, p.17-25, 2009.
- [5] BRESSIANI, A. L. **Crescimento de mudas de Paricá em diferentes saturações por bases e doses de fósforo**. (Mestrado em Agricultura Tropical. Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso. 2010.
- [6] CAIONE, G. LANGE, A. SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.
- [7] CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008.
- [8] CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; VOGET, H.L.M.; OLIVEIRA, L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, Curitiba, v.28, n.1/2, p.19-30, 2000a.
- [9] CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.57, p.161-170, jun. 2000b.
- [10] CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995, 451p.
- [11] CAVALCANTI, F.C. da. Coord. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco**. 2ª edição. Recife: IPA, 198p. 1998.
- [12] CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e Calagem para o Estado do Pará**. 1ª edição. Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental, 262p. 2007.
- [13] DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.163-168, 1997.
- [14] DUCKE, A. Notas sobre a flora neotrópica II: as leguminosas da Amazônia brasileira. 2ed. Belém: IAN, 248 p. 1949.
- [15] EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 212 p. 1997.

- [16] EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SPI, 412p. 2009.
- [17] ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; OLIVEIRA, L. C. Increase of grain and green matter of corn by liming. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, n.2, p.275-280, 1998.
- [18] ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; CAMPOS, M. L.; CAMILLO, R. J. Influência da combinação de fósforo e calagem no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24 n. 3, p.537-544, 2000.
- [19] ERNANI, P. R.; STECKLING, C.; BAYER, C. Características químicas de solo e rendimento de massa seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p.939-946, 2001.
- [20] FERNANDES, A. R.; LINHARES, L. C. F; MORAES, F. I de. O. SILVA, G.R de. Características químicas do solo, matéria seca e acumulação de minerais nas raízes de adubos verdes, em resposta ao calcário e ao fósforo. **Revista de Ciências Agrárias**. Belém, n. 40, p. 9-19, 2003.
- [21] FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- [22] GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: Simpósio Sobre Fertilizantes Na Agricultura Brasileira, 14. **Anais...** Brasília: Embrapa, p.206-255. 1984.
- [23] GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.113-127, 2003.
- [24] GONÇALVES, D. S. CARVALHO, K. S. SOUZA, P. A. LISBOA, L. V. R. SANTOS, A. F. Crescimento e desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em diferentes substratos e recipientes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23, p. 378-387, 2016.
- [25] JÚNIOR, J. F. V.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. **Revista Agro@mbiente**, v. 5, n. 2, p.158-165, 2011.
- [26] KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. **Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria – RS. Boletim Técnico n.3, 31p, 1997.
- [27] LOCATELLI, M.; MELO, A.S.; LIMA, L.M.L.; VIEIRA, A.H. Deficiências nutricionais em mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.648-650, 2007.
- [28] LUCHINI, I.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J. S. S. Aplicação de diferentes doses de Arad, fosforita alvorada e superfosfato triplo em solos ácidos e solos corrigidos. In: FertBio:

desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental. **Anais...** Londrina: Centro de exposição e eventos. 2008.

[29] MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.

[30] MARQUES, T.C.L.L.S.M.; CARVALHO, J.G.; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. Exigências nutricionais do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.167-183, 2004.

[31] MATOS, G. D.; FRIGOTTO, T.; MARTINS, A. P. M.; BRUN, E. J. Desenvolvimento de mudas de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em substrato orgânico – estudo de caso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Synergismus scyentifica**. 2009.

[32] OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.

[33] RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: **Ceres**, 343 p. 1991.

[34] SHEARD, R.W.; BRADSHAW, G.J.; MASSEY, D.L. Phosphorus placement for the establishment of alfalfa and bromegrass. **Agronomy Journal**, v.63, n.6, p.922-927, 1971.

[35] SILVA, S. B. **Análise de solo**. Belém, PA: Universidade federal rural da Amazônia, 152p., 2003.

[36] VIÉGAS, I. J. M.; RAMOS, E. J. A.; THOMAZ, M. A. A.; SATO, T. **Efeito da adubação NPK em plantas jovens de Paricá**. Comunicado Técnico online 193. Belém/PA, 2007.

[37] WADT, P. G. S.; FRADE JUNIOR., E. F. ; MARCOLAN, A. L. . **A relação entre pesquisa e extensão na Amazônia**. Boletim Informativo (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo), v. 37, p. 42-47, 2012.