

Revista Brasileira de Agroecologia
Rev. Bras. de Agroecologia. 4(3): 11-19 (2009)
ISSN: 1980-9735

Reabsorção de nutrientes por espécies arbóreas acumuladoras de fósforo na Amazônia: influência na qualidade da serrapilheira.

Reabsortion of nutrients for phosphorus accumulative woods species in the Amazon: influence in quality of litter.

OLIVEIRA, Patricia Chaves¹; CARVALHO, Claudio Jose Reis²

¹Universidade Federal do Para (UFPA), Santarém/PA - Brasil, pchaves@ufpa.br; ² EMBRAPA-CPATU, Belém/PA - Brasil, carvalho@cpatu.embrapa.br

RESUMO

A importância de se conhecer as concentrações e os estoques de nutrientes como o fósforo (P) e o nitrogênio (N) na serrapilheira (liteira) produzida por espécies potencialmente acumuladoras de fósforo em florestas secundárias cujos solos são deficientes neste nutriente deve-se à necessidade de se identificar *mulch* de qualidade para a tecnologia de preparo de área do tipo *chop and mulch* recentemente praticada pela Agricultura Itinerante do Nordeste do Estado do Pará. Dessa forma, os teores e os estoques de fósforo e nitrogênio encontrados na serrapilheira foliar de *Neea macrophylla* foram superiores aos de *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, sugerindo que o melhor *litter* seria o produzido por *Neea*. Contudo, é *Cecropia palmata* a espécie com maior capacidade de retranslocação de fósforo das folhas senescentes para as folhas maduras, sugerindo uma estratégia de economia do nutriente em condição de estresse natural. Quanto ao nitrogênio, as retranslocações foram muito baixas para as três espécies, sinalizando que este nutriente parece não estar sendo limitante.

PALAVRAS-CHAVE: serrapilheira; *mulch*; reabsorção.

ABSTRACT

The importance of knowing the concentrations and the supplies of nutrients as phosphorus (P) and the nitrogen (N) in the produced litter by potentially accumulative species of phosphorus in secondary forests whose soils are deficient in this nutrient must of the necessity to identify mulch of quality for the technology of chop and mulch recently practised for shift Agriculture of State of Pará. Of this form, the contents and the supplies of phosphorus and nitrogen found in the leaf litter of *Neea macrophylla* had been superior to the ones of *Cecropia palmata* and *Casearia arborea*, suggesting that optimum litter it would be produced for *Neea*. However, the species with better capacity of phosphorus retranslocation of senescentes leaves for mature leaves was *Cecropia palmata*, suggesting a strategy of economy of the nutrient in natural stress conditions. For the nitrogen, the retranslocations had been very low for the three species, signaling that this nutrient seems not be in deficit.

KEY WORDS: litter fall; re-absortion; mulch.

Correspondências para: pchaves@ufpa.br
Aceito para publicação em 20/06/2009

Introdução

A prática da Agricultura Itinerante na Amazônia vem impactando ao longo de décadas o solo e a flora local através do uso do fogo sobre vegetações secundárias em regeneração denominadas de capoeiras, devido à necessidade econômica dos pequenos agricultores em usar esse método para preparo de área para a fase agrícola seguinte à da regeneração. Dessa forma, tem sido observada uma redução do tempo de regeneração das capoeiras representada pelas altas taxas de conversão das florestas de pouso curto em áreas agrícolas (METZGER, 2000) e como consequência um declínio nos níveis de P e N nos solos de florestas secundárias jovens em relação a vegetações mais antigas (floresta primária= 2,1 mg P/kg e 0,17% N; floresta antiga, +35 anos= 1.1 mg P /kg e 0,15% N ; floresta intermediária, 15 - 25 anos= 0,8mg P/kg e 0,11 %N; floresta jovem, 5-10 anos= 0,9 mg P/kg e 0,12% N) de acordo com Paparciková et al (2000).

Tal impacto sobre a fertilidade dos solos que naturalmente já possuíam baixos níveis de P disponível, culminou com uma agricultura extremamente dependente de adubação fosfatada. De acordo com Bunemann *et al* (2000), cultivares de milho e feijão tiveram produtividades muito baixas sem adubação fosfatada e pouca resposta em relação ao N. Neste contexto, algumas alternativas como a seleção de genótipos de milho tolerantes à deficiência de P (VASCONCELOS; VIELHAUER, 2000) foram testadas no âmbito do Projeto SHIFT-Capoeira, mas sem dúvida alguma foi a tecnologia de preparo de área *chop and mulch* das capoeiras em regeneração que melhor pode contribuir na recuperação de áreas em processo de perda de fertilidade. A partir daqui, o enriquecimento de capoeiras com leguminosas de rápido crescimento como *Acacia mangium* (BRIENZA *et al*, 2000) a fim de prover maiores quantidades de biomassa e por conseguinte de litter quando esta fosse

derrubada, começou a ser investigado.

No entanto, o possível incremento de N a partir de tais enriquecimentos não resolveria o problema das baixas produtividades agrícolas, haja vista que elas seriam decorrentes da deficiência de P. Sendo assim, um litter rico em N mas pouco expressivo quanto ao P, o que é de se esperar, haja vista, os baixos teores de P observados em folhas fisiologicamente maduras em espécies de ocorrência mais comum nessa região (OLIVEIRA, 2002) pouca eficiência teria no incremento dos níveis de P orgânico nestes solos.

Neste contexto, a necessidade de se buscar espécies que tivessem potencial em acumular P em tecidos foliares para serem utilizadas como componentes em Sistemas Agroflorestais ou em Florestas Enriquecidas começou a ser investigada, resultando na seleção de 2 espécies de interesse, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* de acordo com Oliveira et al (2002). Contudo, a qualidade da liteira destas espécies ainda era desconhecida.

De acordo com Allison e Vitousek (2004), muitas plantas invasoras por apresentarem altos teores de nutrientes em suas folhas também apresentariam uma liteira rica nestes nutrientes. Entretanto, o fator de retranslocação dos nutrientes nas plantas nos parece extremamente influente na concentração final dos mesmos na liteira, posto que uma espécie pode acumular quantidades expressivas de determinado nutriente nas folhas maduras porém, reabsorvê-lo antes da abscisão como uma estratégia de conservação deste, sobretudo em ambientes com baixa fertilidade. Sendo assim, a liteira resultante apresentaria baixas concentrações do nutriente considerado. Segundo Fioretto *et al* (2003), esta capacidade de reabsorção foi observada nas espécies *Cistus incanus* e *Myrtus communis* que rapidamente remobilizavam o P das folhas senescentes para as verdes.

Esta pesquisa teve por objetivo analisar o teor e o estoque de fósforo (P) e nitrogênio (N) na

serrapilheira foliar produzida ao longo de um ano por árvores de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* bem como a capacidade de reabsorção destes nutrientes pelas espécies, em floresta secundária com aproximadamente 6 anos de regeneração com o intuito de caracterizar de forma qualitativa este material, o qual poderá vir a ser introduzido como *mulch* em Sistemas Agroflorestais locais mas, sobretudo como um produto ecológico nativo, não exótico a ser usado no Enriquecimento de Capoeiras durante a fase de regeneração nos Sistemas de Agricultura Itinerante.

Material e métodos

O experimento se desenvolveu em floresta secundária com aproximadamente 6 anos de regeneração (sítio I), situada à 01^o 07. 291' S e 47^o 35. 714' WO no Município de Igarapé-Açu a Nordeste do Estado do Pará. O solo da área se caracterizava com baixa fertilidade, com 2 mg de P dm⁻³ solo, baixas porcentagens de nitrogênio (N) cerca de 0,03 %, pH ácido, na faixa de 4.5 a 5.0 e concentrações expressivas de alumínio (Al), em torno de 0.5 cmol dm⁻³ solo.

Foram selecionadas 10 árvores por espécie estudada (*Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*) onde foram instaladas redes sob a projeção das copas para a coleta de serrapilheira, exclusivamente foliar, a cada 15 dias e ao longo de 12 meses de observação (jun/2003 a maio/2004). A seguir, o material foi levado à estufa com temperatura em torno de 65^o até obtenção de peso constante. Após a pesagem da liteira as análises químicas foram realizadas para a determinação das concentrações de P e N totais

A determinação do estoque (E) de P e N na liteira foi obtida através da fórmula $E = \text{Teor P (g kg}^{-1}) \times M. S. (\text{kg/árvore})$. Foram determinadas também, as quantidades reabsorvidas de P e N pelas espécies através da subtração entre o teor

de P em folhas fisiologicamente maduras (funcionais) e o teor de P na liteira foliar.

O tratamento estatístico aplicado foi uma comparação de médias a partir do Teste t entre as três espécies e para os três parâmetros (Teor, Estoque e Teor reabsorvido). Foram realizadas ainda Análises de Regressão para se determinar o tipo de dependência entre o Estoque de P ou N e a Produção de Liteira. O programa estatístico utilizado foi o BioEstat 3.0 (AYRES *et al*, 2003).

Resultados e discussões

A produção de serrapilheira (liteira) foliar apresentou o mesmo comportamento para as três espécies, isto é, no período de junho a dezembro foi maior do que de janeiro a abril. Dessa forma fica claro que no período seco houve uma maior queda de folhas do que no período chuvoso indicando que a precipitação pluviométrica tem alguma influencia sobre a produção de liteira de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, embora nenhum modelo de dependência tenha sido observado. A Análise de Variância demonstrou não haver diferença significativa entre as médias anuais de produção de liteira entre as três espécies estudadas conforme **Figura 1**, sinalizando que independe a utilização de *Neea* ou *Cecropia* como componentes ecológicos em Sistemas Agroflorestais para fornecimento de P orgânico. Tais produções mensais de liteira quando comparamos com os dados de Pantoja (1999) colocam *Cecropia palmata* com a média um pouco acima de *Acacia angustissima*, *Clitoria racemosa* e *Inga edulis*, enquanto *Neea macrophylla* assume produções de liteira discretamente superiores às mesmas espécies acima.

As variações no teor de P na liteira foliar mensal de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* apresentaram poucas flutuações ao longo de 1 ano de observação sendo que um discreto aumento ocorreu de

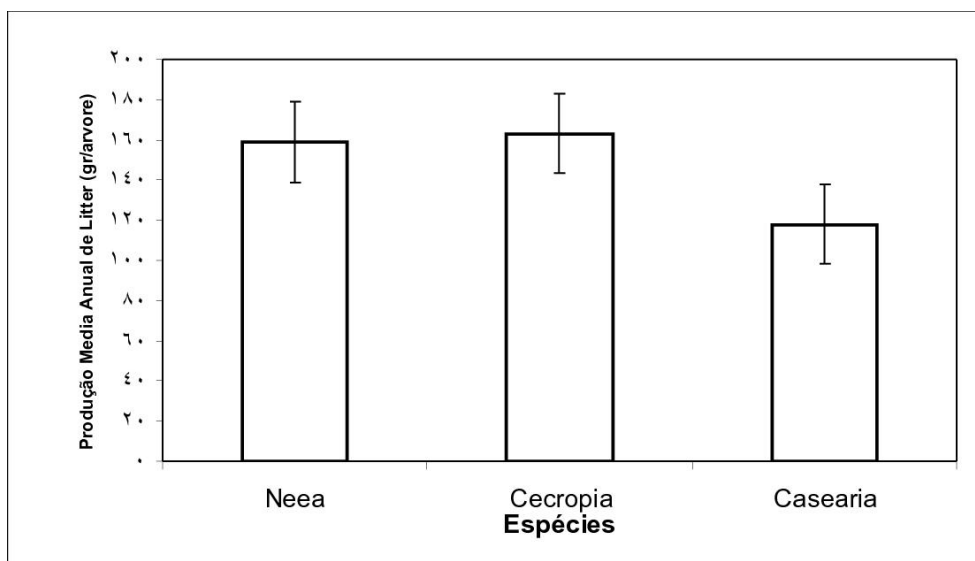


FIGURA 1- Produção Média Anual de Litter Foliar (g/ árvore) de *Neea macrophylla* (a), *Cecropia palmata* (a) e *Casearia arborea* (a). * letras iguais entre parênteses representam ausência de diferença estatística.

janeiro para fevereiro para as 3 espécies e uma redução no mês de março para *Cecropia* e *Casearia*. Quando observamos a precipitação no mês de março de 444,6 mm, a maior do período estudado e associamos com a redução no teor de P na littera foliar neste período, os dados sugerem então uma tendência de diminuição dos teores de P com o aumento das chuvas, indicando que talvez processos de perda de P por lavagem devam ocorrer pelo menos para *Cecropia* e *Casearia*. Contudo, a possível dependência entre o Teor de P na littera foliar mensal das espécies estudadas e a Precipitação mensal foi descartada quando fizemos o estudo de Regressão pois nenhum tipo de curva se adequou conforme os coeficientes de determinação (R²) embora, *Neea macrophylla* tenha se ajustado mesmo com um R² baixo (42%) porém significativo ao modelo exponencial no sentido de que a queda do Teor de P se dá de forma exponencial com o aumento da precipitação para esta espécie.

Os resultados acerca do teor de P na serrapilheira foliar revelaram diferenças significativas entre *Neea* e *Cecropia* e entre *Neea* e *Casearia*, mas não entre *Cecropia* e *Casearia*

conforme **Quadro 1**. Sendo assim *Neea macrophylla* apresentou uma littera qualitativamente superior às outras 2 espécies quanto ao teor de P, o que é um fator favorável ao incremento dos níveis de P orgânico nos solos, considerando é claro as questões de velocidade de decomposição deste material. No entanto, foram observadas variações de até 2.0 g P/kg M.S. na littera foliar de *Neea macrophylla*, assim como desvios padrões maiores do que as outras 2 espécies sugerindo maior heterogeneidade do material para esta espécie.

Quanto aos Estoques de P na littera para as três espécies estudadas, estes apresentaram flutuações expressivas ao longo dos 12 meses de observação, onde os maiores estoques foram observados no período seco, julho a setembro para *Neea* e *Cecropia* culminando com uma redução em outubro, mas sobretudo em janeiro, onde estoques muito baixos foram registrados sendo importante ressaltar que no mês anterior, dezembro, estoques altos de P foram obtidos. Estes resultados sugerem que, como os teores de P anteriormente discutidos mantiveram-se quase constantes ao longo do ano, então a produção de

QUADRO 1- Testes t para comparação dos Teores de P (g/kg M.S.), Estoques de P mensais (g P.kg M.S.), Teor de N (g N/kg M.S.) e Estoque de N mensal (g N.kg M.S.) entre as liteiras foliares de *N. macrophylla* e *C. palmata* (A), *Neea* e *Casearia*(B) e *Cecropia* e *Casearia* (C)

	Teor P		Estoque de P		Teor de N		Estoque de N	
A	<i>Neea</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Neea</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Neea</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Neea</i>	<i>Cecropia</i>
Média =	0.496	0.241	56.9281	41.1247	19.6461	10.5095	2876.159	1649.799
p (bilateral) =	0	0	0.2178	0.2172	0	0	0.0433	0.0381
Diferença entre as médias	0.255		15.8034	---	9.1365	---	1226.36	---
B	<i>Neea</i>	<i>Casearia</i>	<i>Neea</i>	<i>Casearia</i>	<i>Neea</i>	<i>Casearia</i>	<i>Neea</i>	<i>Casearia</i>
Média =	0.496	0.2279	56.9281	25.0145	19.6461	9.0287	2876.159	991.0606
P			0.0063	0.0036	0	0	0.0034	0.0017
Diferença entre as médias	0.2681	---	31.9136	---	10.6174	---	1885.098	---
C	<i>Cecropia</i>	<i>Casearia</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Casearia</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Casearia</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Casearia</i>
Média =	0.241	0.2279	41.1247	25.0145	10.5095	9.0287	1649.799	991.0606
p (bilateral) =	0.1644	0.1644	0.096	0.0882	0	0	0.0316	0.03
Diferença entre as médias	0.0131		16.1103		1.4808	---	658.7383	---

de liteira foi o fator de influência sobre o Estoque de P. No entanto, cada uma das três espécies obteve modelos diferentes de dependência entre o Estoque de P e a produção de liteira mensal, onde *Neea macrophylla* apresentou relação linear com $R_2 = 82.14\%$ enquanto *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* apresentaram dependências nitidamente geométricas com coeficientes de determinação altos, respectivamente 91,87 % e 96.04% .

A comparação entre as médias do Estoque de P na liteira demonstrou que *Neea* e *Cecropia* são significativamente superiores a *Casearia arborea* (Quadro 1), podendo as mesmas estocar 56.9 e 41.12 g P na liteira mensal produzida por árvore respectivamente, conforme Figura 2. Interessante observar que *Neea* e *Cecropia* tenham se diferenciado significativamente quanto ao Teor de P na liteira, porém não se diferenciaram quanto ao Estoque de P na liteira, quando então *Cecropia* se igualou a *Neea*. Considerando que há uma perda de 27 a 32 kg de P.ha⁻¹.ano⁻¹ através do fogo e exportação pelas culturas de milho, feijão e mandioca em áreas cultiváveis à Nordeste do Estado do Pará segundo Sommer *et al* (2000), então parece muito favorável que a liteira dessas espécies possa vir a contribuir na forma de mulch na reposição do P, observado é claro as

velocidades de liberação do mesmo ao longo do tempo. Sendo assim, o plantio sistemático de 441 árvores de *Neea* seria necessário à incorporação de 30 kg de P. ha⁻¹.ano⁻¹.

Quanto à dinâmica do N no liteira das três espécies estudadas ao longo de um ano de observação, registramos uma discreta tendência de redução das concentrações de N entre os meses de dezembro e janeiro, sobretudo em *Cecropia* de acordo com a Figura 3. Considerando que em dezembro choveu muito pouco (51 mm) e janeiro muito mais (268 mm), os dados sugerem apenas uma tendência de perda do nutriente (N) da liteira para o solo com o aumento da precipitação local. Tais resultados indicam que durante o período chuvoso provavelmente as camadas mais superficiais das rizosferas das espécies potencialmente acumuladoras de P como *Cecropia palmata*, *Neea macrophylla* e seu entorno, deverão apresentar maiores concentrações de N em função da liberação deste a partir da liteira ao longo do tempo. A utilização destas espécies como componentes ecológicos capazes de incrementar os níveis de N orgânico nos solos a partir de sua liteira em sistemas agroflorestais ou no enriquecimento de capoeiras, onde baixas concentrações de N são características, pode ser

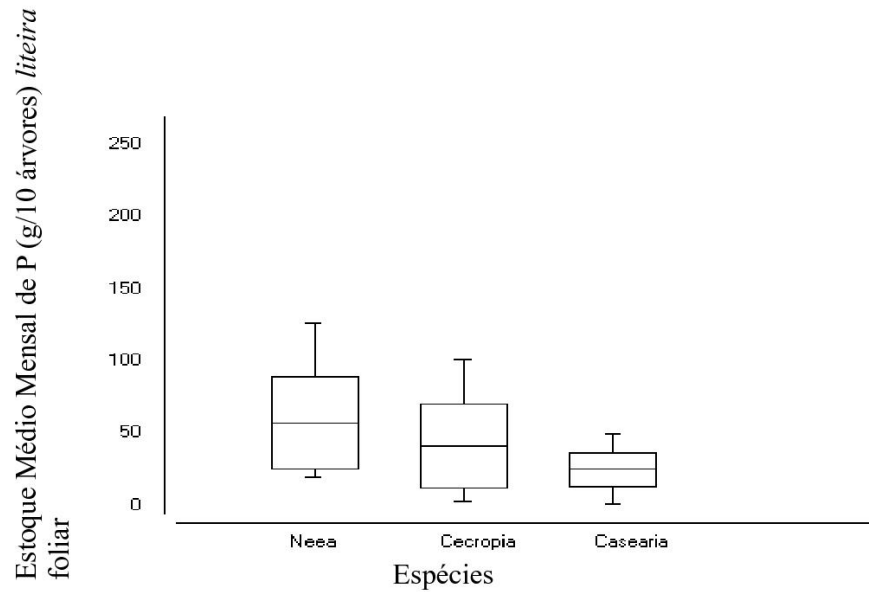


FIGURA 2 - Estoque Médio Mensal de P (g/10 árvores) em *littera* foliar de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*, Pará, Brasil

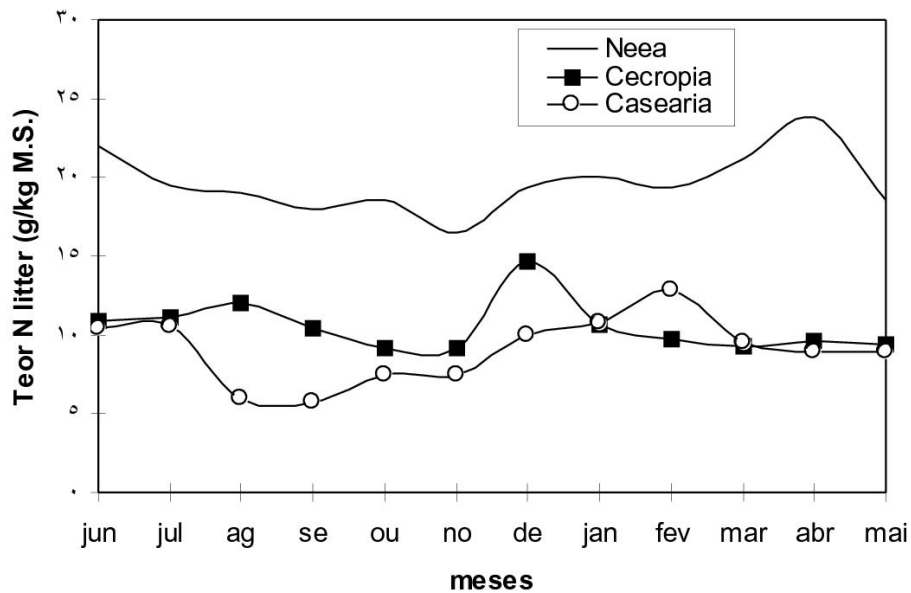


FIGURA 3- Flutuações nos teores de N na *littera* foliar (g/kg M.S.) de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* ao longo de 12 meses de observação em florestas secundárias a Nordeste do Estado do Pará, Brasil.

uma alternativa de manejo para o aumento da sustentabilidade desses ecossistemas agrícolas.

Os resultados acerca do Teor de N na liteira das três espécies estudadas revelaram que *Neea*, *Cecropia* e *Casearia* diferiram significativamente entre si (**Quadro 1**), sendo *Neea* superior à *Cecropia* e esta à *Casearia*. Dessa forma, uma árvore de *Neea* pode fornecer via liteira mensal em média 19.6 g N/kg M.S., teores considerados adequados à nutrição de plantas segundo Epstein (1972) e Gauch (1972), enquanto *Cecropia* e *Casearia* apresentaram concentrações abaixo de 15g N/kg MS, caracterizando liteira deficiente em N.

Quanto às variações nos estoques de N ao longo dos 12 meses de observação foram observadas flutuações muito semelhantes às aquelas ocorridas com o P. Os maiores estoques de N foram obtidos no período seco e os menores no período chuvoso para as três espécies, com reduções em outubro e seriamente em janeiro e um pico em dezembro. Mais uma vez, relações de dependência entre a produção de liteira e o Estoque de N deverão estar ocorrendo.

Quando observamos a capacidade de Estoque de N no liteira das 2 espécies potencialmente acumuladoras de P, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata*, notamos que a primeira se diferenciou de

forma significativa da segunda (**Quadro 1**) bem como de *Casearia arborea*, onde estoques médios de 2,8 kg N na liteira produzidos por árvore de *Neea macrophylla* foram obtidos. A expressiva perda de N por ocasião da queima da vegetação (capoeira) para o preparo de área bem como pela exportação via culturas agrícolas (milho, feijão e mandioca) como mostraram Sommer et al. (2000), contribui no sentido de que outras alternativas de adubação nitrogenada, como a aplicação de *mulch* com bons teores de Nitrogênio como o de *Neea macrophylla*, possam vir a ser incorporadas.

E, finalmente, os resultados acerca da capacidade de reabsorção de P e N por espécies potencialmente acumuladoras de P demonstraram que *Cecropia palmata* melhor reabsorveu P (**Quadro 2**), em torno de 1,26 g/kg MS do que *Neea* e *Casearia* as quais reabsorveram em média 0,65 e 0,43 g P/kg MS respectivamente conforme **Figura 4**. Estes dados sugerem que *Cecropia palmata* talvez utilize como estratégia de tolerância à ambientes deficientes em P, uma reabsorção expressiva do nutriente antes que a folha sofra abscisão e caia. Esta economia de P deve contribuir de certa forma para o rápido crescimento primário de *Cecropia* visualmente observado em relação à *Neea macrophylla*.

QUADRO 2- Teste t para comparação das médias do P reabsorvido ($P_{\text{folhas}} - P_{\text{liteira foliar}}$) e de N reabsorvido ($N_{\text{folhas}} - N_{\text{liteira foliar}}$) por árvores de *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* (**A**), *Neea* e *Casearia* (**B**) e *Cecropia* e *Casearia* (**C**).

	P reabsorvido		N reabsorvido	
A	<i>Neea</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Neea</i>	<i>Cecropia</i>
Média =	0.653	1.215	-6.601	0.2056
p (bilateral) =	0	0	0	0
Diferença entre as médias	-0.562	---	-6.8066	
B	<i>Neea</i>	<i>Casearia</i>	<i>Neea</i>	<i>Casearia</i>
Média =	0.653	0.437	-6.601	0.32
p (bilateral) =	0	0	0	0
Diferença entre as médias	0.216	---	-6.921	
C	<i>Cecropia</i>	<i>Casearia</i>	<i>Cecropia</i>	<i>Casearia</i>
Média =	1.215	0.437	0.2056	0.32
p (bilateral) =	0	0	0.9207	0.9204
Diferença entre as médias	0.778	---	-0.1144	

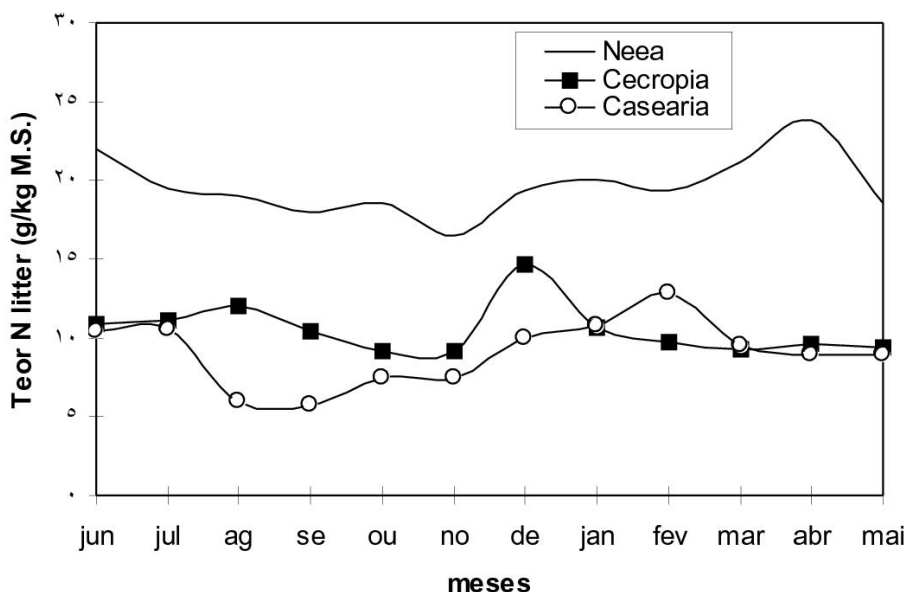


FIGURA 3- Flutuações nos teores de N na *liteira* foliar (g/kg M.S.) de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* ao longo de 12 meses de observação em floresta secundária a Nordeste do Estado do Pará, Brasil.

Quanto à reabsorção de N, esta foi muito baixa para *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* (**Quadro 2**), sugerindo que o nutriente em questão não estaria em déficit e realmente não estava quando analisamos os teores de N em folhas fisiologicamente maduras. Somado a isso, de acordo com Paparcikova *et al.* (2000), algumas florestas secundárias no município de Igarapé-Açu rapidamente recuperam a capacidade da fixação biológica do N após o uso do fogo, por exemplo. Em função desses resultados, parece que o parâmetro Reabsorção de nutriente pode ser utilizado como um indicador de tolerância a solos com baixa fertilidade, sobretudo quando este estiver em estresse, como o fósforo.

Conclusões

A produção de serrapilheira foliar entre as espécies acumuladoras de P embora não tenha diferido foi nitidamente influenciada pelo fator precipitação pluviométrica. A liteira produzida por

Neea macrophylla é melhor do que a de *Cecropia palmata* tanto em relação ao teor quanto ao estoque deste nutriente sugerindo maior reabsorção de P por *Cecropia palmata*, sinalizando ser esta uma estratégia de sobrevivência em ambientes com deficiência em P onde a reabsorção do nutriente em estresse, antes que a folha caia, é fundamental na economia deste. Plantas com baixas concentrações de P em tecidos foliares como *Casearia arborea* não apresentaram tal estratégia. Contrariamente à dinâmica do P, a do N revelou altos teores na liteira apenas de *Neea macrophylla*. O estoque de P na serrapilheira de *Neea macrophylla*, em torno de 0,68kg P.ano⁻¹, obtido a partir de 10 árvores pode vir a ser uma fonte alternativa importante no aumento dos níveis do nutriente nos solos das capoeiras utilizadas por atividades agrícolas, onde a exigência de até 30 kg de P. ha⁻¹.ano⁻¹ é uma necessidade atual para culturas como o milho, arroz e caupi. Dessa forma, o plantio de 441 árvores de *Neea*

macrophylla seriam necessárias para a reposição da quantidade de P extraída pelas culturas da lavoura branca, via serrapilheira, o qual poderia ser usado através da transferência de biomassa ou não, como *mulch* rico em P nos Sistemas Agroflorestais locais incrementando assim os níveis de sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

- ALLISON, S.D.; VITOUSEK, P. M.. Rapid nutrient cycling in leaf litter from invasive plants in Hawaii. **Oecologia**, Springer-Verlag Heidelberg; 141 (4) : 612-619, 2004.
- AYRES, M.; AYRES Junior, AYRES, D.L.; dos SANTOS, A. .S. **BIOESTAT 3.0. Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas**. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPQ/ Conservation Internacional, Belém, Pará, 2003.
- BRIENZA JUNIOR, S.; COSTA, V. O.; SANTOS, W.E.S.; PANTOJA, R.F.R.; SÁ, T.D.A .; VIELHAUER, K.; DENICH, M.; VLEK, P.L.G. Enriquecimento de capoeira com árvores leguminosas contribuindo para o acúmulo de biomassa na agricultura familiar do Nordeste do Pará, Brasil. In: **Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar**. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/CNPq. Pg 83, 2000.
- BUNNEMANN, E.; DENICH, M.; VIELHAUER, K.; VLEK, P. L.G. Mineral Nutrition of maize and cowpea on mulched areas in NE Pará. In: **Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar**. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/ CNPq. Pg 120, 2000.
- EPSTEIN, E. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives**. Wiley, Nova York , 1972.
- FIORETTO A ., PAPA S. e FUGGI, A. **Litter-fall and litter decomposition in a low Mediterranean shrubland. Biology and Fertility of Soils**. Springer-Verlag Heidelberg, 39 (1):37-44,2003.
- GAUCH, H.G. **Inorganic Plant Nutrition**, Downden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 488 pp. 1972.
- METZGER, J.P.. Dinâmica e Equilíbrio da paisagem em áreas de agricultura de corte e queima com pousio curto e longo na Região da Bragantina. In: Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/ CNPq. Pg 47,2000.
- OLIVEIRA, P.C.; CARVALHO, C.J.R.; SÁ, T.D.A .e BRIENZA, S.. Prospecção de espécies vegetais potencialmente acumuladoras de P: uma estratégia para a melhoria de sistemas agroflorestais seqüenciais no nordeste Paraense. **ANAIS do 4o Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, 2002, Ilhéus, Bahia.
- PAPARCIKOVÁ, L.; CORDEIRO, M.R.; MARQUES, U.M. F.; KLINGE, A . T. e VLEK, P. L. G.. Self regulation of Biological N₂ fixation of tree Legumes in a Forest succession of the eastern Amazon. In: **Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar**. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/ CNPq. Pg 69,2000.
- SOMMER, R; VLEK, P.L.G.; FOLSTER, H.; SÁ, T.D.A. Slash and Mulch to reduce nutrient losses in shifting cultivation in the Eastern Amazon. In: **Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar**. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/CNPq. Pg 80-82, 2000.
- VASCONCELOS, S.S.; VIELHAUER, K.. Seleção de genótipos de milho tolerantes à deficiência de P para a agricultura familiar no Nordeste paraense. In: **Seminário sobre manejo da Vegetação Secundária para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar**. ANAIS, Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental/ CNPq. pg 122, 2000.