

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA AMAZÔNIA

Lílian F. Rodrigues⁽¹⁾; José Francisco de Carvalho Gonçalves⁽²⁾

⁽¹⁾Bolsista CNPq/INPA; ⁽²⁾Pesquisador INPA/CPST

No Brasil e, em particular, na Amazônia estima-se que existam aproximadamente 22% das espécies de plantas conhecidas em todo planeta (Brasileiro & Carneiro, 1998; www.bioamazonia.org.br). Somente com relação às plantas superiores esse percentual representa aproximadamente 60 mil espécies. O fato é que, pouco se conhece sobre os processos básicos da biologia de espécies tropicais. Na área de fisiologia de sementes tropicais as informações são ainda mais escassas, principalmente, no que diz respeito às rotas bioquímicas associadas a germinação. Durante a germinação rotas bioquímicas e fisiológicas são ativadas, conseqüentemente, os padrões das reservas orgânicas são alterados. De mais ampla, todos os eventos fisiológicos e práticas tecnológicas dependem total ou parcialmente das reservas orgânicas armazenadas nas sementes. Portanto, quantificar e qualificar essas reservas, como também monitorar o metabolismo, torna-se de fundamental importância tanto no aspecto conceitual quanto tecnológico nos estudos de fisiologia de sementes. Com base nestas premissas os objetivos deste estudo foram: (i) Caracterizar e mapear as reservas orgânicas do metabolismo primário de espécies tropicais da Amazônia; (ii) estudar as alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes durante a germinação. A pesquisa foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal (CPST/INPA). Sementes das espécies *Andira parviflora*, *Bertholletia excelsa*, *Helicostylis tomentosa*, *Hymenaea courbaril* e *Parkia pendula*, livres do tegumento, foram analisadas quanto à sua composição orgânica para os teores de carboidratos, óleos, proteínas e o perfil dos ácidos graxos. A determinação dos carboidratos foi feita pelo método Fenol-H₂SO₄ (Dubois et al., 1956). O teor de proteínas das sementes foi determinado, utilizando-se o método de Bradford (1976). Os óleos foram estimados com base no peso, segundo método de A.O.A.C. (1984), modificado. Por último, os ácidos graxos foram identificados por meio de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC/MS). Para os estudos de alteração das reservas orgânicas durante a germinação, a espécie *Parkia igneiflora* foi selecionada. Os testes de germinação foram conduzidos em câmara de germinação à temperatura constante de 25°C com fotoperíodo de 12/12 h de luz e de escuro. Determinando-se a percentagem de germinação (emissão da radícula), o índice de velocidade de emergência (IVE) e os tempos inicial, médio

e final de germinação (Brasil, 1992). Adicionalmente, determinou-se a concentração de metabólitos primários antes e depois da germinação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

Os resultados referentes às análises bioquímicas de sementes são apresentados na Tabela 1. Verificou-se que, entre as espécies estudadas, as sementes de *Parkia pendula* apresentaram o maior teor de carboidratos (13,97%), aproximadamente, 12 vezes maior que o teor apresentado pelas sementes de *Hymenaea courbaril* (1,17%). Quanto aos teores de óleos, verificou-se grande diferença entre o teor encontrado nas sementes de *Bertholletia excelsa* (70,66%) quando comparados com o teor de óleos observado em *Andira parviflora* (1,43%), correspondendo a 50 vezes menos. Sanchez (1973) encontrou teor de óleos em *Bertholletia excelsa* de 65%, enquanto Adams (1975) estimou para essa espécie 68,3%. Esses valores são relativamente próximos aos reportados neste trabalho, que encontram-se dentro dos padrões da USDA (1975), estimado em 70,1%. Para proteínas, verificou-se que as espécies *Andira parviflora* e *Hymenaea courbaril* apresentaram os maiores teores protéicos. Os resultados encontrados neste trabalho para *Bertholletia excelsa*, estão de acordo com aqueles apresentados por Sanchez, 1973; Adams, 1975 e USDA 1975. Quanto ao perfil dos ácidos graxos Tabela 2, apenas *Bertholletia excelsa* não apresentou ácidos graxos de cadeias superiores a 20 carbonos. A exceção da *Andira parviflora*, observou-se predominância do ácido linoléico para todas as espécies estudadas. Os ácidos palmítico e esteárico foram os principais ácidos graxos saturados identificados. Em *Parkia gigantocarpa* e *Parkia opositifolia* da Amazônia Brasileira, a ocorrência de ácidos graxos insaturados foi maior que 50% (Lago et. al., 1987), semelhante aos valores obtidos neste estudo. O ácido araquídico foi encontrado somente em três espécies, como um dos constituintes minoritário. Esse ácido tem sido identificado no óleo de várias espécies de *Parkia* (Lago et. al., 1987; Aiyelaagbe et. al., 1996). Dentre as cinco espécies analisadas, *B. excelsa* representa a melhor alternativa para uso como oleaginosa, devido ao seu alto teor de óleo e a sua alta proporção de ácidos graxos insaturados. *Parkia pendula* também pode ser considerada como oleaginosa, principalmente pelo alto teor de ácido linoléico, um ácido graxo essencial. Nos ensaios fisiológicos em *Parkia igneiflora* observou-se que a germinação iniciou-se por volta do oitavo dia e estendeu-se até o décimo quarto dia. Neste período verificou-se uma percentagem de germinação de 78%, com IVE de 2,85 e o tempo médio de germinação igual a 10,8. Segundo Vásquez-Yánes & Orozco (1984), existem 3 padrões de germinação em sementes florestais tropicais úmidas: rápido, intermediário e lento. Geralmente, sementes que germinam rápido, buscam

fugir da predação, produzindo plântulas que possuem mais chances de escapar à herbivoria. Seguindo esse critério a espécie *Parkia. igneiflora* enquadra-se no primeiro padrão (rápido). Na Tabela 3 são apresentados os teores das reservas orgânicas antes e depois da germinação. Observou-se que durante a germinação as reservas orgânicas diminuíram na ordem de (38,63; 49,77 e 28,95%) para os teores dos carboidratos, óleos e proteínas, respectivamente. Em relação aos ácidos graxos verificou-se aumento no teor dos ácidos graxos de menor cadeia carbônica e nos insaturados e diminuição no teor dos ácidos saturados e de cadeia longa. As alterações ocorridas no teor e no padrão de reservas orgânicas de *Parkia igneiflora*, sugerem que o alto percentual de germinação e a rapidez de germinação dessa espécie, em parte, devem estar associados ao elevado consumo das reservas orgânicas estocadas na semente.

A.O.A.C. 1984. Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemists, Arlington, *Association of official Analytical Chemists*, p. 208-221.

Adams, C. F. 1975. Nutritive value of American foods. *Agricultural Research Service, US Dept. Agriculture Handbook* 456.

Aiyelaagbe, O. O.; Ajaiyeoba, E. O.; Ekundayo, O. 1996. Studies on the seed oils of *Parkia biblobosa* and *Parkia bicolor*, *Plant Foods, Hum, Nutri*, 49: 229-223.

Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. San Diego, v. 72. p. 248-254.

BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília. 365p.

Brasileiro, A.C.M. & Carneiro, V.T.C. 1998. 1ª Eds, *Manual de transformação genética de plantas*. Embrapa, 309p.

Dubois, M.; Giles, K. A.; Hamilton, J. K. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. Washington, v.28, p. 350-356.

Lago, R. C. A.; Pereira, D. A.; Siqueira, F. A. R.; Szpiz, R. R.; Oliveira, J. P. 1987. Estudo preliminar das sementes e do óleo de cinco espécies da Amazônia, *Acta Amazonica*, 16/17: 369-376.

Sanchez, J. S. *Explotación y comercialización de la castana em Madre de Dios*. Ministério de Agricultura, Dirección General de Florestal y Caza. Informe n. 30. Lima, Peru, 1973.

USDA. Composition of foods. 1975. *USDA AGRICULTURAL HANDBOOK* # 8.

Vásquez-Yanes, C. & Segovia, O. 1984. Ecophysiology of Seed Germination in the Tropical Humid Forests of the World: A Review. In: Medina, E.; Mooney, H. A.; Vázquez-Yánes, C., eds. – *Physiological Ecology of Plants of the Wet Tropics*. Dr. W. Junk Publishers.

Tabela 1- Teores de carboidratos, óleos e de proteínas em sementes (reservas orgânicas em mg.100mg⁻¹ de Matéria seca) de cinco espécies tropicais da Amazônia.

Espécies	Carboidratos*	Óleos *	Proteínas*
<i>Andira parviflora</i>	3,99 ^b ± 0,05	1,43 ^c ± 0,06	35,08 ^a ± 4,73
<i>Bertholletia excelsa</i>	3,58 ^b ± 0,28	70,66 ^a ± 2,92	15,69 ^b ± 0,98
<i>Helicostylis tomentosa</i>	4,90 ^b ± 0,32	12,78 ^c ± 1,18	10,38 ^b ± 1,95
<i>Hymenaea courbaril</i>	1,17 ^c ± 0,04	8,16 ^d ± 0,94	32,37 ^a ± 2,8
<i>Parkia pendula</i>	13,97 ^a ± 0,77	28,45 ^b ± 0,34	12,90 ^b ± 2,14
F	115,16	79,55	1030,26
P	< 0,01	< 0,01	< 0,01
CV (%)	16,35	7,12	12,17

Médias com mesmas letras são significativas pelo teste de Tukey (P< 0,01) * média de quatro repetições

Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos de sementes de cinco espécies tropicais da Amazônia.

Espécies	Ácidos graxos (%)*						
	Palmitico (C _{16:0})	Estearico (C _{18:0})	Oleico (C _{18:1})	Linoleico (C _{18:2})	Araquidico (C _{20:0})	Beênico (C _{22:0})	Lignocérico (C _{24:0})
<i>A. parviflora</i>	8,56cd ± 0,40	11,17b ± 0,25	49,08a ± 1,54	25,17d ± 1,87	2,20b ± 0,70	2,21c ± 0,67	1,61c ± 0,64
<i>B. excelsa</i>	13,08b ± 2,05	10,32b ± 1,22	37,38b ± 1,23	37,57c ± 1,05	1,25b ± 0,38	-	-
<i>H. tomentosa</i>	23,57a ± 2,04	6,41c ± 0,79	13,80c ± 0,29	47,34b ± 2,04	-	5,28b ± 0,34	3,60b ± 0,65
<i>H. courbaril</i>	6,39d ± 0,47	18,18a ± 0,86	16,86c ± 0,99	39,80c ± 0,94	-	8,91a ± 0,46	9,86a ± 0,31
<i>P. pendula</i>	10,70bc ± 0,89	8,98b ± 0,85	9,90d ± 1,27	61,21a ± 1,89	3,93a ± 0,32	3,46c ± 0,74	1,82c ± 0,43
F	70,15	78,82	658,22	199,09	55,87	126,24	197,95
P	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01
CV (%)	11,10	7,77	4,50	3,86	25,97	13,04	13,98

Médias com mesmas letras são significativas pelo teste de Tukey (P< 0,01) * média de quatro repetições

Tabela 3 - Composição bioquímica (mg.100mg⁻¹ de Matéria Seca) em sementes não germinadas e germinadas de *P. igneiflora*.

Análise	Sementes não germinadas*	Sementes germinadas*
Teor de açúcar solúvel	2,56	1,57
Teor de óleos	13,1	6,58
Teor de proteínas	5,02	3,57
Ácidos graxos insaturados	49,31	65,52
Ácidos graxos Saturados (%)	47,9	46,41

* média de quatro repetições