



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AGRUPAMENTO DE FABACEAE QUANTO À COMPOSIÇÃO QUÍMICA E  
CLASSIFICAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S111a      Sá Júnior, Adílio de, 1963-  
2018      Agrupamento de *Fabaceae* quanto à composição química e  
classificação de plântulas de espécies florestais [recurso eletrônico] /  
Adílio de Sá Júnior. - 2018.

Orientadora: Denise Garcia de Santana.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa  
de Pós-Graduação em Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.906>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Agronomia. 2. Sementes. 3. Proteínas. 4. Lipídios.  
5. Carboidratos. 6. Tecidos vegetais. 7. Leguminosa. 8. *Fabaceae*.  
I. Santana, Denise Garcia de. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

---

**ADÍLIO DE SÁ JÚNIOR**

**AGRUPAMENTO DE FABACEAE QUANTO À COMPOSIÇÃO QUÍMICA E  
CLASSIFICAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia - Doutorado, da área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “doutor”.

Aprovado pela banca examinadora em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriane de Andrade Silva

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Lúcia Pereira Kikuti

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Gomes Machado

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

Orientador(a):

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Denise Garcia de Santana

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CAPÍTULO I  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CENTESIMAL DE SEMENTES DE ESPÉCIES  
DA FAMÍLIA FABACEAE**

**UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2018**

**ADÍLIO DE SÁ JÚNIOR**

**CAPÍTULO I**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CENTESIMAL DE SEMENTES DE ESPÉCIES  
DA FAMÍLIA FABACEAE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia - Doutorado, da área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “doutor”.

Aprovado pela banca examinadora em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriane de Andrade Silva

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Lúcia Pereira Kikuti

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carla Gomes Machado

Prof. Dr. Carlos machado dos Santos

Orientador(a):

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Denise Garcia de Santana

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, Adílio de Sá e Maria José Salgado de Sá, pelo amor incondicional, dedicação e desprendimento, incentivando os meus estudos. A vocês, pela luta diária de uma vida.*

A minha família: esposa, Rosemari Maciel de Sá, meus filhos: Evandro Luiz Maciel de Sá e Rafael Maciel de Sá, Noras: Karem e Renata e netas: Alice e Amélia, pela paciência e tolerância e pelo amor incontestável nos momentos de alegria e de apreensão.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Senhor, meu pastor e meu guia. Pelos amigos e pela família que me deu, iluminando, protegendo e derramando bençãos em meu caminho.

Aos meus pais, Adílio de Sá e Maria José Salgado de Sá, pela dedicação e amor da minha vida.

A minha esposa, Rosemari, pelo amor e paciência nas horas difíceis.

Aos meus filhos Evandro Luiz Maciel de Sá e Rafael Maciel de Sá e esposas pela ajuda na vida.

As minhas netas Alice e Amélia por trazerem felicidades aos meus dias.

A todos meus irmãos, pelo companheirismo e felicidade proporcionados na vida.

Ao professor Carlos Machado dos Santos, pela amizade, pelos ensinamentos de vida, pela dedicação e apoio.

Ao professor Dr. Evandro de Abreu Fernandes e a professora Dr<sup>a</sup>. Juliana Marzinek, pelas orientações oferecidas com muita precisão.

Aos professores da pós-graduação em Agronomia, pelos ensinamentos.

Aos técnicos do laboratório de bromatologia, em especial a Fernanda, pela ajuda, experiência e apoio inestimáveis.

A Sara Moraes Mendes Almeida, pelo apoio, companheirismo e amizade.

Aos colegas Vanderlei, João Paulo, Tâmara e Reinaldo pela amizade e pela ajuda na condução dos meus conhecimentos.

A todos os alunos da graduação pelo carinho e dedicação comigo e com a pesquisa.

Aos colegas do curso, pela amizade e por contribuírem para meu crescimento intelectual e profissional.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e contribuição intelectual dada ao trabalho.

A todos os técnicos administrativos, pela amizade de uma vida.

Aos amigos que na vida me ensinam o valor do carinho.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela oportunidade do meu aprimoramento intelectual.

## SUMÁRIO

		Pagina
	<b>CAPÍTULO 1- Composição química e centesimal de sementes</b>	
	de espécies da família fabaceae	
	Resumo.....	i
	Abstract.....	ii
1	Introdução.....	01
2	Material e métodos.....	04
2.1	Análises citoquímicas.....	04
2.1.1	Lipídios totais.....	07
2.1.2	Proteínas.....	07
2.1.3	Amido.....	08
2.1.4	Pectinas.....	08
2.1.5	Compostos fenólicos.....	08
2.1.6	Compostos fenólicos estruturais (ligninas).....	08
2.2	Análises centesimais.....	09
2.2.1	Determinação de extrato etéreo.....	09
2.2.2	Matéria mineral ou cinzas.....	10
2.2.3	Matéria Seca.....	10
2.2.4	Fibra bruta.....	11
2.2.5	Proteínas.....	12
2.2.6	Extrato não nitrogenado (ENN)(Carboidratos).....	12
2.2.7	Análise estatística.....	13
3	Resultados e Discussão.....	14
4	Conclusão.....	29
5	Referências bibliográficas.....	30
	<b>CAPÍTULO 2 - Classificação de plântulas de espécies florestais</b>	34
	quanto a normalidade e às anormalidades	
	Resumo.....	35
	Abstract.....	36
1	Introdução.....	37
2	Material e métodos.....	40
3	Resultados e Discussão.....	45
4	Conclusão.....	51
5	Referências bibliográficas.....	52

## RESUMO

O conhecimento da fisiologia e morfologia dos tecidos de Fabaceae, assim como classificações das sementes quanto à predominância dos compostos, permite inferir quais espécies podem apresentar dificuldades em germinar. Desta forma, com objetivo de demonstrar a distribuição de reservas foram testadas 21 espécies quanto à presença ou ausência de amido, lipídios, lignina, pectina, compostos fenólicos e proteínas. As análises centesimais foram avaliadas pelo agrupamento e pela estimativa de medida pela distância euclidiana (UPGMA- Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), pelos Componentes Principais (PCA) e Tocher. Destaca-se o embrião de *Acacia polyphylla* que apresentou todos os compostos exceto compostos fenólicos. Este composto esteve ausente nos cotilédones de *Acassia polyphylla* e *Apuleia leicoarpa*. Já o amido ficou restrito aos cotilédones. Para lipídios, constatamos presença nos cotilédones havendo variação entre as espécies. Para proteínas, constatamos a presença massiva nos cotilédones, exceto para *Mimosa scabrella*, *Pterogyne nitens* e *Senna multijuga*. O mesmo comportamento foi visto para os lipídios, sendo negativos somente para *Schyzolobium parahyba*. Comparando os agrupamentos conclui-se que os resultados centesimais indicaram a formação de cinco grupos para proteínas e extrato etéreo e seis para carboidratos. Proteínas, compostos fenólicos, lipídios e pectinas prevaleceram nos cotilédones das sementes.

Palavras-chave: Sementes florestais, proteínas, lipídios, carboidratos, classificação de tecidos de reserva.

## ABSTRACT

The knowledge of the physiology and morphology of Fabaceae tissues, as well as seed classifications regarding the predominance of the compounds, allows us to infer which species may present difficulties in germinating. In order to demonstrate the distribution of reserves, 21 species were tested for the presence or absence of starch, lipids, lignin, pectin, phenolic compounds and proteins. The centesimal analyzes were evaluated by grouping by the Euclidean Distance Method (UPGMA), Principal Components (PCA) and Tocher. It stands out the *Acacia* embryo polyphylla that presented all the compounds except phenolic compounds. This compound was absent in the cotyledons of *Acassia polyphylla* and *Apuleia leicoarpa*. The starch was restricted to the cotyledons. For lipids, we found presence in cotyledons with variation among species. For proteins, we found a massive presence in the cotyledons, except for *Mimosa scabrella*, *Pterogyne nitens*, *Senna multijuga*. The same behavior was observed for the lipids, being negative only for *Schyzolobium parahyba*. Comparing the clusters it was concluded that the centesimal results indicated the formation of five groups for proteins and ethereal extract and six for carbohydrates. Proteins, phenolic compounds, lipids, and pectins prevailed in seed cotyledons.

Keywords: Forest seeds, proteins, lipids, carbohydrates, classification of reserve tissues.

# CAPÍTULO I

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CENTESIMAL DE SEMENTES DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA FABACEAE

Adílio de Sá Júnior

### 1- Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma, com 21% do território brasileiro, perdendo em área somente pela Amazônia, com elevada biodiversidade e endemismo (44% de endemismo) e também um dos biomas mais ameaçados do mundo, sendo considerado um hotspot (MYERS et al., 2000; KLINK; MACHADO, 2005).

Várias são as causas que ameaçam este bioma, sendo a de maior relevância a expansão das pastagens e de lavouras (KLINK; MACHADO, 2005). Com a crescente demanda por solos agricultáveis ocorreu a diminuição de áreas nativas no cerrado, surgindo assim a necessidade de formação de conhecimentos nas áreas de conservação e preservação para espécies florestais.

As sementes da maioria das angiospermas são compostas por tecidos protetores (tegumentos) reguladores de absorção de água e de trocas gasosas e tecidos de reserva que suprem o desenvolvimento embrionário e a fase inicial de estabelecimento da plântula e o embrião (eixo embrionário + um ou mais cotilédones) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Esses tecidos podem variar de acordo com espécies, gênero, família, variedade e/ou cultivar. Desses tecidos, a parte armazenadora tem sido pouco estudada, com a maioria dos estudos nas décadas de 60 a 80, desconsiderando a maioria das espécies tropicais. A parte tegumentar, quando presente, por exemplo, pode também desempenhar papel de armazenamento, sendo constituída predominantemente por carboidratos, como celulose, hemiceluloses e pectinas, além de compostos fenólicos. Em algumas espécies, a presença de perisperma pode ser encontrada na semente (PERES, 2001).

Lipídios, proteínas ou carboidratos são indicadores da presença ou ausência de endosperma. Os corpos lipídicos armazenam os lipídios na forma de triglicerídeos, enquanto os corpos proteicos armazenam proteínas, sendo as globulinas e as prolaminas mais abundantes. O carboidrato mais abundante é o amido, armazenado nos amiloplastos. Há também compostos de carboidratos sendo encontrados como formas de armazenamento na parede celular, como a hemicelulose (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; VENTRELLA et al., 2003; FERREIRA; BORGHETT, 2004). É por isso que as classificações dos tecidos de reserva de acordo com os componentes químicos são tão interessantes.

As sementes podem ser classificadas de acordo com a composição química predominante: sendo ricas em carboidratos, as amiláceas; as ricas em lipídios, as oleaginosas; e as em proteínas, proteicas (CAVALHO; NAKAGAWA, 2012). Em classificações mais especializadas é possível pensar em sementes aleuro-amiláceas (reservas amiláceas e protéicas), oleaginosas (acumulam óleo), aleuro-oleaginosas (reservas proteicas, além de óleo) e córneas (reservas celulósicas) (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977). No entanto, as sementes apresentam composição química bastante diversificada, variando dentro da mesma espécie ou, no caso de florestais, da planta genitora, em função das condições edafoclimáticas.

Em sua maioria, as reservas são constituídas por matéria seca e água, sendo a matéria orgânica composta por componentes nitrogenados (proteínas) e não-nitrogenados (carboidrato e extrato etéreo) e inorgânicos (cinzas). Nos carboidratos ocorrem os compostos não nitrogenados e as fibras. Ademais, a composição química, a percentagem de cada elemento e as suas posições em relação ao restante das estruturas da semente pode mudar o comportamento germinativo e o vigor. Isso ocorre em detrimento das rotas metabólicas de cada composto (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A classificação das sementes quanto à predominância dos compostos é de suma importância, permitindo inferir que as oleaginosas podem apresentar maiores dificuldades em germinar. Isto ocorre pela lenta e complexa via metabólica envolvendo a transformação dos lipídios em açúcares pela gliconeogênese. Postula-se que o aumento da porcentagem de óleo na semente ocorra simultaneamente à

redução no conteúdo de proteínas e conteúdo de casca (TAVOLJANSKIY et al., 2004).

Fabaceae é a terceira maior das famílias botânicas existentes, com cerca de 19.325 espécies, divididas em três subfamílias, Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae. Além disso, é válido lembrar que o vigor é influenciado pela deterioração e esta, por sua vez, é influenciada pela composição química das sementes, relacionada a questões genéticas e condições edafoclimáticas (CAVALHO; NAKAGAWA, 2012; FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Os lipídios são encontrados em todas as partes da semente, ocorrendo em maior porcentagem no embrião (cotilédones) e, em alguns casos, no endosperma (SLACK; BROWSE, 1984). Muitas sementes para obterem reservas para a germinação possuem a estratégia de estocar lipídios em pequenas partes de tecidos, por este produzir energia duas vezes maior que os carboidratos (SLACK; BROWSE, 1984). Os principais lipídios são os triglicerídeos, armazenados nos corpúsculos de óleo, sendo envoltos por uma monocamada de fosfolipídios com proteínas de membrana (SHIMADA; HARANISHIMURA, 2010).

As proteínas são macromoléculas nitrogenadas constituídas de radical amina e carboxila, possuindo funções estruturais, nutritivas e enzimáticas (SHEWRY; LUCAS, 1997). Após a água, são as macromoléculas mais importantes do protoplasma e consideradas polipeptídios de cadeia longa. As hidrolíticas, que atuam na absorção de nutrientes, são classificadas como metabolicamente ativas e as desmolíticas, que participam do processo respiratório, são metabolicamente inativas (albumina, leucosinas, globulinas, glutelinas e prolamina).

É de senso comum que sementes de várias espécies da família Fabaceae fazem parte da alimentação humana e um dos motivos está na sua composição. Nessa família as sementes possuem valores de carboidratos entre 50 a 60% de massa seca, sendo pequena a presença de monossacarídeos e oligossacarídeos. A maior parte é componente das fibras totais (3 a 10%) e, em menor quantidade, estão as substâncias pécticas, arabinogalactanos e xiloglucanos (REDDY et al., 1984; SATHE et al., 1984). Em espécies da família Fabaceae, por outro lado, o tecido de reserva se restringe aos cotilédones (MUNSHI, et al., 2003).

O carboidrato mais abundante nas sementes é o amido, sendo utilizado como material de reserva na síntese de lipídios como triglicerídeos e formado por dois polissacarídeos principais, amilose e a amilopctina. Isso indica ação maior de enzimas como  $\alpha$ - e  $\beta$ -amilases na região central.

Diante do exposto e pensando no restrito número de pesquisas sobre composição química de sementes de espécies florestais da família Fabácea nativas do Brasil, objetiva-se caracterizar a composição química das sementes e a distribuição de reservas em sementes de vinte e uma espécies florestais do Cerrado, promovendo a classificação dessas espécies, baseando-se em sistemas clássicos, levando em consideração o principal tipo de reserva, fornecendo base para futuros estudos sobre fisiologia e tecnologia de germinação.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

As sementes foram obtidas do banco de germoplasma do Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. Ao todo foram testadas 21 espécies arbóreas da família fabaceae, escolhidas pela importância ecológica e disponibilidade de sementes. Os lotes apresentavam alta, média e baixa taxa germinativa para cada espécie, sendo selecionados independente do tempo de armazenamento ou época de colheita (Tabela 1).

### **2.1 Análises citoquímicas**

De acordo com Ventrella et al. (2003), para as análises citoquímicas as sementes foram embebidas por 24 horas, com a finalidade de entumecer e facilitar o corte de 2 mm de espessura. Essas avaliações detectam compostos estruturais de reserva e do metabolismo secundário das sementes de cada espécie in situ. Os cortes dos tecidos (cotilédones, endosperma e eixo embrionário) foram expostos a soluções

distintas para a constatação da presença ou ausência de Lipídios, proteínas, ligninas, pectinas, amido e compostos fenólicos. A mudança de coloração das células foi observada com auxílio de microscópio óptico (®Nikon) (Figura 2).

Tabela 1. Relação das 21 espécies pertencentes à família botânica Fabaceae e incluídas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Espécies <sup>1</sup>	Família	RNC <sup>2</sup>	Nome comum	Germinação inicial (%)		
				lotes		
				1	2	3
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Fabaceae	23371	Acácia-monjolo	00	00	00
<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Burkart	Fabaceae	23390	Albícia-farinha-seca	00	50	00
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	<u>Fabaceae</u>	23475	Garapeira	35	50	75
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	<u>Fabaceae</u>	23697	Cássia-barbatimão	10	25	00
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	<u>Fabaceae</u>	23855	Copaíba-do-cerrado	35	65	82
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	<u>Fabaceae</u>	24025	Tamboril-da-mata	35	58	70
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	<u>Fabaceae</u>	24049	Mulungu-do-litoral	10	35	48
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	<u>Fabaceae</u>	12505	Sansão-do-campo	25	60	76
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Fabaceae	24473	Bracatinga-comum	30	50	60
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	<u>Fabaceae</u>	24527	Tento-vermelho	23	45	60
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	<u>Fabaceae</u>	24554	Visgueiro-bolota	40	60	80
<i>Parkia multijuga</i> (Willd.) Benth. ex Walp.						
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	<u>Fabaceae</u>	24565	Pau-roxo-da-várzea	05	80	82
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	<u>Fabaceae</u>	23304	Canafistula-branca	52	62	75
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	<u>Fabaceae</u>	24607	Vinhático-do-	05	25	78

			campo			
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	<u>Fabaceae</u>	25362	Pau-amendoim	48	60	84
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	<u>Fabaceae</u>	25495	Guapuruvu	40	62	90
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	<u>Fabaceae</u>	25496	Paricá	40	62	90
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin & Barneby	<u>Fabaceae</u>	25517	Sena-multijuga	40	65	80
<i>Stryphnodendron barbadetimam</i> (Vell.) Mart.	<u>Fabaceae</u>	sem registro	Fava-xixica	30	35	40
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	<u>Fabaceae</u>	24640	Barbatimão-polifilo	70	75	80

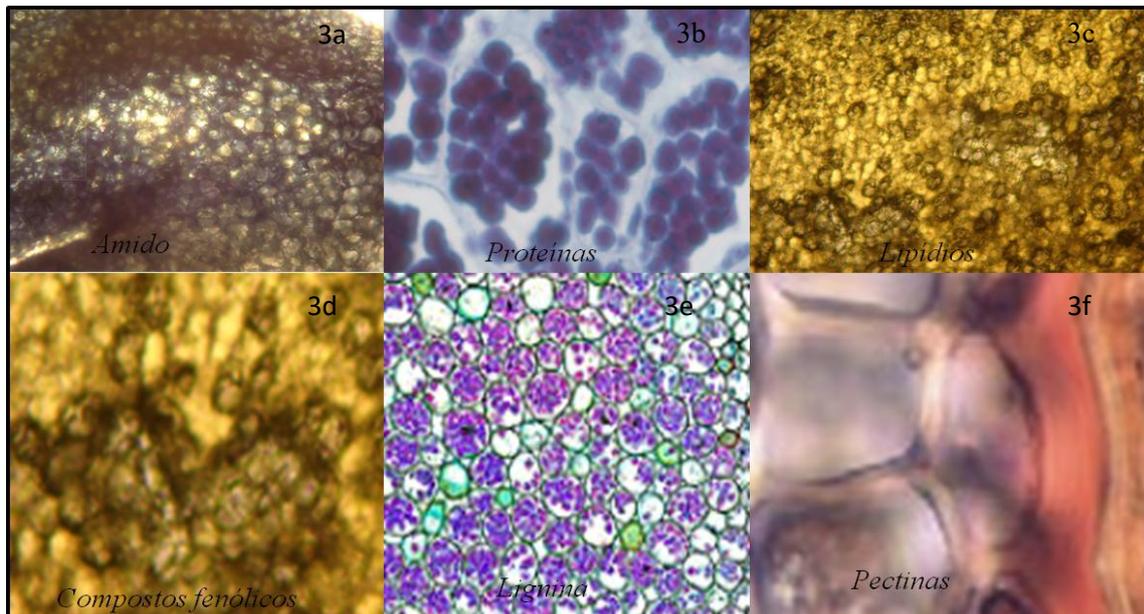
---

<sup>1</sup>Nomenclatura de espécies e famílias botânicas baseadas no “*Index Kewensis*” disponível nos sítios [www.ipni.org](http://www.ipni.org) e [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org); <sup>2</sup>RNC: número no registro nacional de cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

---

Figura 1 Sementes de 21 espécies de Fabaceae arbóreas nativas do Cerrado





### 2.1.1 Lipídios totais

Para a determinação de lipídios totais usou-se o composto Sudan III, dissolvendo 30g do composto em 1000 mL de etanol com 70% de pureza. Esta solução foi levada ao aquecimento até o ponto de fervura e, após esfriar, utilizou-se o sobrenadante. Os cortes dos tecidos foram expostos a solução de Sudam III, recém filtrada por 15 a 30 minutos em recipiente fechado (evitando a evaporação do solvente e a formação de precipitados). Na sequência, foram lavadas rapidamente em etanol 70% e, posteriormente, em água. Os resultados da mudança de coloração das células para a cor laranja foram observados com auxílio de microscópio óptico (Nikon®) (VENTRELLA et al., 2003).

### 2.1.2 Proteínas

Para a determinação de proteínas usou-se o reagente azul de bromofenol dissolvendo 1,0 g e 100g de cloreto de mercúrio em 1000 mL do álcool etanol com 95% massa/volume.

Os cortes dos tecidos (cotilédones, endosperma e eixo embrionário) de 2 mm foram colocados em contato com a solução até os mesmos apresentarem coloração azul, em recipiente fechado (evitar a evaporação do solvente e a formação de precipitados). Em seguida foram lavados em solução de ácido acético 0,5% por 15 minutos e em água destilada por três minutos. A análise feita em microscópio foi baseada na coloração azul escuro, tendendo para o roxo, no interior dos corpos protéicos (Figura 5) (VENTRELLA et al., 2003).

### **2.1.3 Amido**

Para a avaliação de amido usou-se a solução de lugol preparada com 3,0g de iodo e 15g de iodeto de potássio dissolvidos em 1000 mL de água destilada.

Os cortes de 2 mm foram colocados na solução de lugol no tempo de cinco a dez minutos. Os grãos de amido observados no microscópio coram de marrom, roxo ou preto (Figura 6) (VENTRELLA et al., 2003).

### **2.1.4 Pectinas**

Para a constatação de pectinas usou-se a solução de vermelho de rutênio, dissolvendo 0,02g do reagente em 1000 mL de água destilada. Agitou-se a solução em agitador magnético até a completa dissolução do reagente.

Os cortes de 2 mm foram colocados na solução de vermelho de rutênio por dez minutos. A presença de pectina observada no microscópio cora de rosa a vermelho (Figura 7) (VENTRELLA et al., 2003).

### **2.1.5 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos reagem com o cloreto férrico apresentando a coloração de marrom a preto. Para tanto, a solução foi preparada adicionando 100g de cloreto férrico III em 100 mL de água destilada (Figura 8) (VENTRELLA et al., 2003).

### **2.1.6 Compostos fenólicos estruturais (ligninas)**

As análises para observar a presença de lignina foram realizadas com floroglucina ácida. Esse método é composto de duas soluções. Solução A: em 1000 mL de álcool etanol (95%) com a adição de 19g de floroglucina. Solução B: é uma solução de ácido clorídrico a 25% volume/volume. As soluções foram misturadas na proporção 1:2. O material de 2 mm foi colocado em contato direto com esta mistura por cinco minutos. A observação foi realizada imediatamente, pois a reação é efêmera. Com a utilização do microscópio observou-se a coloração tendendo de rosa a vermelho quando positivas (Figura 9) (VENTRELLA et al., 2003).

## **2.2 Análises centesimais**

As sementes foram separadas por amostragem satisfazendo o peso de 15g, quantidades suficientes para a realização de todos os ensaios com uma repetição, em sequência foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 24 horas. Em seguida foram quebradas com a finalidade de diminuir seu tamanho original e voltaram para a estufa por mais 24 horas. Esse processo de redução de massa foi realizado mais uma vez, sendo as sementes processadas em liquidificador. Após isso retornaram a estufa por mais 24 horas e, então, foram moídas em moinho de facas (@SOLAB, modelo SL31). Para todos os lotes foram realizados duplicatas técnicas. Para extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e matéria seca (MS) utilizaram-se frações de 1,5g das amostras, mensuradas em balança analítica (0,0001). A determinação de fibra bruta (FB) foi feita com 1,0g de amostra, enquanto a proteína bruta com 0,2g (BRASIL, 2009).

### **2.2.1 Determinação de extrato etéreo**

Para a obtenção do extrato etéreo foi utilizado o método de Soxhlet (gravimétrico), baseado na quantidade de material solubilizado pelo solvente (aparelho extrator tipo Soxhlet) com éter de petróleo (p.a.). Os resultados de extrato etéreo foram calculados a partir da expressão:

$$(EE) \%(m/m) = \frac{A-B}{P} \times 100$$

Onde: *A*: Peso do Reboiler final (com resíduo), em grama; *B*: Peso do Reboiler antes (sem resíduo), em grama; *P*: Peso da amostra inicial, em grama; expressos em porcentagem por 1 g de amostra (AOAC, 1995). Para tanto, todas as vinte e uma espécies foram amostradas em 1,5g de massa seca e transferidas para cartucho com papel filtro.

Os reboilers foram secos em estufa a 105°C (± 5°C) por uma hora e deixados para esfriar em dessecador com sílica gel até a temperatura ambiente, sendo identificados e pesados. Adicionou quantidade de solvente suficiente para manter o cartucho imerso durante as análises. A extração ocorreu por duas horas e meia. Após o período, os reboilers foram mantidos na estufa à 105°C por duas horas. Após esfriar em dessecador com sílica gel todos os reboilers foram pesados. Esse método determina o total de substâncias solúveis em solventes orgânicos, sendo essas substâncias os acilgliceróis, os ácidos graxos livres, o colesterol, a lecitina, a clorofila, os ácidos voláteis, os óleos voláteis e as resinas (BRASIL, 2009).

### **2.2.2 Matéria mineral ou cinzas:**

É o resíduo inorgânico da queima da amostra a uma temperatura de 550 a 600 °C, fornecendo dados da quantidade de minerais totais contidos nos produtos de origem vegetal, animal ou misturas. Os resultados foram expressos em g/100 g de polvilho (AOAC, 1995). Os cadinhos foram identificados, lavados e secos a 300 °C por 24 horas. Após esfriar em dessecador com sílica gel, foram pesados. Em sequência, pesadas 1,5 g de cada amostra diretamente nos cadinhos, levou a mufla preaquecida a 500 °C. Ocorreu o aumento da temperatura gradualmente (50 °C a cada 15min) até estabilizar em 600 °C.

Após quatro horas desligou-se o equipamento observando a temperatura até atingir 300 °C, quando os cadinhos foram transferidos para dessecador, até equilíbrio com temperatura ambiente.

Após três horas efetuou-se as pesagens com cálculos para as porcentagens de matéria mineral:

$$(MM) \% = \frac{A-B}{P}$$

Onde: A: Peso do cadinho final (com resíduo), em gramas; B: Peso do cadinho antes (sem resíduo), em gramas; P: Peso da amostra, em grama (BRASIL, 2009).

### 2.2.3 Massa Seca

Esse procedimento foi realizado através da análise de Umidade por Infravermelho, obtendo-se os valores de umidade (%) e, por diferença, calculou-se a massa seca (%). Foram colocados 1,5g de cada amostra no equipamento analisador de Umidade por Infravermelho, onde ocorreram as leituras automaticamente após dez minutos.

Matéria Seca (MS) (%) = 100 – Umidade (%).

### 2.2.4 Fibra bruta

A determinação da fibra bruta é baseada no preparo da amostra em solução ácida, seguida de solução básica. Este componente fibroso é composto de celulose, hemicelulose e lignina (parede celular). O método bromotológico para a fibra bruta permite quantificar a celulose, hemicelulose e a lignina, sendo que este último não é um carboidrato, mas apenas um constituinte de parede celular. Para tanto, pesamos as massas em gramas e para os cálculos usou-se da equação:

$$FB = \frac{(C-A)-D}{B} \times 100$$

Onde: (A) embalagens de TNT (Tecido não tecido 100%); (B) das amostras; (C) Massa do conjunto cadinho+saquinho+extrato; (D) Massa do conjunto cadinho+cinzas.

As embalagens foram confeccionadas com TNT e identificadas com lápis 6B (não apaga em meio líquido), em que foram coletadas as massas (A). O peso de 1g da amostra foi colocado dentro da embalagem e selada (seladora plasmac®) (B), sendo embebidas em água destilada por 15 minutos e em seguida colocadas no suporte apropriado. O equipamento (determinador de fibra modelo TE-149) é abastecido com dois litros da solução de ácido sulfúrico 1,25% e ajustado a 100 °C. Quando começou a fervura, foi marcado o tempo de 30 minutos. Decorrido este tempo, o aparelho foi desligado e escoado a solução. Foram efetuadas quatro lavagens com água destilada, por dez minutos cada a 100 °C. O aparelho foi abastecido com solução básica de hidróxido de sódio a 1,25% a 100 °C e quando começou a fervura, foi marcado o tempo de 30 minutos.

Continuando, as amostras foram lavadas duas vezes com dois litros de etanol (P.A.). Outras duas lavagens foram realizadas com cetona (P.A.). Todo excesso de líquido foi drenado em papel absorvente estéril. Prosseguindo, as amostras foram levadas a estufa de circulação de ar preaquecida a 80 °C, por seis horas. Decorrido este tempo, foram transferidas para outra estufa a 105 °C por uma hora, depois acondicionadas para esfriar no dessecador com sílica gel por uma hora e tomado suas massas (C). Com a massa conhecida do cadinho, as amostras foram dispostas em seu interior, levadas a mufla a 550 °C, por duas horas. Então, as amostras foram levadas para esfriar em dessecador com sílica gel por uma hora e tomado suas massas (cadinho com cinzas) (D) (BRASIL, 2009).

### **2.2.5 Proteínas**

Baseia-se na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio por digestão ácida e em nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino. Determinada pelo método de Kjeldahl, conforme procedimento da AOAC (1995).

Foram mensuradas as massas de 0,002g de cada amostra em duplicata, em seguida acondicionadas em tubo com mistura catilítica de sulfato de cobre e sulfato de potássio com quatro mL de ácido sulfúrico (P.A.). Levados ao digestor a 350 °C por duas horas, em que se observou o clareamento da mistura. Desligou-se o equipamento até esfriar e adicionou-se dez mL de água destilada em cada tubo. Em erlenmeyer, adicionou-se 20 mL de ácido bórico a 4%, com indicador misto. Para o uso do destilador de nitrogênio, colocou-se 15 mL de hidróxido de sódio a 50% na parte superior e encaixou-se o tubo de destilação. Com o destilador aquecido, efetuou-se a destilação por arraste mantendo o terminal do condensador mergulhado na solução receptora até que toda a amônia fosse liberada, recolhendo aproximadamente 125 mL destilado. Após, procedeu-se a titulação com ácido clorídrico 0,06N.

Baseando-se na massa das amostras e no volume de ácido clorídrico, procederam-se os cálculos, visto que a maioria das proteínas contém aproximadamente 16% de nitrogênio (Sgarbieri, 1996). Os resultados foram expressos em percentagem de nitrogênio para gramas de amostra, empregando-se 6,25 como fator de conversão de nitrogênio em proteína. Este fator é o mais utilizado na literatura e é endossado pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (AOAC, 1995) e pelo Código Federal de Regulamentações Americano (EUA, 2007) (BRASIL, 2009).

Cálculos:

$$\% \text{ PROTEÍNA} = \frac{(\text{VHCL} \cdot 0,2) \times \text{NHCL} \times 0,014 \times 6,25 \times 100}{\text{P}}$$

Onde: V= volume de HCL utilizado para titulação,

N= Normalidade da solução do HCL,

P= peso da amostra em gramas.

### **2.2.6 Extrativo não nitrogenado (ENN) (Carboidratos)**

Para carboidratos, que corresponde “teoricamente” a fração não estrutural (conteúdo celular), ou seja, amidos, açúcares, solúveis e pectinas, os cálculos ocorreram por estimativa, utilizando a expressão:

$$\text{ENN} = 100 - \text{FB}\% + \text{EE}\% + \text{PB}\% + \text{MM}\%,$$

em que, ENN= extrativos não nitrogenados; FB= fibra bruta; EE= extrato etéreo;

PB= proteína bruta; MM= matéria mineral (BRASIL, 2009).

## **3. Análise estatística**

Foram testadas as espécies quanto à presença/ausência de amido, lipídios, lignina, pectina, compostos fenólicos e proteínas conforme proposto por Brasil (2009).

As médias foram avaliadas e analisadas tripla (EE+PB+ENN) e individualmente pelo programa GENES® (CRUZ, 2011). Realizou-se o agrupamento pela estimativa de medida pela distância euclidiana (Unweighted

Pair-Group Method using Arithmetic Averages – UPGMA). Considerando o caso no qual existem “n” indivíduos, em que cada um possui valores para “x” variáveis, a distância euclidiana entre eles é obtida mediante o teorema de Pitágoras para um espaço multidimensional, utilizando as médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, o que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos entre os objetos considerados. Se fossem obtidas das variáveis originais seriam influenciadas pela escala de medida, pelo número de variáveis e pela correlação existente entre as mesmas. Para contornar as escalas faz-se a padronização das variáveis em estudo, para que possuam a variância igual a unidade.

A construção dos dendogramas é estabelecida pelos modelos ajustados de menor dissimilaridade (CRUZ et al., 1997). Como método hierárquico, este agrupamento das espécies é feito por um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido o dendograma ou o diagrama de árvore.

Para estabelecer um ponto de corte no dendograma e definir o número de grupos utilizou-se do procedimento de Mojena (MOJENA, 1977), baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) no dendograma. Essa análise é baseada na consolidação de uma matriz de correlação e em uma análise própria (GAUCH, 1982, p. 141; MANLY, 1994), constituída por uma análise dos "autovalores" para avaliação da variância total dos dados, explicada por cada um dos eixos dos principais componentes constituídos e por uma análise dos "autovetores", em que se identifica a importância de cada variável na constituição de cada um dos vetores (Principais Componentes).

Outra técnica de agrupamento utilizada foi a de Componentes Principais (PCA), sendo utilizada para reduzir o volume de dados, buscando uma representação mais simples por meio dos componentes principais (PC) (MANLY, 1994). Como um único componente principal não é suficiente para representar uma significativa porcentagem da variação dos dados, foi necessário selecionar uma maior quantidade de PC para compor a análise de *cluster*, de tal forma que a variação total dos dados fosse representada pelos PC no limite próximo a 75%. A análise de agrupamento consegue uma perspectiva simplificada das observações.

Assim, em vez de ver todas as observações como únicas, elas podem ser vistas como membros de um agrupamento e definidas por suas características gerais.

Outro método de agrupamento utilizado foi o de Tocher, que forma um grupo inicial com os pares de indivíduos mais similares identificados na matriz de dissimilaridade. Dessa matriz, são avaliadas as possibilidades de inclusão de novos indivíduos, adotando-se o critério de que a distância média intra-grupo deve ser menor que a distância média intergrupo (CRUZ et al.,2011).

### 3 Resultados e Discussão

Grânulos de amido foram encontrados no eixo embrionário de *Acacia pollyphylla*, nos cotilédones de *Albizia hassleri*, *Copaifera langsdorffii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltogyne confertiflora*, nas *Parkia pendula* e *Parkia multijuga*. Com exceção de *P. pendula*, *E.contortisiliquum*, *Schyzolobium parahyba*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron adstringens*, os corpos lipídios predominam nos cotilédones. Proteínas e lipídeos são pontos comuns nos cotilédones, exceto para *Mimosa scabrella*, *Pterogyne nitens* e *S. multijuga* para proteínas e *S. parahyba* para lipídeos (Tabela 2).

Nas análises de extrato etéreo (EE), Carboidratos (ENN) e Proteínas (PB) (análises em tripla) os agrupamentos entre grupos (UPGMA) sinalizaram corte em 46% (Figura 1) e coeficiente de correlação cofenética de 82,03% (Tabela 3), indicando que a distância euclidiana está bem representada no dendograma, o qual demonstra seis grupos (Figura 1). Os grupos com base na composição química de sementes das Fabaceae nativas são: (i) *Enterolobium contortisiliquum*, *Stryphnodendron barbadetimam*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Acassia pollyphylla*, *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Senna multijuga*; (ii) *Apuleia leiocarpa*, *Cassia leptophylla*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Ormosia arborea*, *Stryphnodendron adstringens*, *Peltogyne confertiflora*, *Schyzolobium parahyba*, *Parkia multijuga*; (iii) *Copaifera langsdorffii* e *Parkia pendula*; (iv) *Pterogyne nitens* e *Erythrina speciosa*; (v) *Albizia hassleri*; e, (vi) *Plathymenia reticulada*. Destacando os grupos *i* e *ii* com maior número de espécies agrupadas e nos *v* e *vi* que não se

enquadraram nas quantidades dos compostos estudados. Os tecidos de reservas predominantes permitem agrupar as espécies em subgrupos (Figura 1).

Assim, foi possível notar que lipídios são a principal fração armazenadora para *Ormosia arborea*, *Stryphnodendron adstingens*, *Peltogyne confertiflora*, *Parkia multijuga* e *Shylobium parahyba*; carboidratos são a principal para *Ormosia arborea*, *Stryphnodendron adstingens*, *Peltogyne confertiflora*, *Parkia multijuga* e *Shylobium parahyba*; enquanto proteína é a principal fração para *Ormosia arborea*, *Stryphnodendron adstingens*, *Peltogyne confertiflora* e *Parkia multijuga*, *Shylobium parahyba* (Tabela 3).

Os valores de lipídios variaram entre 2,268 a 5,056% nas espécies agrupadas nestas análises (Tabela 3). Em geral, sabe-se que os teores de lipídios em Fabaceae podem variar de 0 a 10% da massa seca. Essa variação é devido à espécie, condições edafoclimáticas, idade e nutrição da planta genitora, maturação das sementes, populações segregantes e época de coleta (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1975). O teor lipídico para *Andira laurifolia* e *Ingaura guensis* foram baixos, com 0,54 e 0,24% de massa seca, respectivamente (MATUDA; NETTO, 2005). Em *Crotalaria striata* o teor observado foi de 5% de massa seca de lipídios (HOSAMANI; RAMESH, 2001); enquanto valor bem superior (9,2% massa seca) foi relatado por Maestri et al. (2002) para *Crotalaria anagyroides*.

*Copaifera langsdorfii*, por possuir altos teores de lipídios (10,91%), não se enquadrou nos agrupamentos (Tabela 3). Façanha e Varela (1987) constataram que 7,23% da massa seca de sementes desta espécie é lipídio; os mesmos autores encontraram valor similar em *Copaifera multijuga* (6,1% m.s.). Veiga Junior et al. (2007) obtiveram médias menores em *Copaifera officinalis* (2,4% m.s.).

Capela et al. (2009), trabalhando com sementes de *Araucaria angustifolia*, encontraram teores de 7,38% de massa seca. Isso mostra que os valores são realmente altamente dependentes das espécies. Além disso, o lugar de produção também influencia os teores de lipídios, como comprovado por Matuda e Netto (2005), trabalhando com o gênero *Hymenaea*, que mostrou variação entre 7,41 e 5,3% de massa seca. Em sementes de *Andira humilis* foi verificada a ausência desse componente nos cotilédones (HANDRO, 1968).

É de grande importância para a produção de mudas o conhecimento de quais componentes e em qual quantidade estão presentes nos tecidos, bem como o seu funcionamento metabólico, pois são eles que mantêm o crescimento inicial da muda. Pontes et al. (2002) esclareceram que as reservas de lipídio das sementes de *Apuleia leiocarpa* no embrião são as únicas a serem utilizadas durante a fase pré-germinativa, enquanto as demais permanecem constantes em seus teores. Por outro lado, os cotilédones acumulam reservas que seriam usadas na fase de plântula. Embora o amido seja considerado o carboidrato de reserva de semente mais abundante e encontrado neste estudo, ele não é para todas as Fabaceae.

Ziegler (1995), amostrando sementes de 94 gêneros e Bailey (1971) 230, verificaram que a maioria das sementes não apresentaram amido. Tookey e Jones (1965) não encontraram amido em nenhuma das 173 espécies de Fabaceae analisadas. Jones e Earle (1962) obtiveram resultado positivo para apenas 20% das espécies investigadas. Ezeagu et al. (2003), estudando espécies de *Mucuna spp.*, verificaram em média 36,59% de massa seca. Saikia et al. (1999), trabalhando com diferentes cultivares de *Vigna umbellata*, a média foi de 48,13% da massa seca. Valores maiores encontrados por Capela et al. (2009), trabalhando com sementes de *Araucaria angustifolia*, mostraram que 67,84% da massa seca dos tecidos são compostas por carboidratos.

Resultados semelhantes foram obtidos nesta pesquisa onde valores variaram de 65,66 e 72,29%.

Earle e Jones (1962), Jones e Earle (1966) e Pandey e Srivastava (1990), estudando os teores de proteínas em espécies das sementes de *Crotalaria spp.*, obtiveram valores de 24,2 a 41,1%, estando dentro destes valores as espécies agrupadas: *Pterogyne nitens*, *Plathymenia reticulada*, *Erytrina speciosa*, *Sena multijugae* *Peltophorum dubium*. Para as sementes de *Araucaria angustifolia* foram registrados a média nos teores 6,59% de massa seca de proteínas (CAPELA et al., 2009).

Em Fabaceae é muito comum a ocorrência de lectinas (proteínas que se ligam a carboidratos ou glicopeptídeos) e inibidores de enzimas digestivas (principalmente de tripsina e quimotripsina) (SGARBIERI, 1996). Inibidores de tripsina foram

constatados em *Dimorphandra mollis* (MACEDO et al., 2000) e *Ingala urina* (MACEDO et al., 2007).

Tabela 2- Testes histoquímicos após corte dos tecidos e exposição a lugol, sudam IV, fluroglicina acida, vermelho de rutênio, cloreto férrico III e azul de bromofenol para a detecção de amido, lipídios, lignina, pectina, compostos fenólicos e proteínas das 21 espécies de sementes florestais do cerrado.

Espécies	LG			SU			FA			VR			CF			AB		
	E	C	Ee	E	C	E	E	C	Ee									
<i>Acacia polyphylla</i>	+	+		+	+		-			+	+		-	-		+	+	
<i>Albizia hassleri</i>	+			+			-			+			+			+		
<i>Apuleia leiocarpa</i>	-	-		+	+		-	-		-	-		-	-		+	+	
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	-	-		-	+		-			+			-	+		-	+	
<i>Mimosa scabrella</i>	-	-		-	+		-	-		+	+		-	+		-	-	
<i>Cassia leptophylla</i>	-	-		-	+		-	-		+	+		-	+		+	+	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	+			+			-	-		+	+		-			+		
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	-	+		-	-		-			+			+	+		-	+	
<i>Erythrina speciosa</i>	-			+			-	+		+	+		+			+		
<i>Ormosia arborea</i>	-	-		-	+		-	-		+	+		+	+		+	+	
<i>Parkia pendula</i>	+			-			-			+			+			+		
<i>Parkia multijuga</i>	+			+			-			+			+			+		
<i>Peltogyne confertiflora</i>	+			+			-			+			+			+		
<i>Peltophorum dubium</i>	-			+			-			+			+			+		
<i>Pterogyne nitens.</i>	-	-		-	+		-	-		+	+		-	+		-	-	
<i>Plathymenia reticulata</i>	-	-		-	+		-	-		+	+		-	+		-	+	
<i>Schizolobium parahyba</i>	-	-		-	-		-			+			-	-		+	+	
<i>Senna multijuga</i>	-			-			-	-		-	-		+			-		
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	-	-		-	-		-	-		-	+		-	+		-	+	
<i>Stryphnodendron barbadetimam</i>	-	-		-	-		-	-		-	+		-	+		-	+	
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	-	-		-	+		-	-		-	+		-	+		-	+	

LG: Lugol (amido); SU: Sudam IV(lipídios); FA: Floroglicina ácida (lignina); VR: Vermelho de rutênio (pectina); CF: Cloreto férrico III (compostos fenólicos); AB: Azul de bromofenol (proteína).

Legenda: E: endosperma; C: cotilédone; Ee: Eixo embrionário. (+) positivo; (-) negativo.

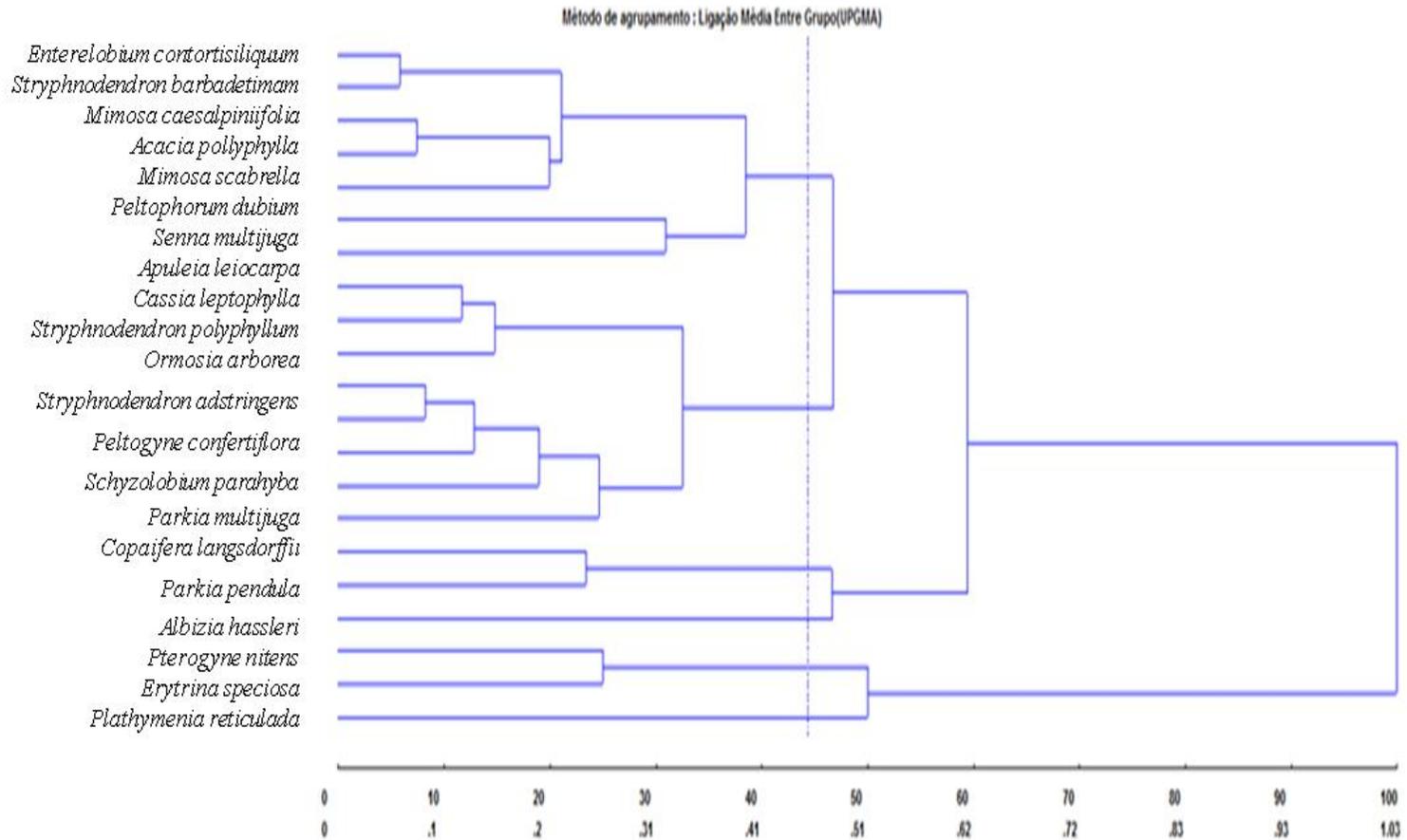
Tabela 3- Médias das percentagens (%) das variáveis extrato etéreo (EE), Carboidratos (ENN) e Proteínas (PB), analisadas tripla e individualmente pela Distância Euclidiana das 21 espécies estudadas.

Espécies	Extrato etéreo			Proteínas			Carboidratos		
	M. <sup>1</sup>	AI	AG	M. <sup>1</sup>	AI	AG	M.	AI	AG
<b>CCC</b>		89,63	82,03		85,42	82,03		84,46	82,03
<i>Acacia polyphylla</i>	1,09			16,38			71,06		
<i>Albizia hassleri</i>	8,83	X		14,57			60,75		
<i>Apuleia leiocarpa</i>	2,59			7,20			81,04	X	
<i>Cassia leptophylla</i>	1,78			8,53			83,27	X	
<i>Copaifera langsdorffii</i>	3,92			10,90			64,32		
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1,44			11,33			69,43		
<i>Erythrina speciosa</i>	9,60	X		23,09	X		47,12		
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	1,47			15,00			70,15		
<i>Mimosa scabrella</i>	0,59			13,19			76,71	X	
<i>Ormosia arborea</i>	3,15		X	6,629		X	71,81		X
<i>Parkia pendula</i>	5,66			10,80			58,43		
<i>Parkia multijuga</i>	5,06		X	5,356		X	72,30		X
<i>Peltogyne confertiflora</i>	3,86		X	5,91		X	70,45		X
<i>Peltophorum dubium</i>	2,13			20,61	X		76,36		
<i>Plathymenia reticulata</i>	5,88			22,57	X		58,24	X	
<i>Pterogyne nitens</i>	8,63	X		27,94	X		43,18		
<i>Schizolobium parahyba</i>	2,27		X	7,63		X	65,66		X
<i>Senna multijuga</i>	1,70			21,59	X		63,74		
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	2,56		X	7,81		X	72,58		X
<i>Stryphnodendron barbadetimam</i>	1,02			10,80			68,22		
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	1,35			6,50			78,68	X	

M<sup>1</sup>: Médias obtidas em cada componente. AI: Agrupamento individual por componente. AG: Agrupamento analisados em tripla. CCC: Coeficiente de correlação cofenética.

Em Fabaceae é muito comum a ocorrência de lectinas (proteínas que se ligam a carboidratos ou glicopeptídeos) e inibidores de enzimas digestivas (principalmente de tripsina e quimotripsina) (SGARBIERI, 1996). Inibidores de tripsina foram constatados em *Dimorphandra mollis* (MACEDO et al., 2000) e *Ingala urina* (MACEDO et al., 2007).

Figura 1-Dendograma das variáveis extrato etéreo (EE), Carboidratos (ENN) e Proteínas (PB) da distancia euclidiana usando o agrupamento de médias de grupos (UPGMA)



Assim, boa parte das proteínas (20-30%) não é de reserva mas, sim, enzimáticas e estruturais (SOSULSKI E SOSULSKI, 2006).

Lipídios e extrato não nitrogenado explicam mais de 70% da variação original dos dados de tecidos de reserva de sementes de Fabaceae nativas pelas análises dos componentes principais (Tabela 4). Lipídios, extrato não-nitrogenado e proteínas foram capazes de agrupar espécies das Fabaceae em cinco grupos (Figura 2), sendo que pela proximidade dos pontos pode-se agrupá-los em cinco grupos apresentados na Tabela 5.

Tabela 4- Análise dos componentes principais de três variáveis: extrato etéreo, extrativo não nitrogenado e proteína bruta.

ESTIMATIVAS DOS AUTOVALORES; Dimensionalidade: 3		
RAIZ	RAIZ (%)	% ACUMULADA
2.2818389	76.0612971	76.0612971
0.5678457	18.9281911	94.9894882
0.1503154	5.0105118	100.0

Tabela 5- Grupamento das variáveis Extrato Etéreo, Carboidratos e Proteínas, analisada em tripla, pelos componentes principais e usando o agrupamento de 21 espécies estudadas.

Grupos	Espécies		
1	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Cassia leptophylla</i>	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>
2	<i>Ormosia arborea</i>	<i>Peltogyne confertiflora</i>	<i>Schyzolobium parahyba</i>
	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	<i>Parkia multijuga</i>	
3	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	<i>Peltophorum dubium</i>	<i>Acacia pollyphylla</i>
4	<i>Erytrina speciosa</i>	<i>Senna multijuga</i>	
5	<i>Enterelobium contortisiliquum</i>	<i>Stryphnodendron barbadetimam</i>	

Usando Tocher como outro método de agrupamento, percebemos a formação de quatro grupos, sendo o com maior número de espécies formado por *Enterelobium contortisiliquum*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Mimosa scabrella*, *Schyzolobium parahyba*, *Copaifera langsdorffii*, *Stryphnodendron barbadetimam*, *Acacia pollyphylla*, *Stryphnodendron adstringens*, *Ormosia arborea* e *Parkia multijuga*. Os outros três grupos foram formados por duas espécies: *Ptogyne nitens* com *Erytrina speciosa* e *Peltophorum dubium* com *Senna multijuga* e *Albizia hassleri* com *Parkia pendula* (Tabela 5 e 6).

Tabela 6- Agrupamento das variáveis Extrato Etéreo, Carboidratos e Proteínas, analisada individualmente e em tripla, pelo método de Tocher usando o agrupamento de 21 espécies estudadas.

Análises em tripla		Análise individual		
Extrato Etéreo, Proteína bruta, Carboidrato		Extrato Etéreo	Proteína bruta	Carboidrato
Grupos	Espécies			
1	<i>EC;MC;MS;SPI; CLI;SB;AP;SA; OA;PM</i>	<i>AL;SA;SPI;PD; CL;SM;MC; EC;SP</i>	<i>PP;SB;CLI;EC; MS;CL;PM;SA; SPI;AL;AO;SP; PC</i>	<i>PR;AH;PP</i>
2	<i>AH;PP</i>	<i>CLI;AO;PC</i>	<i>AH;MC;AP</i>	<i>SA;PM;AO;AP; PC;MC;EC;SB</i>
3	<i>PD; PP</i>	<i>SB;AP MS</i>	<i>PR;ES;SM;PD</i>	<i>MS;PD;SP;AL</i>
4	<i>AH;PP</i>	<i>AH; PN</i>	<i>PN</i>	<i>CLI;SM;SPI</i>
5		<i>PR;PP;PM</i>		<i>PN;ES</i>
6		<i>ES</i>		<i>CL</i>

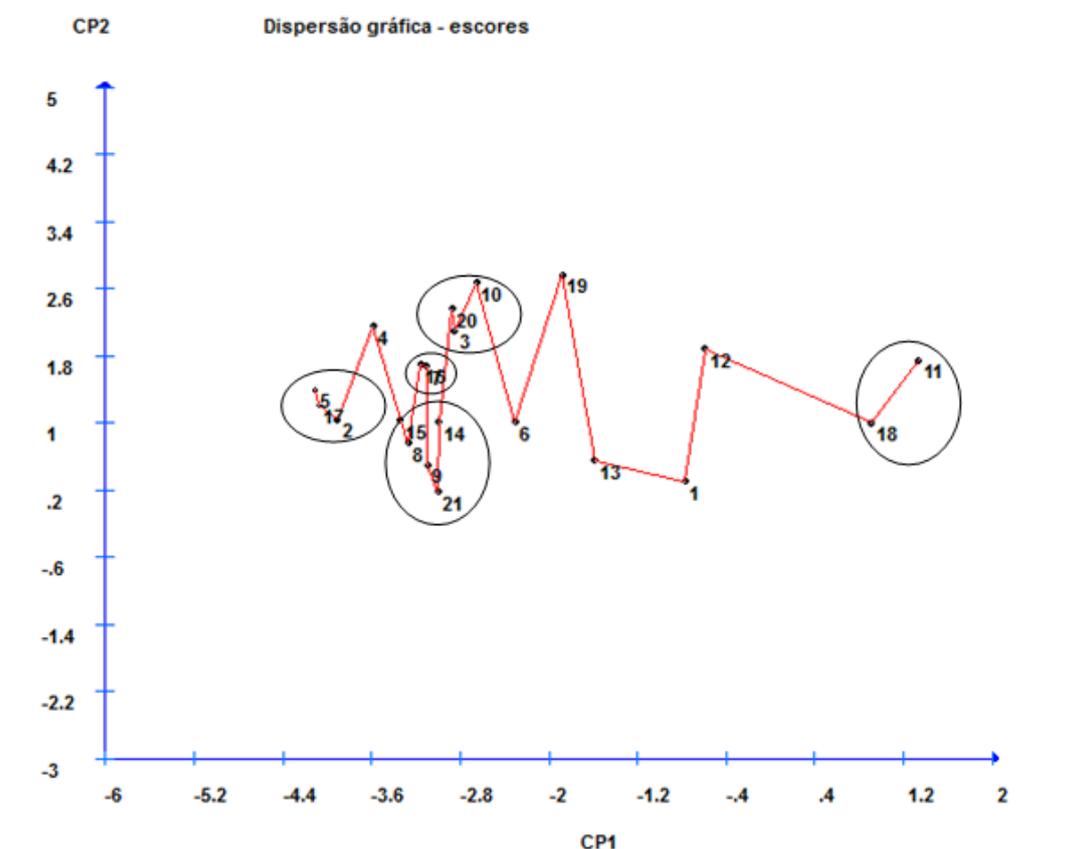
*AP:Acacia pollyphylla; AH:Albizia hassleri; AL:Apuleia leiocarpa; CL:Cassia leptophylla; CLI:Copaifera langsdorffii; EC:Enterelobium contortisiliquum; ES:Erytrina speciosa; MC:Mimosa caesalpiniifolia; MS:Mimosa scabrella; OA:Ormosia arborea; PM:Parkia multijuga; PP:Parkia pendula; PC:Peltogyne confertiflora; PD:Peltophorum dubium; PR:Plathymenia reticulada;PN:Ptogyne nitens; SPI:Schyzolobium parahyba; SM:Senna multijuga; SA:Stryphnodendron adstringens; SB:Stryphnodendron barbadetimam; SP:Stryphnodendron polyphyllum.*

Ao evidenciar as espécies reincidentes dentro de cada análise de agrupamentos e dentro de cada grupo, é possível constatar com robustez a separação de *Schyzolobium parahyba*, *Stryphnodendron adstringens*, *Ormosia arborea* e *Parkia multijuga* (Tabela 4).

Os resultados do coeficiente da correlação cofenética das análises de lipídio, analisadas em separado pela Distância Euclidiana (dendograma) e usando o agrupamento da ligação média entre grupos (UPGMA) com corte em 16,97% e coeficiente de correlação cofenética de 89,63%, indicam que a distância euclidiana está bem representada no dendograma, formando quatro grupos maiores (Tabela 3). Os grupos formados são, (i) *Apuleialeia leiocarpa*,

*Stryphnodendron adstringens*, *Peltophorum dubium*, *shyzolobium parahyba*; (ii) *Cassia leptophylla*, *Senna multijuga*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Enterelobium contortisiliquum*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Stryphnodendron barbadetimam*, *Acacia pollyphylla*, *Mimosa scabrella*; (iii) *Plathymenia reticulada*, *Parkia pendula*, *Parkia multijuga*; (iv) *Copaifera langsdorffii*, *Peltogyne confertiflora*, *Ormosia arborea*. *Albizia hassleri*, *Pterogyne nitens*, *Erytrina speciosa* (Figura 3).

Figura 2: Dispersão dos componentes principais das variáveis: extrato etéreo, extrativo não nitrogenado e proteína bruta.



Por outro lado, usando o método de agrupamento Tocher para o agrupamento, observa-se a formação de seis grupos distintos: sendo o com maior número de espécies formado por *Apuleia leiocarpa*, *Stryphnodendron adstingens*, *Shyzolobium parahyba*, *Peltophorum dubium*, *Cassia leptophylla*, *Senna multijuga*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Enterelobium contortisiliquum* e *Stryphnodendron polyphyllum*. Formaram-se ainda três grupos com três espécies

cada: (i) *Copaifera langsdorffii*, *Ormosia arborea* e *Peltogyne confertiflora*; (ii) *Stryphnodendron barbadetimam*, *Acacia pollyphylla* e *Mimosa scabrella*; e (iii) *Plathymenia reticulada*, *Parkia pendula* e *Parkia multijuga*. Ocorreram ainda grupos formados por duas e uma espécies, sendo (i) *Albizia hassleri* e *Ptogyne nitens*; e (ii) *Ptogyne nitens* (Tabela 6).

A proteína bruta pela Distância Euclidiana (dendograma) e usando o agrupamento da ligação média entre grupos (UPGMA), apresenta corte em 28,25% e coeficiente de correlação cofenética de 85,42% (Tabela 3), indicando que a distância euclidiana está bem representada no dendograma formando cinco grupos maiores (Figura 4). Os grupos são (i) *Parkia pendula*, *Stryphnodendron barbadetimam*, *Copaifera langsdorffii*, *Enterelobium contortisiliquum*; (ii) *Albizia hassleri*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia pollyphylla*, *Mimosa scabrella*; (iii) *Ormosia arborea*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Peltogyne confertiflora*, *Parkia multijuga*; (iv) *Schyzolobium parahyba*, *Stryphnodendron adstringens*, *Apuleia leiocarpa*, *Cassia leptophylla*; (v) *Plathymenia reticulada*, *Erytrina speciosa*, *Peltophorum dubium*, *Senna multijuga* e sozinho somente a espécie *Pterogyne nitens*.

Para o método Tocher, o agrupamento considerando a proteína bruta forma quatro grupos distintos: (i) *Parkia pendula*, *Stryphnodendron barbadetimam*, *Copaifera langsdorffii*, *Enterelobium contortisiliquum*, *Mimosa scabrella*, *Cassia leptophylla*, *Parkia multijuga*, *Stryphnodendron adstringens*, *Schyzolobium parahyba*, *Apuleia leiocarpa*, *Ormosia arborea*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Peltogyne confertiflora*; (ii) *Albizia hassleri*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia pollyphylla*; (iii) *Plathymenia reticulada*, *Erytrina speciosa*, *Senna multijuga*, *Peltophorum dubium*; e, (iv) *Ptogyne nitens* (Tabela 6).

Na Tabela 3 são apresentados resultados do coeficiente da correlação cofenética da fração não nitrogenada pela distância euclidiana (dendograma) e usando o agrupamento da ligação média entre grupos (UPGMA), cujo corte foi sinalizado em 28,85% e o coeficiente de correlação cofenética de 84,46, o que indica confiabilidade da expressão gráfica. Os grupos foram: (i) *Parkia pendula*, *Albizia hassleri*, *Copaifera langsdorffii*, *Senna multijuga*, *Schyzolobium parahyba*; (ii) *Stryphnodendron barbadetimam*, *Parkia multijuga*, *Ormosia arborea*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Peltogyne confertiflora*, *Acacia pollyphylla*,

*Enterlobium contortisiliquum*, *Stryphnodendron adstringens*; (iii) *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Apuleia leiocarpa*, *Cassia leptophylla*; e, (iv) *Pterogyne nitens* e *Erytrina speciosa*.

Em contrapartida, o método de Tocher demonstra a formação de seis grupos. O primeiro formado por *Plathymentia reticulada*, *Albizia hassleri* e *Parkia pendula*; o segundo por *Stryphnodendron adstringens*, *Parkia multijuga*, *Ormosia arborea*, *Acassia pollyphylla*, *Peltogyne confertiflora*, *Mimosa caesalpiniifolia*, *Enterlobium contortisiliquum*, *Stryphnodendron barbadetimam*; o terceiro por *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Stryphnodendron polyphyllum* e *Apuleia leiocarpa*. Restando três agrupamentos formados por três, duas e uma espécie: *Copaifera langsdorffii*, *Senna multijuga*, *Shyzolobium parahyba*; *Pterogyne nitens*, *Erytrina speciosa* e; *Cassia leptophylla*, respectivamente (Tabela 6).

Após as análises individuais realizou-se o apanhado das maiores médias das variáveis EE, ENN e PB pela distância Euclidiana, usando a ligação entre grupos (UPGMA) das espécies analisadas. Desta forma, as espécies com maiores concentrações em lipídios são *Albizia hassleri*, *Pterogyne nitens* e *Erytrina speciosa*; para fração não-proteica são *Apuleia leiocarpa*, *Mimosa scabrella*, *Cassia leptophylla*, *Peltophorum dubium* e *Stryphnodendron polyphyllum*; enquanto para proteínas: *Pterogyne nitens*, *Plathymentia reticulata*, *Erytrina speciosa*, *Senna multijuga*, *Peltophorum dubium* (Tabela 3).

Por fim, é sabido que as sementes podem ser classificadas pela composição química, levando-se em consideração o principal composto armazenado. Assim, as sementes são classificadas quanto a maior predominância em carboidratos (amiláceas), em lipídios (oleaginosas) e em proteínas (proteicas) (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Toledo e Marcos Filho (1977) as classificam em amiláceas (reservas de amido), aleuro-amiláceas (reservas de amido e protéicas), oleaginosas (acumulam óleo), aleurooleaginosas (reservas protéicas além de óleo) e córneas (reservas celulósicas). Esta técnica de agrupamento é muito utilizada por pesquisadores para as sementes de grandes culturas, no entanto, não foram encontradas referências para espécies do Cerrado. Diante do exposto, é possível dizer que as Fabaceae nativas do Cerrado são oleaginosas (*Albizia hassleri*, *Pterogyne nitens* e *Erytrina speciosa*), protéicas (*Pterogyne nitens*, *Plathymentia reticulada*, *Erytrina speciosa*, *Senna multijuga*, *Peltophorum dubium*), amiláceas

(*Apuleia leio carpa*, *Mimosa scabrella*, *Cassia leptophylla*, *Peltophorum dubium*, *Stryphnodendron polyphyllum*) e aleuro-amilácea (*Peltophorumdubium*) (Tabela 7).

Tabela 7- Agrupamento de acordo com a classificação dos principais compostos das variáveis extrato etéreo (EE), Carboidratos (ENN) e Proteínas (PB), analisadas individualmente pela Distância Euclidiana (dendograma) e usando o agrupamento da ligação média entre grupos (UPGMA) das 21 espécies estudadas.

<b>Grupos</b>			
Oleaginosas	Carboidratos	Protéicas	Aleuro-amiláceas
<i>Albizia hassleri</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Pterogy nenitens</i>	<i>Peltophorum dubium</i>
<i>Pterogyne nitens</i>	<i>Mimosa scabrella</i>	<i>Plathymenia reticulata</i>	
<i>Erytrina speciosa</i>	<i>Cassia leptophylla</i>	<i>Erytrina speciosa</i>	
	<i>Peltophorum dubium</i>	<i>Senna multijuga</i>	
	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	<i>Peltophorum dubium</i>	



Figura 4- Dendrograma da variável Proteínas (PB) da distancia euclidiana usando o agrupamento de médias de grupos (UPGMA)

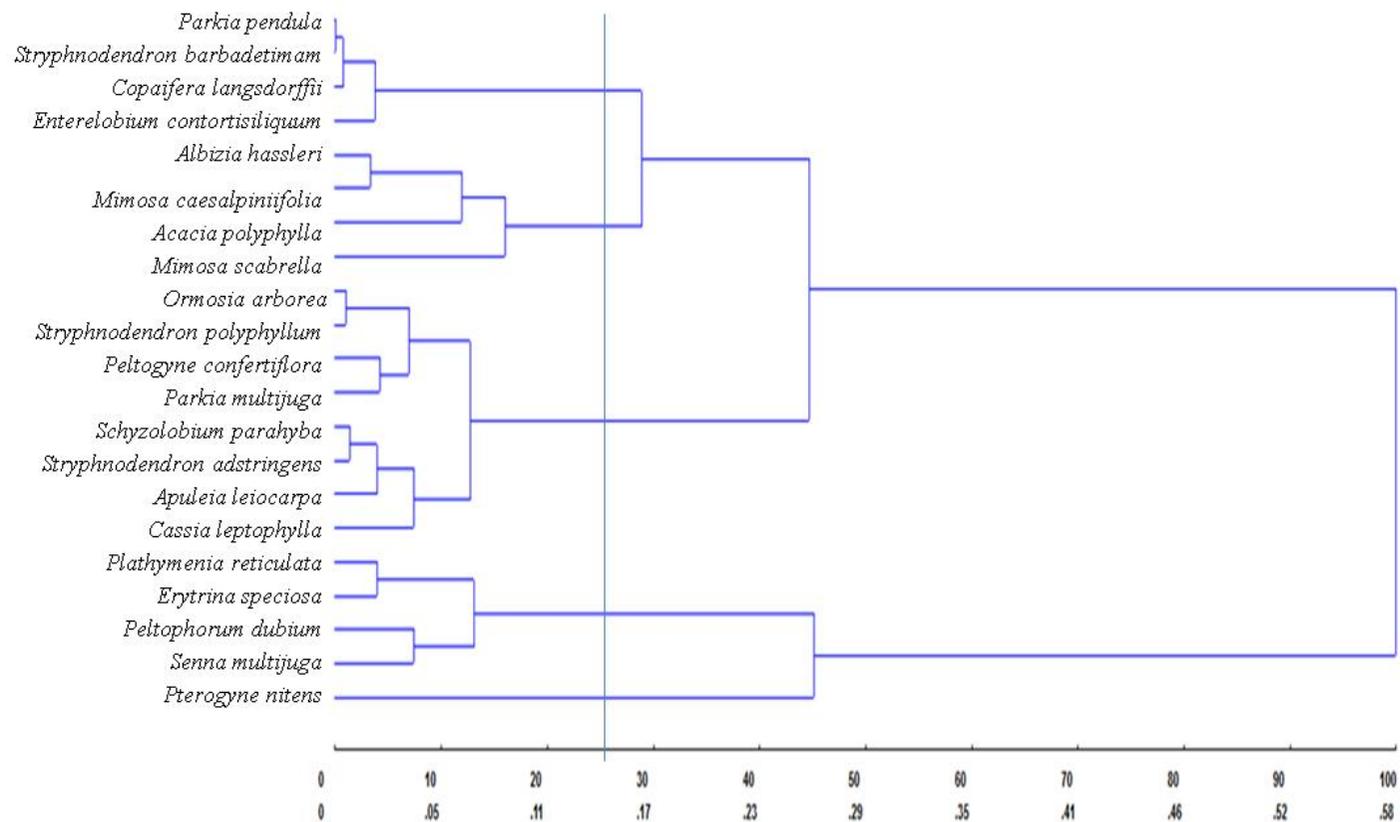
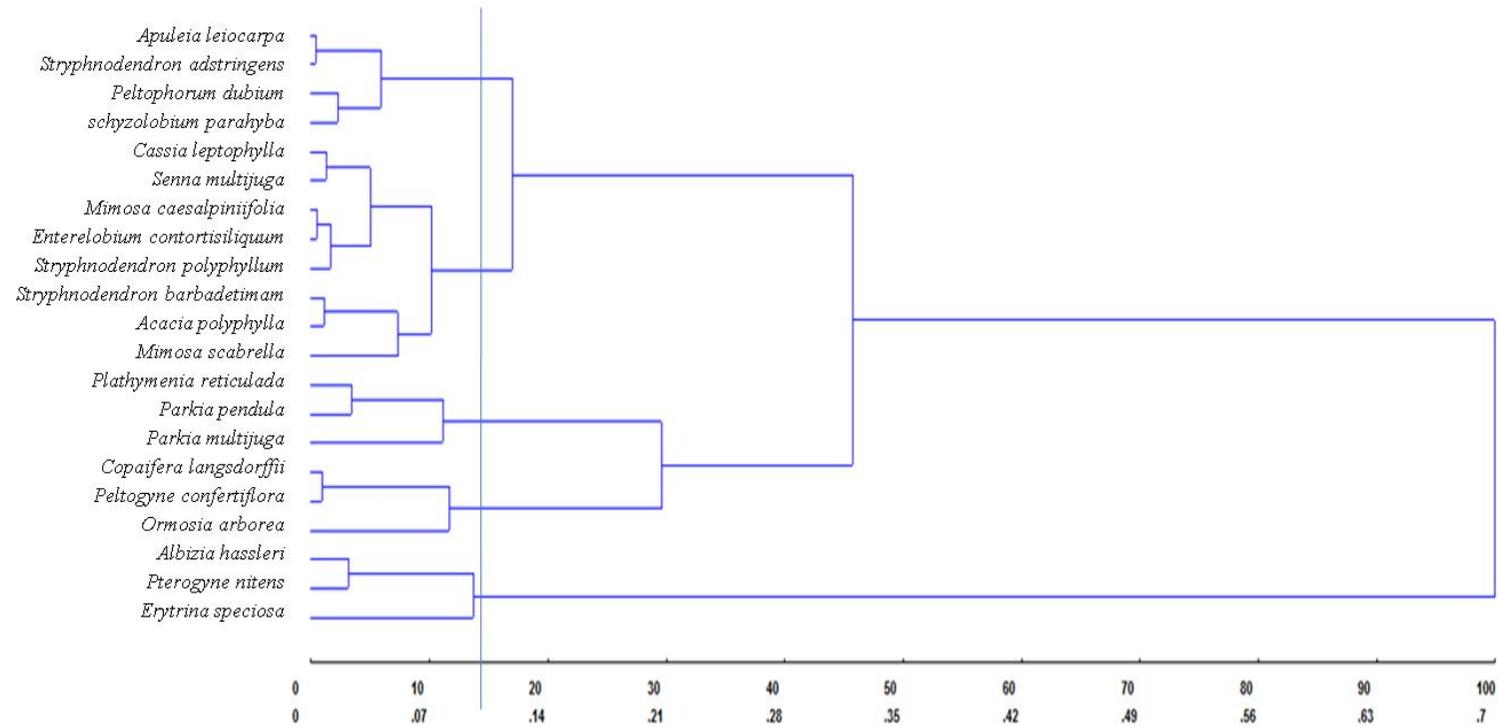


Figura 5- Dendograma das variável (ENN) da distancia euclidiana usando o agrupamento de médias de grupos (UPGMA)



## 4 Conclusão

Os resultados centesimais indicaram a formação de cinco grupos para proteínas e extrato etéreo e seis para carboidratos.

Proteínas, compostos fenólicos, lipídios e pectinas prevaleceram nos cotilédones das sementes.

Pela distribuição dos compostos de reserva as espécies *Albizia hassleri*, *Pterogyne nitens* e *Erytrina speciosa* formam o agrupamento das oleaginosas. As proteicas, *Pterogyne nitens*, *Plathymenia reticulada*, *Erytrina speciosa*, *Sena multijuga* e *Peltophorum dubium*. São classificadas como amiláceas as espécies *Apuleia leiocarpa*, *Mimosa scabrella*, *Cassia leptophylla*, *Peltophorum dubium* e *Stryphnodendron polyphyllum*; e como Aleuro-amilácea, somente o *Peltophorum dubium*.

## 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1995.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing, AOSA, 1983. 88p.
- BAILEY, R.W. Polysaccharides in the Leguminosae. In: HARBORNE, J.B.; BOULTER, D.; TURNER, B.L. (Eds.) *Chemotaxonomy of the Leguminosae*. **London: Academic Press**, 1971. p.503-541.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Brasileira da Indústria de Alimentação Animal. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. Métodos analíticos. In: **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São Paulo: Sindirações, 2009.
- CARVALHO, N.M. e NAKAGAWA, J. 2012. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588 p.
- CARVALHO, N.M. e TOLEDO, F.F. Relationships between available space for plant development and seed vigor in peanut (*Arachis hypogaea* L.) plant performance. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.6, n.4, p.907-910, 1978.
- CAPELA, A. C. V., PENTEADO, P.T.P.S., BALBI, M. E. Semente de Araucaria angustifolia: aspectos morfológicos e composição química da farinha. **revistas.ufpr.br/alimentos** B.CEPPA, Curitiba v. 27, n. 1, jan./jun. 2009.
- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco: **Suprema**, 2011. 620p.
- CRUZ, C.D.(1997). Programa GENES - **Aplicativo Computacional em Genética e Estatística**. Editora UFV, Viçosa, MG, pp. 442.
- EARLE, F.R.; JONES, Q. Analyses of seed samples from 113 plant families. *Economic Botany*, v.16, p.221-250, 1962. <https://doi.org/10.1007/BF02860181>
- EUA. Code of Federal Regulations. Title 21, Volume 21, Part 101, Section 101.9- **Nutrition labeling of food**, 2007. Disponível em: <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.
- EZEAGU, I.E.; MAZIYA-DIXON, B.; TARAWALI, G. Seed characteristics and antinutrient composition of 12 Mucuna accessions from Nigeria. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.1, p.129-139, 2003.

FAÇANHA, J.G.V., VARELA, V.P. Resultados preliminares de estudos sobre a conservação e composição bioquímica de sementes de copaíba (CopaiferamultijugaHayne) Leguminosae. *Acta Amazonica*, v.16/17, p.377-382, 1986/1987. <https://doi.org/10.1590/1809-43921986161382>

FERREIRA, A.G.: BORGHETTI F. **Germinação do básico ao Aplicado**. Porto Alegre, 2004. 323 p.

GAUCH, H.G.J. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge, Cambridge University Press. 1982. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511623332>

HANDRO, W. A semente, a germinação e a plântula de *Andirahumilis* Mart. ExBenth. 1968. Tese (Doutorado em Ciências), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1968.

HOSAMANI, K.M.; RAMESH, H.S. Unusual fatty acids from *Crotalaria striata* Syn. *Crotalaria mucronata* seed oil. *Industrial Crops and Products*, v.14, p.223- 227, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(01\)00087-5](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(01)00087-5)

JONES, Q.; EARLE, F.R. Chemical analyses of seeds II: oil and protein content of 759 species. *Economic Botany*, v.20, p.127-155, 1966. <https://doi.org/10.1007/BF02904010>

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, v19, p. 707-713, 2005.

MYERS, N; MITTERMEYER, R. A.; MITTEMERMEYER, C. G, FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v.403, p. 853-858, 2000.b <https://doi.org/10.1038/35002501>

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MUNSHI, S.K.; KAUSHAL, B.; BAJAJ , R.K. Compositional changes in seeds influenced by their positions in different whorls of mature sunflower head. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Londres, v. 83, p. 1.622–6, 2003.

MACEDO, M.L.R.; GARCIA, V.A.; FREIRE, M.G.M.; RICHARDSON, M. Characterization of a Kunitz trypsin inhibitor with a single disulfide bridge from seeds of *Inga laurina* (SW.) Willd. *Phytochemistry*, v.68, p.1104-1111, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.01.024>

MACEDO, M.L.R.; MATOS, D.G.G.; MACHADO, O.L.T.; MARANGONI, S.; NOVELLO, J.C. Trypsin inhibitor from *Dimorphandramollis* seeds: purification and

roperties. *Phytochemistry*, v.54, p.553-558, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00155-2)

MAESTRI, D.M.; FORTUNATO, R.H.; GUZMÁN, C.A.; TORRES, M.M.; LAMARQUE, A.L. Seed compositional studies of some species of Papilionoideae (Leguminosae) native to Argentina. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.82, p.248-251, 2002. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1022>

MANLY, B.F.J. *Multivariate statistical methods: A primer*. 2. Ed. London: Chapman e Hall, 1994. 215p.

MATUDA, T.G.; NETTO, F.M. Caracterização química parcial da semente de jatobá- do-cerrado (*Hymenaeastigonocarpa* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, p.353-357, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000200029>

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Exeter: Pergamon, 1975. 270p.

MOJENA, R. Hierárquical grouping method and stopping rules: an evaluation. *Computer Journal*, v. 20, p. 359-363, 1977. <https://doi.org/10.1093/comjnl/20.4.359>

PANDEY, V.N.; SRIVASTAVA, A.K. Seed protein yield from some *Crotalaria* spp and in vitro nutritional quality of that from *C.juncea*. *Plant Foods for Human Nutrition*, v.40, p.195-200, 1990. <https://doi.org/10.1007/BF01104142>

PERES, W.B. **Manutenção da qualidade de grãos e sementes**. Pelotas: UFPel, 2001. 78p.

PONTES, C.A. , BORGES, E.E., BORGES,R.C.G., BOECHAT, SOARES, C.P. B. Mobilização de reservas em sementes de *apuleialeiocarpa* (vogel) j.f. macbr. (garapa) durante a embebição. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.593-601, 2002.

REDDY, N.R.; PIERSON, M.D.; SATHE, S.K.; SALUNKHE, D.K. Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates - A review. *Food Chemistry*, v.13, p.25-68, 1984. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(84\)90026-8](https://doi.org/10.1016/0308-8146(84)90026-8)

SHIMADA, T. L.; HARA-NISHIMURA, I. Intracellular lipid droplet-associated proteins: unique members and their biological functions. Oil-body-membrane proteins and their physiological functions in plants. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, Tokyo, v. 33,n. 3, p. 360–3, 2010. <https://doi.org/10.1248/bpb.33.360>

Shewry, P.S., Lucas, J.A., 1997. Plant proteins that confer resistance to pests and pathogens. **Adv. Bot. Res.** 26, 1351}1392.

SLACK, C. R.; BROWSE, J. A. Synthesis of storage lipids in developing seed. In: MURRAY, D. R. (Ed.) **Seed Physiology**, Nova York: Academic Press, v. 1, p. 209–43, 1984.

SAIKIA, P.; SARKAR, C.R.; BORUA, I. Chemical composition, antinutritional factors and effect of cooking on nutritional quality of rice bean [*Vigna umbellata* (Thunb; Ohwi and Ohashi)]. *Food Chemistry*, v.67, p.347-352, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00206-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00206-4)

SATHE, S.K.; DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. Dry beans of *Phaseolus*. A review. Part 2. Chemical composition: carbohydrates, fiber, minerals, vitamins, and lipids. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.21, p.41- 93, 1984. <https://doi.org/10.1080/10408398409527396>

SGARBIERI, V.C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: **Varela**, 1996.

SOSULSKI, F.W.; SOSULSKI, K. Legumes: horticulture, properties and processing. In: HUI, Y.H. (Ed.), *Handbook of food science, technology and engineering*. New York, **CRC Press**, 2006. v.1, p.18-1~18-2.

TAVOLJANSKIY, N. P.; CHIRYAEV, P. V.; SCHERSTYUK, S. V.; ALTINNIKOVA, V. I.; TIKHOMIROV, V. T. Development of original material for sunflower breeding for seed characteristics, oil and protein quality in the conditions of central-chernozem. **Helia**, Novi Sad, v. 27, n. 40, p. 117–22, 2004.

TOLEDO, F. R. e MARCOS FILHO, J. 1977. **Manual de Sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronomia Ceres. 224p.

TOOKEY, H.L.; JONES, Q. New Sources of Water-Soluble Seed Gums. *Economic Botany*, v.19, p.165-174, 1965. <https://doi.org/10.1007/BF02862828>

VENTRELLA, M.C., ALMEIDA, A.L., NERY, L.A., COELHO, V.P.M. **Métodos histoquímicos aplicados às sementes**. 1ed. Viçosa: UFV, 2013. 40p.

VEIGA JUNIOR, V.; JUNIOR, M.A.A. , Isolde D. K. FERRAZ, I.D.K.; , CHRISTO, H.B.; , Angelo C. PINTO, A.C.; Constituintes das sementes de *Copaifera officinalis* L..**Acta amazonica**. VOL. 37(1) 2007: 123 - 126

ZIEGLER, P. Carbohydrate degradation during germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.447-474.

**CAPÍTULO 2**  
**CLASSIFICAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS QUANTO A**  
**NORMALIDADE E ÀS ANORMALIDADES**

Adílio de Sá Júnior

## Resumo

O uso de testes laboratoriais para variáveis de pureza e germinação são obrigatórios para a comercialização de sementes de grandes culturas olerícolas e florestais. Segundo a lei 10711 é obrigatório, pois assim certifica-se a qualidade das sementes para semeadura ou produção de mudas. As metodologias para as referidas análises são bem claras, porém ocorrem variações de interpretação dos analistas, causando baixas percentagens nos percentuais de germinação. Quando as análises são em grandes culturas, as dúvidas são menores, isso é devido ao grande volume de análises nos laboratórios, tornando os analistas mais familiarizados com as anormalidades. A ISTA contempla metodologia específica para testes em sementes de grandes culturas, no entanto, deve-se atentar que as espécies florestais e as estruturas das plântulas são diferenciadas. Sendo criptocotiledonar podem facilitar o enovelamento da raiz principal, sendo hipógea, está mais propensa ao ataque de micro-organismos. Existem ainda espécies que somente após o desenvolvimento total da raiz primária ocorre o desenvolvimento das raízes secundárias. Sendo as espécies florestais perenes e, portanto, sujeitas a adaptações tanto no sistema radicular como na parte aérea para completar seu desenvolvimento, cabe o questionamento sobre a possível adaptação do sistema radicular no desenvolvimento das plântulas. Assim, o objetivo deste estudo é avaliar parâmetros de anormalidades de raiz principal em plântulas nos testes de germinação, com embasado em registros laboratoriais e na classificação morfofuncional de mudas de 50 espécies florestais, realizada por Lobo et al. (2014).

Palavras-chave: Germinação; Avaliações; Vigor; Cipselas; Fabaceas.

## ABSTRACT

The use of laboratory tests for variables of purity and germination are mandatory for the commercialization of seeds of large groves and forestry crops. According to the law 10711 is obligatory, because this way certifies the quality of the seeds for sowing or production of seedlings. The methodologies for these analyzes are very clear, but variations of interpretation of the analysts occur, causing low percentages in the percentages of germination. When the analyzes are in large cultures, the doubts are smaller, this is due to the large volume of analyzes in the laboratories, making the analysts more familiar with the abnormalities. ISTA contemplates specific methodology for seed testing of large crops, however, it should be noted that forest species and seedling structures are differentiated. Being cryptocotiledonar can facilitate the folding of the main root, being hypogea, it is more prone to the attack of microorganisms. There are also species that only after the development of the primary root occurs the development of the secondary roots. Since the forest species are perennial and therefore subject to adaptations in both the root system and the aerial part to complete their development, it is possible to question the possible adaptation of the root system in the development of the seedlings. Thus, the objective of this study is to evaluate parameters of main root abnormalities in seedlings in germination tests, based on laboratory records and on the morphofunctional classification of seedlings of 50 forest species, by Lobo et al. (2014).

Keywords: Germination; Readings; Force; cypselas; fabaceae.

## 1- INTRODUÇÃO

O uso de testes para quantificar a qualidade fisiológica de sementes é empregado obrigatoriamente. Para sementes de modo geral, existem prescrições para os testes de germinação nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), sendo inclusive obrigatórias para o comércio das espécies constantes na lei 10711, regulamentada pelo decreto 5.153 (BRASIL, 2003, 2004). Para estas avaliações o analista dispõe de metodologias e definições sobre plântulas e sementes, sendo as plântulas normais as que possuem todas as estruturas essenciais presentes e bem desenvolvidas, como sistema radicular, parte aérea e tecido(s) de reserva(s); quando dicotiledôneas, com pelo menos 50% dos cotilédones intactos. Em sementes de germinação epigeal, são consideradas normais plântulas no qual a raiz primária e o hipocótilo juntos ultrapassam em quatro vezes o tamanho da semente. Ainda são consideradas normais plântulas com pequenos defeitos como os de sistema radicular onde a raiz primária apresenta danos limitados e com pequeno retardamento no crescimento. Se tratando de sementes de espécies da família Fabaceae, é permitida raiz primária deficiente, mas com bom desenvolvimento das secundárias. As plântulas anormais são classificadas como danificadas quando possuírem qualquer uma das suas estruturas essenciais ausentes ou tão danificadas que não permitam ocorrer desenvolvimento. As plântulas anormais deformadas apresentam desenvolvimento fraco ou com distúrbios fisiológicos, ou com estruturas essenciais deformadas, ou desproporcionais. Para a classificação das plântulas anormais deterioradas são observadas as estruturas essenciais muito infectadas ou muito deterioradas, como resultado de uma infecção primária. Na parte aérea destacam-se epicótilo e hipocótilo, que não devem se apresentar curtos e grossos, com rachaduras profundas ou quebradas, com fenda que atravessa a estrutura atingindo os tecidos condutores, ausentes, com estrangulamentos, torção completa ao longo de todo o comprimento da estrutura, curvado, retorcido, formando um laço ou espiral, hialino e deteriorados devido a uma infecção primária. Para as Fabaceae, os cotilédones devem apresentar pelo menos 50% dos tecidos, não podem se apresentar inchados ou

enrolados, deformados, quebrados, separados da plântula e ausentes, descoloridos, necrosados ou hialinos (BRASIL, 2009).

Além da metodologia, a temperatura, a umidade, a presença ou ausência de luz influenciam a porcentagem final e a velocidade da germinação, afetando tanto a absorção de água pela semente quanto às reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo. As sementes são capazes de germinar sob ampla faixa de temperatura, definida para cada espécie com uma temperatura máxima e uma mínima, acima e abaixo das quais a germinação não ocorre (BEWLEY; BLACK, 1994). Outros fatores relevantes são os substratos e o fotoperíodismo que apresentam influência nos testes de germinação, uma vez que fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de acordo com o tipo de material (POPINIGIS, 1985).

Cabe ressaltar que nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009) ocorrem especificidades para todas as partes das plântulas, entre elas raízes atrofiadas, curtas e grossas, desproporcionais em relação às outras estruturas da plântula, ausentes, quebradas, fendidas a partir da ponta, com estrangulamento, finas, fracas, retorcidas, presa dentro do tegumento da semente, com geotropismo negativo ou hialina deteriorada devido a uma infecção primária.

Pelas regras internacionais para análises de sementes, quando se utiliza o papel para a germinação o sistema radicular é afetado pela oferta irregular de luz e temperatura, favorecendo o crescimento da parte aérea. Isso altera o desenvolvimento das plântulas tornando as proporções entre parte aérea e sistema radicular diferentes das proporções observadas em campo. O sistema radicular é a primeira estrutura a se desenvolver estando mais exposto a danos e infecções quando comparado com a parte aérea. Características como germinação do tipo criptocotiledonar podem facilitar o enovelamento da raiz principal (DUCKE, 1965). Além disso, a germinação hipógea está mais propensa ao ataque de micro-organismos pelo fato dos cotilédones serem ricos em nutrientes e por estarem em contato direto com o solo, afetando diretamente a região da rizosfera. Existem ainda espécies que somente após o desenvolvimento total da raiz primária ocorre o desenvolvimento das raízes secundárias. Para a maioria das espécies prevalece a presença da raiz primária e, por isso, geralmente é considerada essencial para a classificação de plântula normal, mas se a plântula possuir o sistema secundário bem desenvolvido pode concluir seu ciclo (ISTA, 2014).

Desta forma, pode-se esperar que as espécies florestais sendo perenes são, portanto, sujeitas a adaptações tanto no sistema radicular como na parte aérea para completar seu desenvolvimento. Outra anormalidade ocorre com frequência principalmente em espécies florestais, o aparecimento de patógenos como fungos e bactérias. Se for evidente que a contaminação da plântula é proveniente de outra plântula e não dela, esta é considerada normal por ter sido afetada por contaminação secundária (PATRICIO et al. 1995; MARTINS-CORDER, JÚNIOR, 1999). Porém, essa contaminação que também ocorre no sistema radicular nem sempre é detectada pelo analista.

Ao final dos testes de germinação, as sementes remanescentes que não germinaram são classificadas como: duras, sendo as que não absorvem água; as dormentes que absorvem água, mas não germinam e não se deterioram; e as mortas, que absorvem água, não germinam e se deterioram no final dos testes. Dentro da tecnologia e análise de sementes, a interpretação do teste de germinação fica a critério do analista que depende dos conhecimentos da morfologia e dos estádios de desenvolvimento da plântula, caracterizando a plântula normal para cada espécie (OLIVEIRA, 1988). A comercialização de espécies florestais comerciais vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, impondo a necessidade de estudos sobre a germinação, morfologia e fisiologia de semente dessas espécies. Essas pesquisas têm a finalidade de fornecer subsídios para sua propagação, cujos objetivos seriam a produção de mudas para plantio, replantio, recuperação de áreas degradadas, paisagismo e exploração comercial. Não basta conhecer as sementes, é necessário conhecer as plântulas.

Nos laboratórios de sementes, a interpretação do analista é feita nas partes aérea, radicular e tecidos de reserva. No entanto, o produtor de mudas ao semear nos viveiros leva em consideração a percentagem da germinação não se atentando para a rizosfera, pois vê apenas a parte aérea da plântula, levando para o campo mudas que podem não estar em perfeita condições para o plantio (MARTINS-CORDER JÚNIOR, 1999). Outra dificuldade em se avaliar lotes de sementes florestais está relacionada ao tamanho dos lotes, que torna difícil a avaliação dos seus componentes da qualidade estando intimamente relacionada aos problemas da amostragem e ao número de repetições (VIEIRA; CARVALHO, 1994).

Ao se testar a germinação de sementes em laboratório é imprescindível saber a data correta da avaliação, pois ao antecipar, as plântulas podem ser consideradas anormais, sendo normais. O retardo também não é aconselhável, pois as plântulas

estarão expostas a condições desfavoráveis. No início da germinação da *Dimorphandra mollis* Benth. (faveira) a raiz principal da plântula se mostrou engrossada, sofrendo afinamento com dilatação na base, cilíndrica, tenra, esbranquiçada e coifa amarelada; as raízes secundárias são finas, curtas, tenras, cilíndricas, da mesma cor da raiz primária (FERREIRA et al., 2001). Posteriormente, a raiz primária passou à sublenhosa, de coloração esbranquiçada a ferrugínea clara, com descamações longitudinais.

Dentro das espécies florestais estão várias famílias botânicas e, dentro de uma mesma espécie ocorrem variações morfológicas de sementes e plântulas, sendo em muito as diferenças que ocorrem comparadas com as espécies agrícolas. Como as plantas das espécies florestais são perenes, os pequenos defeitos em suas plântulas podem ser superados por outros mecanismos (FERRAZ; CALVI, 2011). Sendo assim, se faz necessário requisitos próprios para as avaliações de plântulas durante os testes de germinação.

Estudando a morfologia de sementes e plântulas de duas espécies amazônicas, foram verificadas que a raiz primária desenvolve-se rapidamente, apresentando-se inicialmente curta, cônica, curva a levemente sinuosa, perolada e glabra. Se ocorrer a avaliação da germinação nesta fase a interpretação deve ser de normal, pois a raiz irá se desenvolver (MELO; VARELA, 2006). Os mesmos autores, em testes de germinação com sementes de cedrorana, constataram a ocorrência de plântulas anormais que apresentaram raiz primária de tamanho normal, com pequenas lesões ao longo do seu comprimento ou, às vezes, de tamanho reduzido e deteriorado no ápice e ainda, raízes secundárias mais longas do que a raiz principal, espessas quando comparadas com as raízes de uma plântula normal; hipocótilo e epicótilos aparentemente normais, porém com cotilédones parcialmente fechados e envolvidos pelo tegumento da semente.

Andrade e Pereira (1994) verificaram que as plântulas anormais mais encontradas nos testes de germinação em sementes de cedro apresentavam radícula deteriorada nos primeiros dias do desenvolvimento, ou plântulas com cotilédones e hipocótilo perfeitos e raiz deteriorada ou plântulas aparentemente normais, porém com sistema radicular truncado e em deterioração, constatando que essas anormalidades podem ser causadas pelas dobras do rolo de papel de germinação.

Desta forma, objetivou-se com o trabalho o conhecimento da quantidade e o tipo de anormalidade das raízes, para separar lotes com alta e baixa aptidão de produção de mudas sadias.

## 2- Material e métodos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA é o responsável por todas as questões que envolvem sementes e mudas no território nacional. No uso de suas atribuições, disponibilizou aos laboratórios de sementes credenciados junto a este órgão as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009). Esta é uma ferramenta obrigatória para a realização dos testes prescritos para os laboratórios de análises de sementes. Para que novas metodologias sejam acrescentadas, se faz necessário que as mesmas passem por processo de validação. Com o objetivo de validar 50 espécies de sementes florestais ocorreu a formação de um grupo de trabalho, sendo integrantes o Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Uberlândia, Laboratórios Oficiais de Análise de Sementes do Ministério da Agricultura e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnológicos em Brasília (LOBO et al., 2014).

Para tanto, a validação ocorreu utilizando-se do método ISTA para teste de sementes (ISTA, 2007). As plântulas das 50 espécies foram classificadas por características das espécies (Tabela 1).

A relação de anormalidades de plântulas amplamente aceita e utilizada para várias espécies são apresentadas conforme classificação adotada no Apêndice 3 da ISTA (2006) (Tabela 2). Se tratando de sistema das raízes e especificamente da raiz primária, verificamos que se a mesma apresentar quebrada, arrancada, em atraso, ausente, partida, dividida, presa ao tegumento, com geotropismo negativo, constrangido, com aspecto vítreo ou ainda caída por infecção primária, suas plântulas são consideradas anormais. No entanto, para as espécies florestais onde ocorre um longo tempo na produção de mudas e estabelecimento no campo, as raízes secundárias podem assumir as funções da raiz principal de sustentação e assimilação profunda de nutrientes.

Embasados na validação das 50 espécies, no apêndice três da ISTA e ainda em arquivo fotográfico do acervo do laboratório de sementes florestais da Universidade Federal de Uberlândia, foi realizado análises críticas sobre as anormalidades das plântulas no sistema radicular em relação à resultados insatisfatórios na germinação de espécies florestais do cerrado brasileiro.

Tabela 1. Classificação morfofuncional de mudas de 50 espécies florestais<sup>1</sup> da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Biomas Pantanal.

Fanerocotiledonar	Epigeal	Sem desenvolvimento do epicótilo	Raiz primária essencial
		<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Burkart - FABACEAE <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr. - FABACEAE <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze - LECYTHIDACEAE <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze - LECYTHIDACEAE <i>Cassia leptophylla</i> Vogel - FABACEAE <i>Cedrela fissilis</i> Vell. - MELIACEAE <i>Cedrela odorata</i> L. - MELIACEAE <i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna - MALVACEAE <i>Citharexylum myrianthum</i> Cham. - VERBENACEAE <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. - FABACEAE <i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & James S. Mill. - BORAGINACEAE <i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. - BIGNONIACEAE <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. - FABACEAE <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth. - FABACEAE <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong - FABACEAE <i>Enterolobium maximum</i> Ducke - FABACEAE <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms - PHYTOLACACEAE <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. - MALVACEAE <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos - BIGNONIACEAE <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos - BIGNONIACEAE <i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos - BIGNONIACEAE <i>Hymenaea courbaril</i> L. - FABACEAE <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne - FABACEAE <i>Jacaranda micranta</i> Cham. - BIGNONIACEAE <i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil. - LYTHRACEAE <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. - FABACEAE <i>Mimosa scabrella</i> Benth. - FABACEAE <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan - FABACEAE <i>Peltogyne confertiflora</i> (Hayne) Benth. - FABACEAE <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. - FABACEAE <i>Plathymentia reticulata</i> Benth. - FABACEAE <i>Pterogyne nitens</i> Tul. - FABACEAE <i>Qualea grandiflora</i> Mart. - VOCHYSIACEAE <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi - ANACARDIACEAE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby - FABACEAE <i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby - FABACEAE <i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby - FABACEAE <i>Stryphnodendron barbadetimum</i> (Vell.) Mart. - FABACEAE <i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart. - FABACEAE <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore - BIGNONIACEAE <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau - BIGNONIACEAE	
Fanerocotiledonar	Epigeal	Com desenvolvimento do epicótilo <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan - FABACEAE <i>Erythrina speciosa</i> Andrews - FABACEAE	Raiz primária essencial
Criptocotiledonar	Hipogeal	Com desenvolvimento do epicótilo <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott - ANACARDIACEAE	Raiz primária essencial
Fanerocotiledonar	hipogeal	Com desenvolvimento do epicótilo <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan - FABACEAE <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart. - BIGNONIACEAE <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms - FABACEAE <i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. - FABACEAE	Raiz primária essencial
Fanerocotiledonar	hipogeal	Sem desenvolvimento do epicótilo <i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart. & Zucc.) Robyns - MALVACEAE	Raiz primária essencial

<sup>1</sup>- Espécies brasileiras consulta- base trópicos (WWW.tropicos.org)

Tabela 2 - Apêndice 3 - Índice de anormalidades de plântulas –ISTA, 2006.

Anormalidade nas plântulas		
Um dos seguintes defeitos ou a combinação deles torna uma plântula anormal		
0. as anormalidades gerais		
0.0. Na plântula		
Anormalidade tipo	00/01	Deformada
Anormalidade tipo	00/02	Fraturada
Anormalidade tipo	00/03	Libera os cotilédones do tegumento antes da raiz
Anormalidade tipo	00/04	Continua preso a plântula
Anormalidade tipo	00/05	Tem colo no endosperma
Anormalidade tipo	00/06	Está amarelado ou branco
Anormalidade tipo	00/07	Espigado comprido e fino
Anormalidade tipo	00/08	Aspecto vítreo
Anormalidade tipo	00/09	Caído pela infecção primária
Anormalidade tipo	00/10	Fitotóxico
1-Anormalidade no sistema radicular		
11. raiz primária		
Anormalidade tipo	11/01	Em estudo
Anormalidade tipo	11/02	Quebrado ou arrancado
Anormalidade tipo	11/03	Em atraso
Anormalidade tipo	11/04	ausente
Anormalidade tipo	11/05	partido
Anormalidade tipo	11/06	Dividido
Anormalidade tipo	11/07	Preso no tegumento da sementes
Anormalidade tipo	11/08	Geotropismo negativo
Anormalidade tipo	11/09	Constrangido
Anormalidade tipo	11/10	Espigado comprido e fino
Anormalidade tipo	11/11	Aspecto vítreo
Anormalidade tipo	11/12	Caído pela infecção primária
As raízes secundárias que mostram um ou outro dos defeitos acima são consideradas normais e não podem substituir uma raiz anormal primária nos casos onde a presença de várias raízes secundárias normais determinam a normalidade do sistema.		
2.1- No hipocótilo, epicótilo, mesocótilo, respectivamente		
Anormalidade tipo	21/01	É muito curto e grosso (exceto para Cyclamen)
Anormalidade tipo	21/02	Não formam tubérculo (apenas Cyclamen)
Anormalidade tipo	21/03	Profundamente rachado ou quebrado
Anormalidade tipo	21/04	Separação direta
Anormalidade tipo	21/05	Ausente
Anormalidade tipo	21/06	Dobrado ou enovelado
Anormalidade tipo	21/07	Formando espiral
Anormalidade tipo	21/08	Torcido
Anormalidade tipo	21/09	Está constricta
Anormalidade tipo	21/10	Espigado comprido e fino
Anormalidade tipo	21/11	Aspecto vítreo
Anormalidade tipo	21/12	Caído pela infecção primária

Continua...

---

... continuando

---

2.2-O botão terminal e o tecido em volta

---

Anormalidade tipo	22/01	Deformado
Anormalidade tipo	22/02	Estragado
Anormalidade tipo	22/03	Ausente
Anormalidade tipo	22/04	Necrosado
Anormalidade tipo	22/05	Caído pela infecção primária

Independentemente da presença de gemas auxiliares (por exemplo, em phaseolus) ou brotações auxiliares (por exemplo, *Pisum*) que surgem nas axilas dos cotilédones ou das folhas primárias, a plântula é considerada anormal, se o mínimo não for desenvolvido Normalmente.

---

3- anormalidades nos cotilédones e folhas primárias

3.1- Nos cotilédones- aplicação da regra dos 50%

---

Anormalidade tipo	31/01	Estão inchado e/ou enrolados
Anormalidade tipo	31/02	Estão deformados
Anormalidade tipo	31/03	Estão quebrados ou danificados de outra forma
Anormalidade tipo	31/04	Estão separados ou ausentes
Anormalidade tipo	31/05	Estão descoloridos ou necrosados
Anormalidade tipo	31/06	Estão aspecto vítreo
Anormalidade tipo	31/07	Estão caídos pela infecção primária

O amadurecimento ou a queda dos cotilédones no ponto de ligação para serem axiis de muda ou perto do botão tornam uma plântula anormal, independentemente da regra de 50%.

---

3.2- os cotilédones para o grupo A-1-1-1-1

---

Anormalidade tipo	32/01	Curto e grosso
Anormalidade tipo	32/02	Dobrado ou formando espiral
Anormalidade tipo	32/03	Formando espiral
Anormalidade tipo	32/04	Não mostra alça definida
Anormalidade tipo	32/05	Está constricto
Anormalidade tipo	32/06	Espigado comprido e fino

---

3.3- folhas primárias e a aplicação da regra dos 50%

---

Anormalidade tipo	33/01	São deformados
Anormalidade tipo	33/02	Estão danificados
Anormalidade tipo	33/03	Estão ausentes
Anormalidade tipo	33/04	Estão descoloridos
Anormalidade tipo	33/05	Estão necrosados
Anormalidade tipo	33/06	Apresentam normal, mas 1/4 do tamanho
Anormalidade tipo	33/07	Caído pela infecção primária

---

4- anormalidades no coleóptilo e folha primária

4.1- coleóptilo

---

Anormalidade tipo	41/01	Atarracado ou deformado
Anormalidade tipo	41/02	Quebrado
Anormalidade tipo	41/03	Ausente
Anormalidade tipo	41/04	Defeituoso
Anormalidade tipo	41/05	Dobrado ou formando espiral
Anormalidade tipo	41/06	Formando espiral
Anormalidade tipo	41/07	Torcido

---

Continua...

---

... continuando		
Anormalidade tipo	41/08	Dividido da ponta por mais de 1/3 do comprimento
Anormalidade tipo	41/09	Espigado comprido e fino
Anormalidade tipo	41/10	Caído pela infecção primária
Anormalidade tipo	41/11	É sepado da ponta
4.2- folha primária		
Anormalidade tipo	42/01	Estando pelo menos a metade do
Anormalidade tipo	42/02	Ausente
Anormalidade tipo	42/03	Desfiado ou deformado
Anormalidade tipo	42/04	Está saindo da parte inferior do coleoptilo
Anormalidade tipo	42/05	Amarelado ou branco
Anormalidade tipo	42/06	Caído pela infecção primária

### 3- Resultados e discussão

As plântulas das 50 espécies foram classificadas por características das espécies (Tabela 1), sendo aquelas que podem ou não deixar o tegumento aderido às estruturas durante a germinação como criptocotiledonar e fanerocotiledonar, respectivamente. De acordo com a posição dos cotilédones em relação ao solo, epigeal ou hipogeal, onde ocorre o desenvolvimento primeiro de estruturas como o epicótilo ou hipocótilo e ainda a essencialidade da raiz primária de acordo com o manual de plântulas para validação de testes da ISTA (ISTA, 2006). As principais anormalidades em plântulas analisadas em laboratório estão relacionadas pela ISTA (Tabela 1), embasadas nas características próprias de cada uma das 50 espécies validadas.

Todas as espécies estudadas para a validação se apresentaram como fanerocotiledonar por apresentarem desprendimento do tecido protetor das sementes e ainda o desenvolvimento do hipocótilo tornando a classificação como epigeal (LOBO et al., 2014). A única exceção ocorreu para *Astronium fraxinifolium* Schott. Este comportamento é comumente encontrado em espécies de florestas tropicais do Panamá (GARWOOD, 1983), tendo maior frequência em áreas da Floresta Amazônica (MAIA et al., 2005) e no Cerrado (RESSEL et al., 2004). Pode também ocorrer no México (IBARRA-MANRÍQUEZ et al., 2001) e Uganda (ZANNE et al., 2005).

Em florestas tropicais a ocorrência de sementes que se comportam como hipogeais e criptogâmicas é pequena (WRIGHT et al., 2000; IBARRA-MANRÍQUEZ et al., 2001; RESSEL et al., 2004; MAIA et al., 2005). Em sementes, o comportamento pode diferir muito entre espécies da mesma família, onde a maioria das espécies com mudas criptocotiledonares possuem germinação hipógea encontramos exceções

(WRIGHT et al., 2000; RESSEL et al., 2004), essas diferenças foram observadas também na exposição dos cotilédones, onde algumas mudas apresentaram comportamento intermediário. Plântulas phanerocotiledonares de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms e *Peltogyne confertiflora* (Hayne) Benth. mostraram exposição parcial do cotilédone durante a avaliação do teste de germinação (Figuras 1d, e). Os cotilédones *Peltogyne confertiflora* foram expostos através de pequenas fissuras no tegumento da semente (Figura 1d).

A posição dos cotilédones em relação ao solo devido ao desenvolvimento de hipocótilo não se restringe a tipos de germinação epígea e hipógea (MIQUEL, 1987; GARWOOD, 1996; FERRAZ e CALVI, 2011). Tipos intermediários, como o semi-hipógeo, foram registrados para as mudas de algumas espécies que apresentam cotilédones separados (phanerocotiledonar), uma vez que permanecem no nível do solo e não são elevadas pelo hipocótilo (MIQUEL, 1987; MILANEZ et al., 2008). Este tipo de desenvolvimento foi observado em mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) (RESSEL et al., 2004). De acordo com a filogenia, as espécies congênicas devem ter a mesma classificação morfo-funcional (GARWOOD, 1996). No entanto, as sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Anadenanthera macrocarpa* apresentaram germinação epígea e hipógea (ou semi-hipógea), respectivamente (Tabela 1). Esta mesma distinção foi encontrada em espécies do gênero *Jacaranda*.

Os hipocótipos são uma característica das mudas epigeais de *Anadenanthera colubrina* e *Erythrina speciosa* Andrews (Figuras 2a, b), porém eram incomuns para as outras espécies com germinação epigeal (Tabela 1). Todas as mudas hipogeais desenvolveram epicótilos (Figuras 2d, e), exceto *Pseudobombax tomentosum* (Mart. & Zucc.) Robyns (Figura 2d). Nesta espécie a elevação do cotilédone é causada por pecíolos cotiledonares. Como esses pecíolos realizam a função do hipocótilo, a germinação foi classificada como epigeal para Ressel et al. (2004). As mudas com germinação caracterizadas sendo hipogeais desenvolveram os epicótilos (WRIGHT et al., 2000; ISTA, 2006).

Para a classificação do sistema radicular, a ISTA preconiza a essencialidade da raiz principal em algumas espécies, porém dependendo do substrato e das condições edafoclimáticas é possível que as raízes secundárias assumam o papel de raízes primárias ausentes ou deficientes. As espécies que possuem as raízes primárias lenhosas como *Astronium fraxinifolium* Schott, *Copaifera langsdorffii* Desf., *Dalbergia miscolobium* Benth., *Hymenaea courbaril* L., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne,

*Peltogyne confertiflora* e *Schinus terebinthifolia* reforçam a essencialidade desta estrutura. Para *Erythrina speciosa*, somente quando a raiz primária já está desenvolvida, ocorre o desenvolvimento satisfatório das raízes secundárias.

Quando se avalia o sistema radicular a raiz principal é de grande importância, visto que elas são responsáveis pela sustentação, abastecimento de água e nutrientes das espécies florestais. Dependendo das condições edafoclimáticas, o sistema de raízes secundárias são comuns em mudas hipogêias (ou semi-hipogêias), podendo assumir características para suprir a falta do desenvolvimento completo da raiz principal. Não sendo facultativa, quando a espécie produz raiz primária tuberosa, como para *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith (Ramos et al., 2004). As principais anormalidades encontradas pelos autores nas mudas foram o enrolamento da parte aérea (Figura 11a), plântulas atrofiadas (Figuras 9, 11 e 12), raízes primárias bifurcadas (Figuras 1 e 4 d, 7b, 10a e 12b), raízes primárias presas no tegumento da semente (Figura 8), raiz primária ausente (Figuras 5, 5, 7 e 8) e raiz primária enovelada (Figuras 8, 9 e 10).

O tempo dos testes de germinação influencia nos tecidos da jovem plântula. Como os cotilédones, por estarem em contato direto com o substrato umedecido, apresentam apodrecimento prematuro ou ficam sujeitos a patógenos exógenos a semente. Nas 50 espécies estudadas, devido ao desenvolvimento rápido da plântula, essa manifestação foi praticamente nula. A ausência do epicótilo foi relatada nas espécies hipogêias e registrada como anormalidade para *Anadenanthera colubrina* e *Erythrina speciosa*. A regra dos 50% dos cotilédones foi eficiente em todas as espécies, exceto para *Astronium fraxinifolium*, onde os cotilédones foram prensados no tegumento da semente.

As espécies florestais possuem plasticidade fenotípica em relação às espécies agrícolas, causadas por fatores genéticos, pelo local do desenvolvimento das mudas, condições edafoclimáticas e sazonalidade (CHAMBEL et al., 2005). Esta característica torna a avaliação em testes de germinação diferenciada. Outro fator relevante entre as espécies florestais e agrícolas é a grande variação morfológica nas sementes, dificultando a definição de condições e técnicas apropriadas para análise de germinação (BRÜNING et al., 2011).

Durante o desenvolvimento das mudas as espécies florestais são retiradas do ambiente controlado dos viveiros e transplantadas em local definitivo. Estes ambientes expõem as mudas a intempéries provenientes de patógenos, herbivoria, alterações

climáticas, competição e fatores antropogênicos (SARMENTO; VILLELA, 2010). A aclimatação é o período mais crítico para o estabelecimento da muda (GARWOOD, 1996; HOFFMANN, 2000; IBARRA MANRÍQUEZ et al., 2001), não havendo garantias em seu desenvolvimento no campo, somente ocorrendo em sua formação nos viveiros de acordo com os resultados laboratoriais.

Nas Figuras 5 a, b, c, d, constatam-se anormalidades no sistema radicular, sem dúvida alguma. Já nas Figuras 6 b, c, d, com aumento do tempo final das avaliações, podem ocorrer o desenvolvimento das raízes secundárias e por adaptação uma delas assumir a função de raiz principal, visto que os tecidos apresentam boas chances de restabelecimento por apresentar aparência saudável. O mesmo ocorre nas Figuras 7 b, 7d. Essas anormalidades foram possivelmente causadas pela pressão do papel.

O enovelamento de raízes foi observado em espécies criptocotiledonar, por estarem presas ao tegumento e sugere que em substrato próprio poderiam desprender-se, gerando plântula normal (Figuras 8 a, b, c, d, e). Outra causa habitual ocorre em detrimento da pressão exercida pelo papel nos rolos de germinação. As sementes geralmente são grandes e seu crescimento fica limitado em razão do espaço e tempo. Figuras 9, 10, 11, 12; respectivamente (ANDRADE E PEREIRA, 1994).

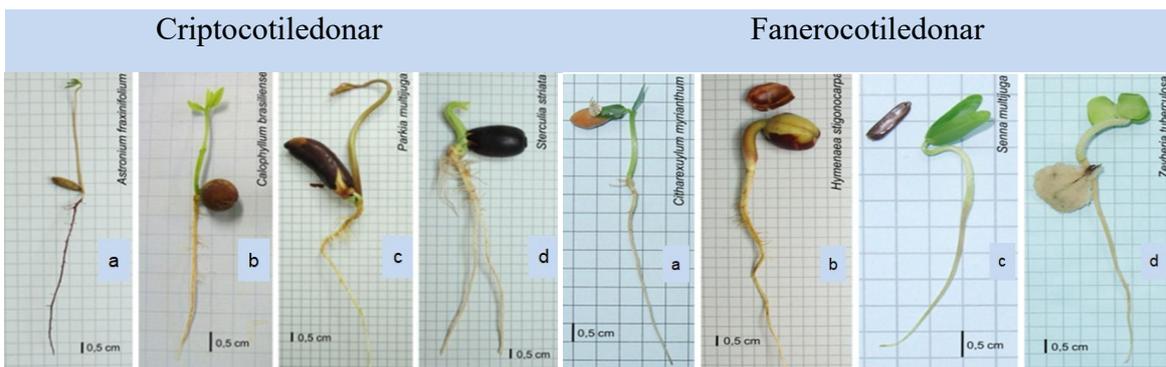


Figura 1 a, b, c, d

Figura 2 a, b, c, d



Figura 3 a, b, c, d

Figura 4 a, b, c, d

Danificadas- Sistema radicular

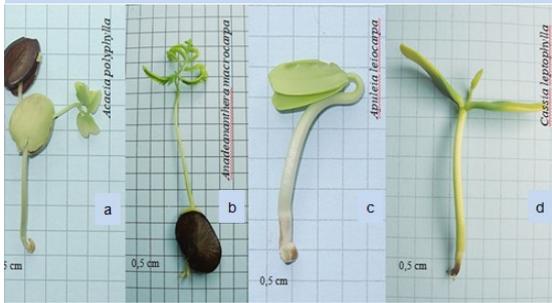


Figura 5 a,b,c,d

Danificadas- Sistema radicular



Figura 6 a,b,c,d

Danificadas- Sistema radicular

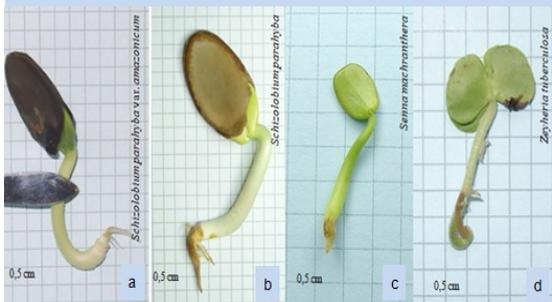


Figura 7 a,b,c,d

Danificadas- Sistema radicular

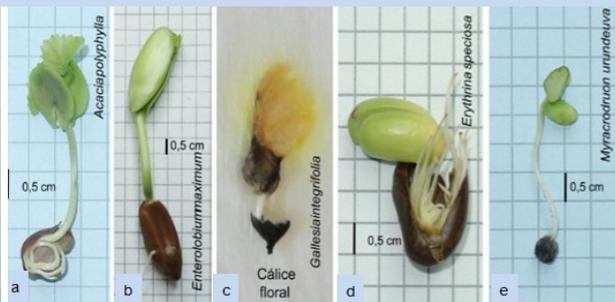


Figura 8 a,b,c,d,e

Danificadas- Sistema radicular

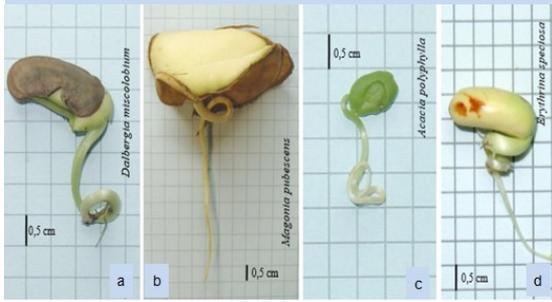


Figura 9 a,b,c,d

Danificadas- Sistema radicular



Figura 10 a,b,c,d

Danificadas- Sistema radicular

Danificadas- Sistema radicular

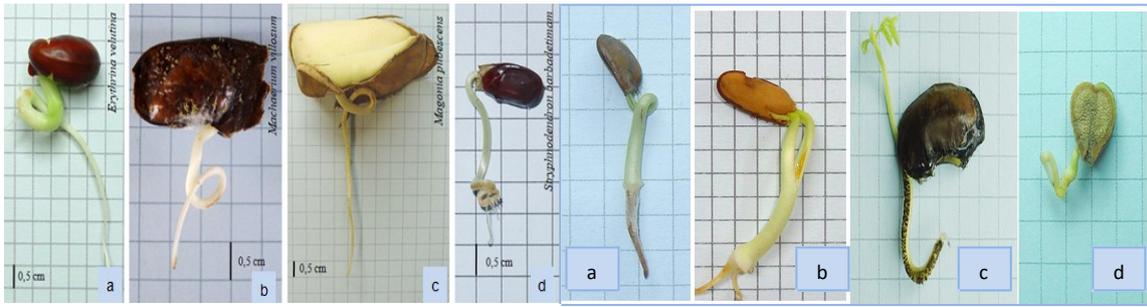


Figura 11 a,b,c,d

Figura 12 a,b,c,d

#### 4- Conclusão

Os parâmetros de anormalidades da raiz principal em plântulas nos testes de germinação são eficientes em plântulas normais, no entanto requerem maiores estudos quanto às anormalidades do sistema de raízes.

## **5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T.S., Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro - *cedrela odorata* . (meliaceae) **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 16, no 1, p. 34-40, 1994.

ARAUJO, S.S.; MATOS, V.P., Morfologia de sementes de *Cassia fistula* L. **Revista Árvore** set-dez. 1991.

BEWLEY, D.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. New York: Plenum, 1994. 467p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1002-8>

BRASIL. Ministério da Agricultura pecuária e abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura pecuária e abastecimento. **Sistema nacional de sementes e mudas**- LEI Nº 10.711, Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura pecuária e abastecimento. **Sistema nacional de sementes e mudas**. Decreto nº 5.153, Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2004.

DUCKE, A. Notas da flora neotropical – II. As leguminosas da Amazônia brasileira. 2.ed. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**. Belém, n.18, p.48-65, 1949.

FERREIRA, R.A., BOTELHO, S.A., DAVIDE, A.C., MALAVASI, M.M., Morfologia de frutos, Sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* benth. - faveira (Leguminosae-caesalpinioideae. *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.24, n.3, p.303-309, set. 2001.

GUEDES, R.A., ALVES, E.U. , GONÇALVES, E.P. , JÚNIOR, J.M.B. , VIANA, J.S., COLARES, P.N.Q., Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.57-64, 2010.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **ISTA Handbook on seedling evaluation**. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2006.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **ISTA Handbook on seedling evaluation**. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2006.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **ISTA Method validation for seed testing**. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2014.

[http://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA\\_Method\\_Validationfor\\_SeedTesting-V1.01.pdf](http://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA_Method_Validationfor_SeedTesting-V1.01.pdf).

LIMA, R. V.; LOPES, J. C.; COELHO, R. I. Germinação de sementes de urucu em diferentes temperaturas e substratos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.4, p.1219-1224, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400041>

LOBO, G. A., SANTANA, D. G., SALOMÃO, A. N., REHBEIN, L. S., WIELEWICK, A. P., A technological approach to the morphofunctional classification of seedlings of 50 Brazilian forest species. **Journal of Seed Science**, v.36, n.1, p.087-093, 2014.

MARTINS-CORDER, M.P.; JUNIOR, N.B. Desinfestação e quebra de dormência de sementes de *Acacia mearnsii* DE WILD. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 1-7., 1999. <https://doi.org/10.5902/19805098380>

Melo, F.F., Varela, V.P., Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da amazônia. . *Dinizia excelsa ducke* (angelimpedra).e *Cedrelinga catenaeformis ducke* (cedrorana) - leguminosae: Mimosoideae. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, nº 1, p.54-62, 2006.

MELO, M. F. F., VARELA. V. P., Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da amazônia. i. *dinizia excelsa ducke* (angelimpedra). ii *cedrelinga catenaeformis ducke* (cedrorana) - leguminosae: mimosoideae. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, nº 1, p.54-62, 2006.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000100008><https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000100008>

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1.

OLIVEIRA, E.C. Morfologia de plântulas. In: PINÃ RODRIGUES, F.C.M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.15-24.

PATRICIO, F.R.A.; BORIN, R.B.R.G.; ORTOLANI, D.B. Patógenos associados a sementes que reduzem a germinação e vigor. In **Patógenos em Sementes: Detecção, Danos e Controle Químico**. (Ed. J.O.M. Menten) pp. 137-160, 1995.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 128p.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: USP, v.2, 1979. 374p.

VIEIRA R.D.; CARVALHO N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.