

FENOLOGIA & CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ACUMULADORAS DE FÓSFORO NA AMAZONIA

Patrícia Chaves de Oliveira

Doutora em Ciências Agrárias, Professora Adjunta da Universidade Federal do Oeste do Pará- UFOPA, Coordenadora do Laboratório de Estudos de Ecossistemas Amazônicos- LEEA; pchaves@ufpa.br

RESUMO

A caracterização da fenologia de espécies potencialmente acumuladoras de fósforo (P) em tecidos foliares como *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* e não acumuladora de fósforo *Casearia arborea* é fundamental para a compreensão do particionamento do P ao longo dos diferentes compartimentos das plantas e em períodos específicos do ano. A compreensão da fenologia pode nos permitir temporalizar a quantidade e a qualidade do *litter* anual produzido por tais espécies em função da atividade e intensidade das fenofases. Da mesma forma a Análise Quantitativa de Crescimento Foliar pode vir a justificar Taxas Fotossintéticas e Eficiências Fotossintéticas no Uso do P (EFUP) através da determinação de Área Foliar Específica (AFE), Razão de área Foliar (RAF) e Razão de Peso Foliar (RPF). Os resultados demonstraram que as três espécies apresentaram 100% de atividade das fenofases revelando certo sincronismo dentro de cada espécie, mas não entre as mesmas conferindo certa heterogeneidade na floresta secundária estudada. Foi observada uma tendência de aumento da Taxa Fotossintética com o aumento da Área Foliar Específica das espécies, embora *Casearia arborea* tenha mantido baixa AFE e alta Taxa Fotossintética. *Cecropia palmata* foi a espécie que precisou de maior área foliar para produção de 1gr de Matéria seca enquanto *Casearia* foi a mais eficiente, pois menor quantidade precisou. A RPF foi o melhor parâmetro para contextualizar a EFUP.

PALAVRAS-CHAVE: fenofases, área foliar específica, fósforo.

PHENOLOGY & GROWING OF ACCUMULATIVE PHOSPHORUS SPECIES IN THE AMAZON

ABSTRACT

The phenological characterization of phosphorus (P) accumulative species as *Neea macrophylla* and *Cecropia palmata* and not accumulative, *Casearia arborea*, is basic for understanding P dynamics of the different compartments of plants and in specific periods of the year in secondary forests in Northeast Pará. The phenology understanding can allow them to define in the time the amount and the quality of annual litter produced by such species in function of the activity and intensity of phenophases. In the same way the Quantitative Analysis of Leaf Growth can come to justify Photosynthetic Taxes and Phosphorus Photosynthetic - Use Efficiencies (PPUE) through the determination of Specific Leaf Area (SLA), Reason of Leaf area (RAF) and Reason of Leaf Weight (RPF). The results had demonstrated that three species had inside presented 100% activity of phenophases disclosing a certain synchronism of each species, but not between them, signaling certain heterogeneity in secondary forest studied where the biotic factor seemed to prevail on the abiotic. A trend of increase Photosynthetic Tax was observed with

increase of Specific Leaf Area of the species; even so *Casearia arborea* has kept low AFE and high Photosynthetic Tax. *Cecropia palmata* was the species that needed higher leaf area for 1gr of dry matter

KEY-WORDS: phenophases, specific leaf area, phosphorus.

FENOLOGIA & CRESCIMENTO DE ESPÉCIES ACUMULADORAS DE FÓSFORO NA AMAZÔNIA

INTRODUÇÃO

O reconhecimento de fases de crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais espacialmente e temporalmente é um importante parâmetro das condições edafo-climatológicas de um determinado ecossistema. As alterações, tanto os retardamentos quanto às antecipações dos períodos fenológicos são estratégias utilizadas pelas plantas a fim de sintonizarem-se com os níveis de fertilidade e água dos solos bem como com as mudanças climáticas a nível local. Dessa forma, a dinâmica de comunidades será delineada e a sustentabilidade ou não desses sistemas dependerá da coerência nas relações entre plantas e o meio biofísico.

Segundo Van Schaik et al (1993), muitas espécies florestais tropicais concentram a produção de folhas, flores ou frutos em determinados períodos do ano, do que ao longo do ano. Tal sazonalidade sugere que as atividades fenológicas são influenciadas por fatores abióticos e bióticos. De acordo com os autores, picos de irradiância e água (início da estação chuvosa) promovem a brotação e a floração de algumas espécies. Embora, o clima seja um fator decisivo, o solo também deve ser observado como elemento limitante nos processos fenológicos.

O estresse nutricional, imposto às plantas nativas de vegetações secundárias na Região Amazônica, especialmente em função dos baixos níveis de P nos solos, poderá influenciar a fenologia de tais espécies? Se considerarmos que o P está presente em moléculas orgânicas imprescindíveis na bioquímica vegetal, como o ATP (trifosfato de adenosina), por exemplo, então fases do metabolismo primário como a fotofosforilação necessariamente seriam afetadas e por conseguinte todos os processos dependentes de ATP, como a glicólise, o que acarretaria uma redução do crescimento e retardamento de episódios fenológicos em espécies não tolerantes a baixos níveis de P. Contudo, em que escala de tempo isto ocorre, somente com estudos de longa duração poderemos observar estes fenômenos.

Embora, a pressão ambiental exerça influência decisiva nos processos fenológicos, é a história filogenética de espécies arbóreas tropicais pioneiras, segundo Davies & Ashton (1999) que mais determina as variações dos episódios reprodutivos em relação aos estágios sussecionais. Com isso a capacidade de colonização das espécies será, segundo os autores, dependente dessas peculiaridades reprodutivas (tolerância à sombra, tamanho da semente e altura máxima de árvore) obtidas ao longo da história de vida delas. Porém, o meio envolvente de tais espécies vem, ao longo dos anos se modificando em função das variações no uso do solo. Sendo assim, a plasticidade fenológica das espécies frente à estas mudanças em maior ou menor grau há de ser incluída na análise de espécies pioneiras tropicais como é o caso da espécie *Cecropia palmata* Will em estudo.

De acordo com Seiwa (1999), a resposta plástica observada em *Ulmus davidiana* na ontogenia foliar, traduziu-se numa maior duração da emergência foliar, duração da folha e longevidade foliar em plantas mantidas na luz do que naquelas mantidas na sombra. A importância da plasticidade fenológica em espécies vegetais reside no fato de que, a capacidade de colonização de determinados ambientes que sofreram alterações edafo-

climáticas será de certa forma dependente do nível de plasticidade fenológica das espécies em se adaptarem às novas condições ao longo dos estágios sussecionais.

Nos cenários de agricultura familiar, como os do Nordeste Paraense ao longo da fase de regeneração natural das capoeiras, os indivíduos das diferentes espécies através de suas respostas plásticas nos processos fenológicos delinearão a estrutura e a funcionalidade da vegetação secundária. Contudo, os baixos níveis de P no solo agravados pela exportação, via cultivo da mandioca na fase que precede a regeneração da capoeira devem impor condições estressantes ao estabelecimento das espécies e por conseguinte em suas fenologias. Neste contexto, o estudo da fenologia e respostas plásticas quanto ao déficit de P nos solos são importantes na regeneração de vegetações secundárias.

No entanto, a forma de se observar a fenologia das espécies pode gerar resultados bem diferentes, mas, sobretudo complementares em função dos métodos utilizados. De acordo com Bencke e Morellato (2002), a determinação do Percentual de Intensidade de Fournier (Fournier, 1974) assim como o Índice de Atividade, são metodologias distintas porém, complementares no estudo da fenologia. Enquanto a primeira dá uma idéia da intensidade e dos picos de intensidade das fenofases dos indivíduos de todas as espécies estudada, pois é uma abordagem semi-quantitativa; a segunda se remete à presença ou ausência de determinada fenofase, o que possibilita visualizar a sincronia dos indivíduos de uma determinada espécie em manifestar ou não a floração, ou a frutificação por exemplo. A conjugação das 2 metodologias disponibiliza quantitativamente e temporalmente recursos como flores, frutos, folhas novas e até *litter*, este último através da determinação da intensidade da queda foliar. Sendo assim, através de um estudo fenológico de espécies tolerantes a baixos níveis de P e que acumulem boas concentrações deste elemento em seus tecidos foliares ou lenhosos, seria possível identificar em que momento, teria maior ou menor quantidade e qualidade de *litter*.

Quanto à análise Quantitativa de Crescimento de espécies vegetais esta é uma importante ferramenta de diagnóstico do ritmo de crescimento e desenvolvimento de plantas, sobretudo quando estas estão em ambientes com algum tipo de estresse. Em vegetações secundárias do Nordeste Paraense, por exemplo, os níveis baixos de P nos solos, deveriam impor ritmos de crescimento típicos entre as espécies; contudo as diferentes estratégias que cada uma delas possuem para se adaptar à baixa fertilidade do solo acabam por criar ritmos diferenciados de crescimento, onde geralmente espécies acumuladoras de P por exemplo têm um crescimento da parte aérea mais lento do que àquelas que não acumulam.

De acordo com Poorter & Evans (1998), a Eficiência Fotossintética no Uso do Nitrogênio (N) para 10 dicotiledôneas estudadas foi influenciada pela área foliar específica (área da folha/ peso seco da folha). Em espécies com valores altos de área foliar específica, a Eficiência Fotossintética (máxima) no Uso de Nitrogênio também foi alta. Segundo os autores, isto se deve às frações elevadas de N em compostos da fotossíntese ou à alta atividade específica da RUBISCO. Considerando a heterogeneidade das vegetações secundárias em estudo, é de se esperar certa variação também nas áreas foliares específicas e, por conseguinte na Eficiência de recursos naturais, sobretudo nutricional.

A deficiência de P, segundo Colomb *et al* (2000) influenciou o desenvolvimento foliar e a dinâmica de senescência foliar de plantas de milho através do retardamento da taxa de aparecimento foliar, redução da taxa de expansão foliar e redução do tempo de duração da

folha. Todos estas variações na ontogênese foliar corresponderam segundo os autores à uma redução de 7 à 10% na radiação fotossinteticamente ativa (PAR).

A variação no crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais também é determinada pela disponibilidade de água e radiação nos ambientes, que por sua vez, são captados com maior ou menor eficiência pelas plantas. A competição por estes recursos, no entanto, está fortemente associada à florística e estrutura da vegetação onde os aspectos genotípicos e morfo-anatômicos das espécies que coabitam tais vegetações secundárias acabam por criar um modelo de comportamento ecofisiológico local.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as fenofases de espécies acumuladoras de P como *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* e não acumuladora de fósforo *Casearia arborea* em floresta secundária em estágio inicial de regeneração no Município de Igarapé-Açu a Nordeste do Estado do Pará bem como observar as Taxas de Crescimento Foliar.

METODOLOGIAS

A pesquisa se desenvolveu no Município de Igarapé - Açu no estado do Pará em floresta secundária localizada à S 01° 07. 291' e WO 47° 35. 714' com cinco anos de regeneração. Foram selecionados 10 indivíduos por espécie estudada, *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* e acompanhado o processo fenológico com ênfase na determinação da duração de cada fenofase. Para a avaliação de crescimento foliar foram marcadas 10 folhas (1 folha/indivíduo) por espécie na capoeira em estudo e acompanhado o processo de ontogênese foliar através das determinações de expansão de área foliar. A partir dos dados de área e peso foliares foram obtidos os seguintes parâmetros:

1. Taxa de Crescimento de Área Foliar (TCA) = $AF_2 - AF_1 / T_2 - T_1$ (cm²/15 dias)
Onde, AF₂ e AF₁ representam áreas foliares (cm²) obtidas em um determinado intervalo de tempo T₂-T₁ (dias).
2. Área Foliar Específica (AFE) = AF/ Matéria Seca da folha
3. Razão de Peso Foliar (RPF) = Matéria seca da folha/ matéria seca total
4. Razão de Área Foliar (RAF) = Área da folha/ matéria seca total

O programa estatístico utilizado foi o BIOESTAT versão 4.0

RESULTADOS & DISCUSSÕES

A fenologia das 3 espécies estudadas mostrou que o início da atividade de determinadas fenofases variou no tempo entre *Neea macrophylla* e *Casearea arborea*, pois enquanto *Casearea* teve 3 pulsos de floração ao longo do ano (fevereiro, junho e novembro) com duração de aproximadamente 3 meses, *Neea* apresentou apenas um pulso de floração em outubro e com duração de 2 meses em alguns aglomerados. Se fizermos um paralelo com os baixos teores de fósforo (P) em tecidos foliares encontrados em plantas de *Casearea arborea*, estes resultados sugerem que a espécie pode estar drenando P para flores e frutos ao longo de todo o ano, tal fato pode caracterizar um comportamento eficiente da espécie diante de condições de deficiência de P nos solos como estratégia de propagação e persistência da espécie em vegetações secundárias. Da mesma forma devemos considerar que durante a floração de *Neea* é provável que um forte dreno quanto ao P deva estar ocorrendo e que talvez sua liteira acumule menos P neste período. Sendo assim, parece que

a sincronização da floração em espécies tropicais por ocasião de disponibilidade de água, por exemplo, como comentou Van Schaik, não é regra para todas as espécies, haja vista, por exemplo, as atividades de floração de *Casearia arborea*, as quais ocorreram quase o ano todo.

O Índice de Atividade com que ocorreram as fenofases para as três espécies foi igual a 100%, isto é, todos os 10 indivíduos estudados desenvolveram as fenofases peculiares a cada uma das espécies. Contudo, devemos registrar que na área de estudo havia alguns indivíduos de *Neea macrophylla* que permaneceram em estágio vegetativo todo o período observado, pois eram árvores jovens. Sendo assim, a heterogeneidade intra-específica em *Neea macrophylla* observada numa mesma floresta secundária sugere uma dinâmica peculiar nesses ambientes resultando em composição florística regenerada com indivíduos da mesma espécie em diferentes estádios de desenvolvimento representada pelas diferentes fenofases observadas.

Quanto aos resultados acerca da Taxa de Crescimento Absoluto da área foliar estes revelaram que *Cecropia palmata* dentre as três espécies possuiu as maiores taxas, sobretudo nos primeiros 15 dias de observação conforme FIGURA 1. A partir dos 30 dias as Taxas de Incremento de Área foliar diminuíram para todas as espécies. As três espécies tenderam a finalizar o processo de expansão foliar com aproximadamente 70 dias após o início da observação.

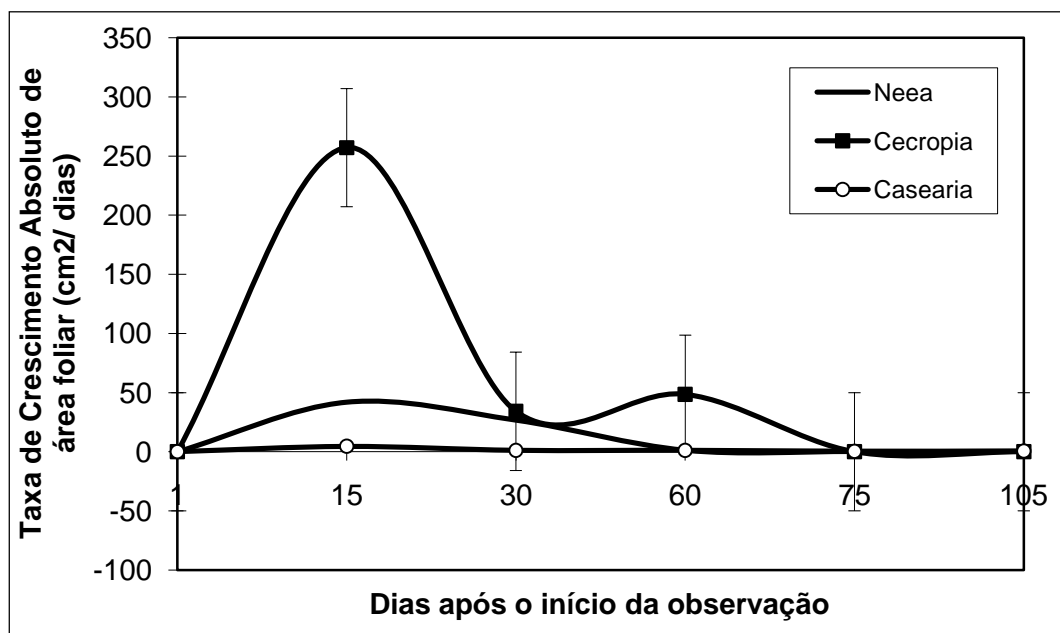


FIGURA 1- Taxa de Crescimento Absoluto da área foliar (cm^2/dias) de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea*

Os resultados acerca da Área Foliar Específica (AFE) demonstraram que *Cecropia palmata* apresentou os maiores valores seguida de *Neea macrophylla* e por último *Casearia arborea* com diferenças significativas entre *Cecropia* e *Neea* e entre *Cecropia* e *Casearia*, mas não entre *Neea* e *Casearia* conforme TABELA 1.

TABELA 1- Análise de Variância com aplicação de Teste Tukey entre as médias da Área Foliar Específica (AFE) em *N. macrophylla*, *C. palmata* e *C. arborea*.

FONTES DE VARIAÇÃO		
(p) =	0	
Média <i>Neea</i>	1159.2	
Média <i>Cecropia</i>	13488.67	
Média <i>Casearia</i>	198.6	
Tukey:	Q	(p)
Médias (1 a 2) =	34.6256	< 0.01
Médias (1 a 3) =	2.6977	> 0.05
Médias (2 a 3) =	37.3233	< 0.01

Quando relacionamos a AFE com a Fotossíntese observamos que o aumento na primeira corresponde também a um aumento na Atividade fotossintética, pelo menos para *Neea* e *Cecropia* de acordo com a FIGURA 2. *Casearia arborea* conseguiu manter fotossíntese alta mesmo com baixa AFE sugerindo a existência de outros fatores envolvidos.

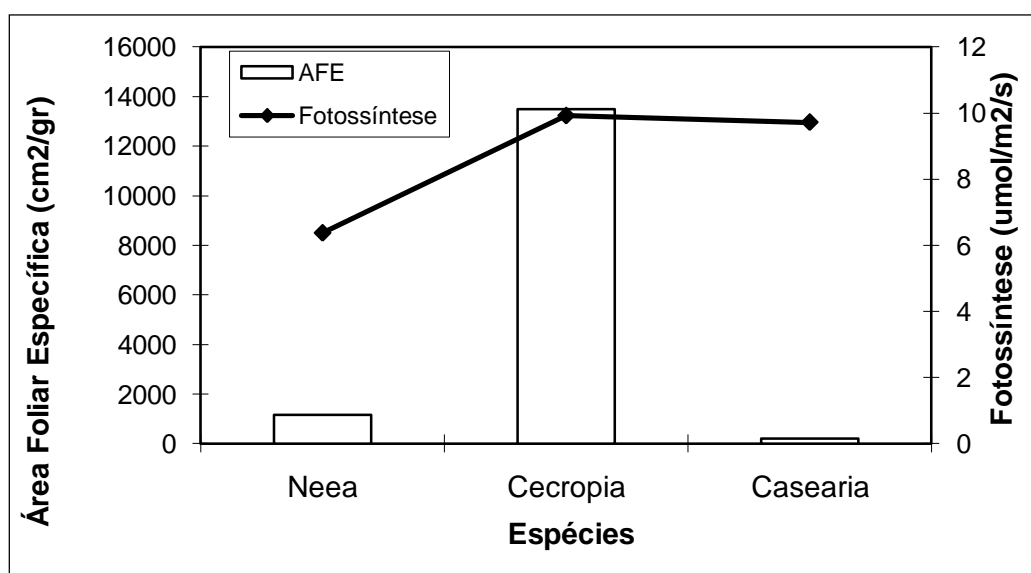


FIGURA 2- Relação entre a Área foliar Específica (AFE área foliar/ peso foliar) e a fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$) em *N. macrophylla*, *C. palmata* e *C. arborea*

A Razão de Área Foliar (RAF) também seguiu o mesmo perfil, isto é, à medida que ela aumentava a Eficiência Fotossintética no Uso do P (EFUP) também aumentava (FIGURA 3) pelo menos para *Neea* e *Cecropia*. Estes dados sugerem que *Cecropia* precisa de maior área foliar do que *Neea* e esta do que *Casearia* para a produção de 1 gr de matéria seca, sob esta ótica *Casearia arborea* é mais eficiente na produção de biomassa sob limitações de P nos solos do que as outras duas espécies acumuladoras de P.

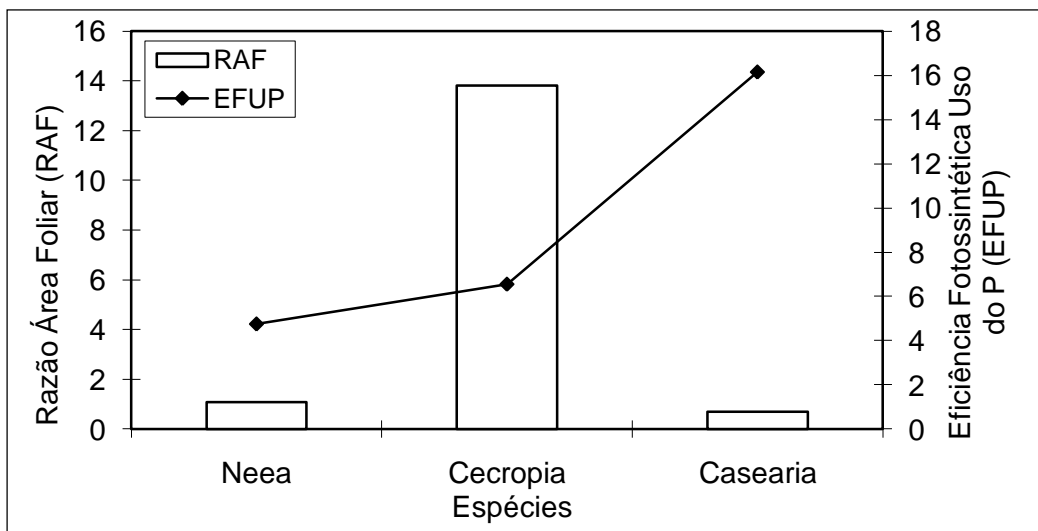


FIGURA 3- Razão de Área Foliar (RAF= área folha em cm²/ M.S. total em kg) e a Eficiência Fotossintética no Uso do P ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ / Teor de P na folha em gr) em espécies acumuladoras de P, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* e não acumuladora de P, *Casearia arborea*.

Quanto à Razão de Peso Foliar (RPF) que representa o quanto a folha estoca de matéria seca pra si em relação à matéria seca aérea total, observamos que um aumento na RPF provocou um aumento na EFUP para as três espécies conforme FIGURA 4, sugerindo que *Neea macrophylla* é a espécie que menos estoca matéria provavelmente entre outros fatores devido a uma baixa EFUP enquanto *Casearia arborea* é a espécie que melhor conseguiu estocar Matéria seca foliar e com maior EFUP relativa às duas outras espécies.

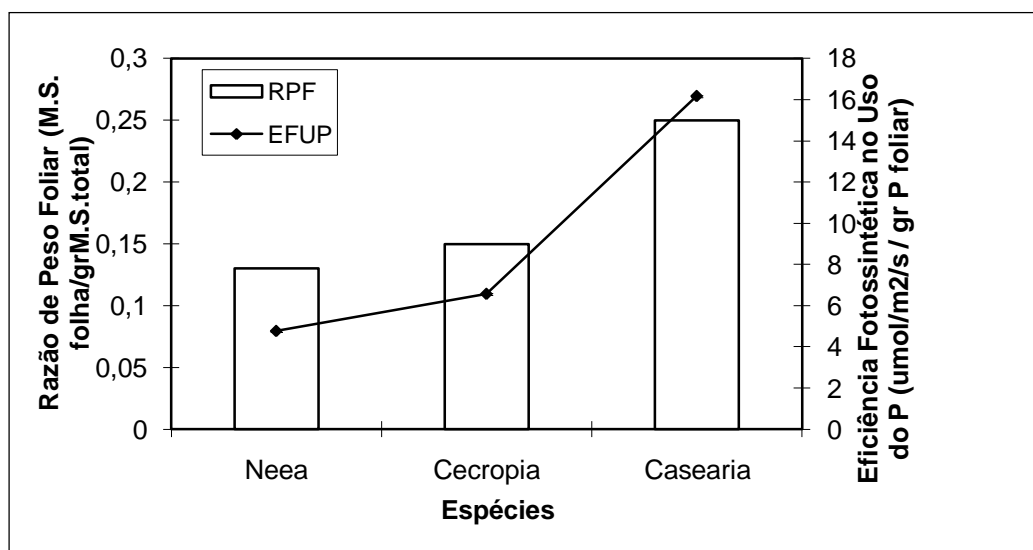


FIGURA 4 – Razão de Peso Foliar (RPF= M.S. folha/ M.S. total) e a Eficiência Fotossintética no Uso do P ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ / Teor de P folha em gr) em espécies acumuladoras de P, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* e não acumuladora de P, *Casearia arborea*.

CONCLUSÕES

A floração para *Neea macrophylla* e *Casearia arborea* variou no tempo, isto é, ao longo do ano para *Casearia* e apenas no período chuvoso para *Neea*. A intensidade das fenofases para cada uma das espécies foi igual a 100 % sugerindo sincronismo intra-específico. A dinâmica do processo fenológico é de certa forma heterogênea no conjunto de espécies estudadas, mas extremamente uniforme em cada espécie como se houvesse uma complementação entre os diferentes perfis fenológicos. *Cecropia palmata* foi a espécie com maior potencial de incremento foliar. O melhor parâmetro para associação com os processos fotossintéticos foi a Razão de Peso Foliar. *Neea macrophylla* foi a espécie que menor estocou biomassa foliar. Uma tendência de aumento na Fotossíntese com o aumento da Área Foliar Específica foi observada.

REFERÊNCIAS

1. BENCKE, C.S.C. & MORELLATO, P.C. **Comparação de 2 métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 25:3, 2002.
2. COLOMB, B., KINIRY, J.R. E PHILIPPE, D. **Effect of Soil Phosphorus on Leaf Development and Senescence Dynamics of Field-Grown Maize.** Agronomy Journal, 92:428-435, 2000.
3. DAVIES, S.J. & ASHTON P.S. **Phenology and fecundity in 11 sympatric pioneer species of *Macaranga* (Euphorbiaceae) in Borneo.** American Journal of Botany, 86:1786-1795, 1999.
4. SEIWA, K. **Ontogenetic changes in leaf phenology of *Ulmus davidiana* var. *japonica* a deciduous broad-leaved tree.** Tree Physiology, 19: 793-797, 1999.
5. VAN SCHAIK, C.P.; TERBORGH J. W. & WRIGHT, S.J. **The Phenology of Tropical Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers.** Annual Review of Ecology and Systematics, 24, pp.353-377, 1993.