



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

**MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DAS ESPÉCIES
DE *ARACHIS* (FABACEAE)**

GISELLE DE MOURA CARPES

Brasília – DF

Março de 2010

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DAS ESPÉCIES
DE *ARACHIS* (FABACEAE)**

GISELLE DE MOURA CARPES

ORIENTADOR: JOSÉ FRANCISCO MONTENEGRO VALLS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BOTÂNICA

**BRASÍLIA/ DF
MARÇO/ 2010**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *ARACHIS*
(FABACEAE)**

GISELLE DE MOURA CARPES

**Dissertação de mestrado apresentada à
Coordenação do Programa de Pós-
graduação em Botânica, como requisito
parcial para obtenção do título de mestre
em Botânica.**

**BRASÍLIA/ DF
MARÇO/ 2010**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *ARACHIS*
(FABACEAE)**

GISELLE DE MOURA CARPES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E BOTÂNICA (INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS) DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM BOTÂNICA.

José Francisco Montenegro Valls, Dr., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Orientador)

Maria Magaly Velloso da Silva Wetzel, Dr^a, (Examinador externo)

Regina Célia de Oliveira, Dr^a, Universidade de Brasília- UnB (Examinador interno)

Fabian Borghetti, Dr., Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Botânica- UnB (Suplente)

BRASÍLIA – DF, 09 DE MARÇO DE 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Carpes, Giselle de Moura

Morfologia da Germinação das Espécies de *Arachis* (Fabaceae). / Giselle de Moura Carpes; orientação de José Francisco Montenegro Valls – Brasília, 2010.

90 p.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Instituto de Ciências Biológicas, 2010.

1. *Arachis*. 2. Morfologia de plântulas. 3. Germinação I. Valls, J. F. M. II. Dr.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARPES, G.M. **Morfologia da Germinação das Espécies de *Arachis* (Fabaceae).**

Brasília: Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, 2010, 90 p.

Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Giselle de Moura Carpes

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Morfologia da Germinação das Espécies de *Arachis* (Fabaceae).

GRAU: Mestre

ANO: 2010

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Giselle de Moura Carpes

Aos meus amados filhos, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o alcance deste objetivo...

Aos meus amigos e amigas próximos e distantes, em especial Alice, Gabi, Reji e Rô, que conheci em Brasília e logo tornaram-se minha segunda família.

Às minhas queridas primas Luty e Nina, que me acolheram com muito carinho.

Aos meus filhos, que estiveram suportando comigo as eventuais adversidades e esforços que o mestrado pode vir a acarretar.

Ao meu orientador José Francisco Montenegro Valls, por ter sido paciente, compreensivo e até paterno. Sua ajuda foi mais que fundamental para elaboração e conclusão deste trabalho. Agradeço reverencialmente seus conselhos e sua amizade.

A Universidade de Brasília e a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, pelo apoio institucional.

A Capes e ao Generation Challenge Programme, pelo apoio financeiro fundamental para realização deste trabalho.

Muito obrigada!

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	xvi
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivos específicos	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Processo básico de germinação no gênero <i>Arachis</i>	26
5.1.1 Intumescimento das sementes e emissão da radícula	26
5.1.2 Abertura dos cotilédones	28
5.1.3 Desenvolvimento de raízes secundárias e alongamento do epicótilo	29
5.1.4 Tipo de germinação	31
5.1.5 Gemas cotiledonares	33
5.1.6 Primeiro e segundo par de folhas	33
5.1.7 Ramos cotiledonares	34
5.1.8 Ramos ortogonais	35
5.1.9 Desenvolvimento e estabelecimento o eixo principal	36
5.2 Diagrama da germinação básica da plântula e suas variações pontuais	38

5.2.1 Alongamento de entrenós	39
5.2.2 Bloqueio do alongamento de entrenós	41
5.3 Modelo básico para o gênero <i>Arachis</i> x modelo <i>A. hypogaea</i>	43
5.4 Variações seccionais e específicas	44
5.4.1 Secção <i>Trierectoides</i>	44
5.4.2 Secção <i>Erectoides</i>	47
5.4.3 Secção <i>Extranervosae</i>	51
5.4.4 Secção <i>Triseminatae</i>	53
5.4.5 Secção <i>Heteranthae</i>	57
5.4.6 Secção <i>Caulorrhizae</i>	62
5.4.7 Secção <i>Procumbentes</i>	65
5.4.8 Secção <i>Rhizomatosae</i>	69
5.4.9 Secção <i>Arachis</i>	72
6. CONCLUSÕES	82
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXO 1	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Atual alocação das espécies de <i>Arachis</i> nas secções propostas por Krapovickas & Gregory, 1994 e Valls & Simpson, 2005; com alterações sugeridas por Valls (2006).....	7
Tabela 2: Acessos utilizados com as espécies e suas respectivas secções, segundo Krapovickas & Gregory, 1994; Valls & Simpson, 2005 e Valls, 2006.....	23
Tabela 3: Espécies de <i>Arachis</i> e seus respectivos tipos de germinação segundo classificação de Duke & Polhill (1981). Algumas espécies, em negrito, apresentam mais de um tipo de germinação.....	32
Tabela 4: Espécies da secção <i>Trirectoides</i> . Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.....	44
Tabela 5: Espécies da secção <i>Erectoides</i> . Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.....	50
Tabela 6: Espécies da secção <i>Extranervosae</i> . Relaciona entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.....	53
Tabela 7: Espécies da secção <i>Triseminatae</i> . Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.....	57

Tabela 8: Espécies da secção *Heteranthae*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo..... 62

Tabela 9: Espécies da secção *Caulorrhizae*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo..... 65

Tabela 10: Espécies da secção *Procumbentes*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo..... 68

Tabela 11: Espécies da secção *Rhizomatosae*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo..... 72

Tabela 12: Espécies da secção *Arachis*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo..... 79

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** **A)** *Arachis hypogaea*, mostrando fruto bisseminado e com branda constrição. **B)** Típico fruto catenado da espécie silvestre *A. interrupta* (V 13082), mostrando istmo entre o segmento unisseminado já maduro e o novo segmento unisseminado em formação..... 16
- Figura 2.** *Arachis appressipila* (V 9077), mostrando as folhas ainda presas por um segmento de fruto. Istmo e um segmento de fruto contendo a semente não germinada evidentes..... 18
- Figura 3.** *Arachis ipaënsis* (K 30076), sementes apresentando intumescimento e protrusão da radícula..... 27
- Figura 4.** **A)** *Arachis pintoii* (W 647) mostrando desprendimento de tegumento e início da abertura dos cotilédones. **B)** *A. benensis* (K 35005), com desprendimento de tegumento e colo pronunciado..... 27
- Figura 5.** Indivíduos de *Arachis triseminata* (W 144), com diferenciação de colo evidente e hipocótilo clorofilado alongado..... 28
- Figura 6.** **A)** *Arachis triseminata* (W 144) mostrando a plúmula antes da abertura total dos cotilédones e pecíolo cotiledonar. **B)** *Arachis palustris* (V 13023) com cotilédones abertos e folha inicial ainda não expandida. **C)** *Arachis interrupta* (V 13082) mostrando plúmula, abertura dos cotilédones e aurículas cotiledonares..... 29
- Figura 7.** *Arachis paraguariensis* (V 7677), em estágio de desenvolvimento apresentando folíolos, epicótilo alongado e raízes secundárias abundantes..... 30
- Figura 8.** **A)** *Arachis lignosa* (V 13570) com primeiro par de folhas, epicótilo alongado e raízes secundárias abundantes. **B)** Detalhe de uma plântula de *A. lignosa* (V 13570), mostrando primeiro par de folhas e epicótilo de comprimento proporcional ao do hipocótilo, de aspecto glabro e esverdeado..... 30
- Figura 9.** **A)** *Arachis paraguariensis* (V 7677), germinação fanero-hipógea. **B)** *A. schininii* (V 9923), com germinação fanero-gea. **C)** *A. triseminata* (V 13080), com germinação fanero-epígea..... 32
- Figura 10.** **A)** *Arachis monticola* (V 14165) e **B)** *A. glandulifera* (V 14730), ambas apresentando gemas cotiledonares..... 33
- Figura 11.** *Arachis* (sect. *Arachis*) sp. (V 13736) mostrando o primeiro par de folhas de filotaxia oposta e demais folhas de filotaxia alterna..... 34

- Figura 12.** *Arachis palustris* (V 14994) com ramos cotiledonares na axila dos cotilédones..... 35
- Figura 13.** *Arachis giacomettii* (V 15155) com ramos cotiledonares de filotaxia alterna dística..... 35
- Figura 14.** *Arachis pintoii* (V 5895) com ramos ortogonais na axila do primeiro par de folhas..... 36
- Figura 15.** *Arachis* (sect. *Arachis*) sp. mostrando eixo principal com filotaxia espiralada (2/5), em que a sexta folha alterna irá recair sobre o mesmo ângulo de inserção da primeira no eixo..... 37
- Figura 16.** Esquema “padrão” de uma plântula de *Arachis*, baseado na morfologia mais freqüentemente encontrada entre as espécies. O desenho “A” refere-se a uma hipotética planta ancestral, onde todos os entrenós (em vermelho) são alongados. O desenho “B” representa o encurtamento de entrenós sofrido evolutivamente pelas plantas..... 38
- Figura 17.** Esquema baseado em duas plantas individuais de A) *Arachis pintoii* (W 647) e uma planta de B) *A. decora* (V 13430), que apresentaram entrenó alongado entre cotilédones, sendo consideradas exceções ao modelo padrão de plântula..... 40
- Figura 18.** Diagrama mostrando alongamento do entrenó existente entre o primeiro par de folhas. **A)** Indivíduo de *Arachis interrupta* (V 13082) com entrenó alongado, possuindo filotaxia alterna. **B)** Plântulas do mesmo acesso de *Arachis interrupta* (V 13082), do qual apenas um dos sete indivíduos apresentou alongamento de entrenó. **C)** Indivíduo de *Arachis dardani* (V 8471) com entrenó alongado, possuindo filotaxia alterna. **D)** Plântulas do mesmo acesso de *Arachis dardani* (V 8471), três dos cinco indivíduos apresentaram alongamento do entrenó entre a primeira e a segunda folha..... 41
- Figura 19.** Esquema relativo a uma plântula de *Arachis simpsonii* (V 13728), que apresentou encurtamento de entrenó entre o segundo par de folhas, dando-lhes aspecto de opostas..... 42
- Figura 20.** *Arachis guaranitica* (V 13600), mostrando: **A)** Germinação fanero-hipógea. **B)** Germinação fanero-hipógea com pecíolos evidentes: enquanto os pecíolos encontram-se nivelados à superfície, os cotilédones estão abaixo do solo..... 45
- Figura 21.** *Arachis guaranitica* (V 7704), mostrando pecíolos evidentes antes e depois de ter o substrato removido com ajuda de água. Após a remoção do solo os cotilédones, até então enterrados, puderam ser observados..... 45

- Figura 22.** **A)** *Arachis guaranítica* (V 7704), mostrando as duas primeiras folhas semelhantes e de maior largura, a terceira um pouco mais estreita e a quarta com folíolos lineares muito estreitos. **B)** *A. tuberosa* (V 14632), cujas folhas são similares ao primeiro par de *A. guaranítica*..... 46
- Figura 23.** **A)** *Arachis* (sect. *Erectoides*) sp (V 14636) e **B)** *A. paraguariensis* (V 7677), mostrando: aurículas, pecíolos cotiledonares, colo dilatado, hipocótilo sem antocianina e cotilédones planos..... 48
- Figura 24.** **A)** *Arachis* (sect. *Erectoides*) sp (V 14636), com epicótilo piloso e antocianosado. **B)** *Arachis paraguariensis* (V 13556), com hipocótilo sem antocianina..... 49
- Figura 25.** **A)** *Arachis burchellii* (V 13021) e **B)** *A. macedoi* (Sv 10968), ambos mostrando germinação hipógea..... 51
- Figura 26.** *Arachis villosulicarpa* (H 490) **A)** Colo dilatado. **B)** Epicótilo muito alongado. **C)** Detalhe mostrando a pilosidade do epicótilo, aurícula cotiledonar e cotilédone plano..... 52
- Figura 27.** **A)** *Arachis triseminata* (W 144) mostrando dilatação do colo. **B)** e **C)** *A. giacomettii* (V 15155), hipocótilo glabro e longo, epicótilo glabro e curto. **D)** *A. triseminata* (V 13080), evidenciando a curta extensão do epicótilo, aparentando que os pecíolos das primeiras folhas partem direto dos ramos cotiledonares..... 55
- Figura 28.** **A)** *Arachis giacomettii* (V 15155) com inserção subpeltada dos cotilédones. **B)** *A. triseminata* (W 144) mostrando cotilédones com sulcos ramificados..... 56
- Figura 29.** Planta individual anômala de *Arachis triseminata* (W 144). Primeiras folhas dos ramos cotiledonares com apenas um folíolo. A primeira folha (eófilo) do eixo principal também possuindo apenas um folíolo, em contraste com as demais folhas da planta (todas com quatro folíolos)..... 56
- Figura 30.** **A)** *Arachis dardani* (V 8471) com curtos pecíolos cotiledonares. **B)** *A. interrupta* (V 13082) com pecíolos cotiledonares mais longos que os cotilédones..... 58
- Figura 31.** **A)** *Arachis pusilla* (Sv 8436), **B)** *A. seridoënsis* (V 10969) e **C)** *A. sylvestris* (V 6001) evidenciando a pilosidade do epicótilo..... 59
- Figura 32.** *Arachis interrupta* (V 13082) mostrando grande extensão do hipocótilo, muitas vezes superior ao comprimento do epicótilo..... 59

- Figura 33.** **A)** *Arachis pusilla* (Sv 8436) e **B)** *A. seridoënsis* (V 10969), ambas com concaulescência de gemas cotiledonares em direção às primeiras folhas..... 60
- Figura 34.** *Arachis seridoënsis* (V 10969), com ramos cotiledonares inseridos aparentemente no mesmo nível onde as gemas axilares do primeiro par de folhas estão se desenvolvendo..... 60
- Figura 35.** **A)** *Arachis pintoii* (W 34b), com hipocótilo e epicótilo glabros e sem antocianina. **B)** *A. pintoii* (G 12787) mostrando aurículas cotiledonares, pecíolos e cotilédones planos..... 63
- Figura 36.** Indivíduos de *Arachis pintoii* (V 5895) mostrando germinação de tipo fanerogea..... 64
- Figura 37.** **A)** *Arachis appressipila* (G 10002) com pigmentação do hipocótilo. **B)** *A. appressipila* (V 15099) com epicótilo antocianosado..... 66
- Figura 38.** **A)** *Arachis appressipila* (G 10002), **B)** *A. hassleri* (Sv 3818) e **C)** *A. rigonii* (G 10034), todas espécies apresentando longo comprimento dos pecíolos foliares..... 67
- Figura 39.** *Arachis appressipila* (V 15092). **A)** Primeiro dia de observação - hipocótilo com a curvatura típica de plantas epígeas, em que a barreira natural do solo precisa ser rompida para elevação dos cotilédones. **B)** Ainda no primeiro dia de observação, detalhe frontal. **C)** Segundo dia de observação - hipocótilo visivelmente alongado, levando os cotilédones até a superfície do solo..... 68
- Figura 40.** Sementes de *Arachis glabrata* (V 14538), cuja germinação não passou da fase de alongamento radicular..... 69
- Figura 41.** *Seedling* de *Arachis burkartii* (V 15265) evidenciando os longos pecíolos cotiledonares..... 70
- Figura 42.** **A)** *Arachis burkartii* (V 15260) mostrando curto epicótilo. **B)** *Arachis burkartii* (V 15265) com cotilédones acanalados..... 70
- Figura 43.** Folhas iniciais alternas em *Arachis burkartii* (V 15265)..... 71
- Figura 44.** **A)** *Arachis microsperma* (V 14042), **B)** *A. hypogaea* var. *hypogaea* (V 12548), **C)** *A. praecox* (V 14682) e **D)** *A. palustris* (V 13023), todas com pecíolo cotiledonar curto..... 73

- Figura 45.** **A)** *Arachis duranensis* (V 14167), **B)** *A. glandulifera* (V 14730), **C)** *A. monticola* (Sj 2775) e **D)** *A. stenosperma* (V 10309), todas apresentando alargamento da base do hipocótilo..... 74
- Figura 46.** **A)** *Arachis valida* (V 13514) mostrando superfície cotiledonar interna plana. **B)** *A. schininii* (V 9923) com superfície acanoada..... 75
- Figura 47.** **A)** *Arachis magna* (V 13751), **B)** *A. ipaënsis* (K 30076) e **C)** *A. hypogaea* var. *hirsuta* (Mf 1538), todas apresentando cotilédones antocianosados..... 75
- Figura 48.** **A)** *Arachis hypogaea* var. *hirsuta* (Mf 1538) mostrando hipocótilo e epicótilo com presença de antocianina. **B)** *A. diogoi* (Vp 5000) com epicótilo antocianosado..... 76
- Figura 49.** *Arachis ipaënsis* (K 30076) mostrando comprimento do epicótilo superior ao do hipocótilo..... 77
- Figura 50.** **A)** *Arachis kuhlmannii* (V 6404), germinação fanero-hipógea (cotilédones não estão visíveis). **B)** *Arachis simpsonii* (V 13710), germinação fanero-hipógea e fanero-gea (com cotilédones no nível do solo. **C)** *Arachis batizocoi* (K 9484), com germinação fanero-gea (cotilédones aparecem no nível do solo). **D)** *Arachis benensis* (K 35005), com germinação fanero-gea (cotilédones no nível do solo) e fanero-epígea (com elevamento dos cotilédones acima do solo, em decorrência do alongamento do hipocótilo)..... 78

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

% – porcentagem

°C – graus Celsius

g – grama

Kg – kilograma

mL – mililitro

mp – megapixel

N – Newton

pH – potencial de hidrogênio

RESUMO

Morfologia da germinação das espécies de *Arachis* (Fabaceae).

Tendo em vista o grande potencial econômico do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e seus parentes silvestres, o conhecimento a respeito do gênero *Arachis* L. tem sido aprofundado nas últimas décadas. Os estudos taxonômicos que vêm sendo conduzidos, têm-se baseado em relações de cruzabilidade, biologia molecular, distribuição geográfica e morfologia da planta adulta. No entanto, estudos da morfologia de plântulas das espécies silvestres de *Arachis* nunca foram explorados, embora possam aportar novas características diagnósticas para o conhecimento mais profundo do gênero. As espécies de *Arachis* mostram adaptações morfológicas muito diversas, algumas destas perceptíveis durante o desenvolvimento inicial das plântulas. Caracteres como a presença de aurículas e pecíolos cotiledonares e a filotaxia do eixo principal e dos ramos cotiledonares não apresentaram variação entre as secções. A supressão do alongamento do entrenó cotiledonar e daquele situado entre as duas primeiras folhas, bem como o alongamento normal dos demais não apresentaram variações significativas, mostrando-se apenas casos pontuais. Algumas variações apresentaram-se como peculiares de determinadas secções ou espécies, como as folhas trifolioladas e ausência de ramos cotiledonares, ortogonais e/ou laterais (*Trirectoides*), longos pecíolos foliares (*Procumbentes*), o formato do hipocótilo e presença de antocianina no cotilédones de algumas espécies (*Arachis*), cotilédones com sulcos ramificados em *A. triseminata* (*Triseminatae*) e o “escorrimento” de gemas cotiledonares em todos os indivíduos de *A. pusilla* e *A. seridoënsis* (*Heteranthae*). *Trirectoides*, *Erectoides*, *Extranervosae*, *Triseminatae*, *Caulorrhizae* e *Rhizomatosae* apresentaram relativa homogeneidade de caracteres. A secção *Arachis* mostrou grandes variações, fato que atribuímos ao grande número de espécies abrangidas em seu domínio e

a ser esta a secção adaptada a mais ambientes distintos. A secção *Procumbentes* mostrou-se a mais homogênea, enquanto *Heteranthae* apresentou as mais distintas variações. É possível que esta secção não seja monofilética e seus elementos tenham derivado de secções distintas, apenas evoluindo de modo morfológicamente convergente para se adaptarem às condições semi-áridas do Nordeste brasileiro, onde se concentra sua ocorrência.

Palavras chave: amendoim, morfologia de plântulas, germinação.

ABSTRACT

Seed germination morphology in *Arachis* (Fabaceae) species.

Due to the great economic potential of the peanut (*Arachis hypogaea* L.) and its wild relatives, scientific knowledge on the genus has been deepened in the last decades. Taxonomic studies so far undertaken have been based on crossing relationships, molecular biology, geographic distribution, and morphological features of mature plants. However, studies of seedling morphology of wild *Arachis* species have never been explored, although they can provide new diagnostic characteristics for a better understanding of the genus. Wild *Arachis* species show very diverse morphological adaptations, some of which can be noticed in the seedling phase. Characters such as the presence of cotyledonary auricles and petioles, and the phyllotaxis of the main stem and cotyledonary branches did not vary between sections. Lack of elongation of the cotyledonary internode and of the one between the first and second leaves, as well as the normal elongation of the remaining internodes did not show significant variation, only a few scattered cases occurring. Some examples of variation have shown to be peculiar to determined sections or species, as the trifoliolate leaves and the absence of cotyledonary, orthogonal and/or lateral branches (*Trirectoides*), long leaf-petioles (*Procumbentes*), the shape of the hypocotyl and the presence of anthocyanins in the cotyledons of some species (*Arachis*), cotyledons with branched grooves in *A. triseminata*, and the upward displacement of the cotyledonary buds in all individual seedlings of *A. pusilla* and *A. seridoënsis* (*Heteranthae*). *Trirectoides*, *Erectoides*, *Extranervosae*, *Triseminatae*, *Caulorrhizae*, and *Rhizomatosae* have shown a relative homogeneity of characters. Section *Arachis* has shown a broad variation, a fact that can be attributed to the great number of species it contains, as well as to this being a section adapted to many distinct environments. Section *Procumbentes* is the most homogeneous, while *Heteranthae* has

shown the most distinct variations. It is possible that this section is not monophyletic, and that its elements have derived from distinct sections, just evolving in a morphologically convergent mode to adapt to the semi-arid conditions of the Brazilian Northeast, where its occurrence is concentrated.

Key words: peanut, seedling morphology, germination

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Arachis* L. pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae. A primeira espécie descrita foi o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), em 1753. Somente após 88 anos, foram descritas por Bentham (1841) as cinco primeiras espécies silvestres. Embora as descrições que seguiram tenham sido importantes, por se tratar dos primeiros estudos sobre a taxonomia do gênero, algumas espécies foram inadequadamente designadas com o mesmo nome, enquanto diferentes nomes foram usados para exemplares da mesma espécie (Krapovickas & Gregory, 1994). Segundo Ramos (2007), estas interpretações errôneas ocorriam “*porque as descrições eram baseadas apenas em exsicatas, quase sempre coletadas sem as partes subterrâneas, de grande valor diagnóstico no gênero*”.

Compilando as espécies descritas no decorrer dos seguintes anos, Hoehne publicou uma revisão do gênero em sua obra Flora Brasílica (1940). Outra revisão foi elaborada por Hermann, em 1954, esta baseada no rearranjo de chaves de identificação, fundamentalmente, para as mesmas espécies de *Arachis* conhecidas até então, com citação de exemplares adicionais. Somente em 1994, com a monografia de Krapovickas & Gregory, o gênero foi substancialmente ampliado, com a adição de 44 espécies novas. Além desta fundamental contribuição, os autores propuseram a organização sistemática das espécies de *Arachis*, alocando-as em nove secções taxonômicas distintas.

As secções propostas (*Trirectoides* Krapov. & W.C.Greg., *Erectoides* Krapov. & W.C.Greg., *Extranervosae* Krapov. & W.C.Greg., *Triseminatae* Krapov. & W.C.Greg., *Heteranthae* Krapov. & W.C.Greg., *Caulorrhizae* Krapov. & W.C.Greg., *Procumbentes* Krapov. & W.C.Greg., *Rhizomatosae* Krapov. & W.C.Greg. e *Arachis*) demonstram a grande heterogeneidade existente no gênero, já que os diferentes ambientes a que as espécies estão relacionadas influenciaram diretamente sua evolução morfológica. Embora

ilustrem de modo satisfatório um agrupamento de espécies que possuem caracteres semelhantes, os avanços no conhecimento adquiridos nas últimas décadas, pela coleta de dados e exemplares exigem alguns reajustes no âmbito das secções e das espécies que as compõe (Valls, 2006; Rodrigues, 2006).

Descrições mais recentes foram publicadas por Valls & Simpson (2005), enriquecendo, com onze novas espécies, seis das secções taxonômicas antes propostas. Atualmente, são conhecidas 83 espécies, 80 delas efetivamente publicadas, enfatizando o brilhante salto nos estudos relativos ao gênero *Arachis* desde 1994.

Tendo em vista o grande potencial econômico do amendoim e seus parentes silvestres, tanto no âmbito de produção de grãos, quanto para a formação de pastagens, ornamentação, controle de erosão e fixação de nitrogênio (Rodrigues, 2006; Valls, 2005), explica-se o grande progresso obtido em seus estudos nas últimas décadas.

Das 80 espécies descritas de *Arachis*, 65 ocorrem no Brasil e 46 são exclusivas do país, o que realça a importância ecológica deste componente relevante da biodiversidade brasileira e exclusivo da biodiversidade sul-americana (Valls, 2005; 2006).

O gênero *Arachis* também vem sendo estudado com intensidade crescente, graças ao potencial demonstrado por algumas de suas espécies silvestres para o melhoramento do amendoim (Fávero, 2004; Fávero *et al.* 2006). A utilização de espécies silvestres para os fins de hibridação com o amendoim cultivado tem sido objeto de inúmeros trabalhos recentes, pois a introgressão de genes de resistência a doenças tem enorme valor fitotécnico, que resulta em grande interesse econômico. Para que atenda a tais fins, a elucidação de um quadro taxonômico devidamente fundamentado, interligando e esclarecendo relações entre todas as espécies de *Arachis* atualmente conhecidas torna-se de suma importância.

Atualmente, o gênero *Arachis* é considerado satisfatoriamente conhecido no que diz respeito aos caracteres taxonômicos, morfológicos, citogenéticos, moleculares e fitopatológicos das espécies que o compõe (Valls, 2005, 2006; Ramos, 2007; Seijo *et al.*, 2007; Lavia & Fernández, 2009; Fávero *et al.*, 2009; Lavia *et al.*, 2009)

Embora a localização sistemática das espécies nas distintas secções do gênero tenha tido como fundamentação a similaridade de aspectos morfológicos e citogenéticos, aliados às informações sobre a viabilidade do grão de pólen de híbridos intraespecíficos (Krapovickas & Gregory, 1994), o avanço do conhecimento do gênero nas últimas décadas, pela coleta de dados e exemplares em áreas pouco exploradas e pelo crescente aporte de resultados citogenéticos (Fernández & Krapovickas, 1994; Lavia, 1999; Peñaloza, 2000; Peñaloza & Valls, 2005; Tallury *et al.*, 2005) ainda exige aprofundamento.

Os estudos taxonômicos que vêm sendo conduzidos, têm-se baseado em relações de cruzabilidade, biologia molecular, distribuição geográfica e morfologia da planta adulta. No entanto, estudos da morfologia de plântulas de espécies de *Arachis* nunca foram explorados com a intenção de permitir inferências sobre sua taxonomia e evolução.

O conhecimento do processo de germinação das sementes de espécies de *Arachis* é restrito, havendo dados apenas sobre *A. hypogaea*, espécie cuja morfologia da germinação foi descrita brevemente por De Candolle, em 1825, e com maior riqueza de detalhes por Yarbrough, em 1949 e 1957.

Embora os estudos da germinação das sementes de leguminosas venham sendo intensificados nas últimas décadas (Duke & Polhill, 1981; Oliveira, 1999, 2001; Nemoto & Ohashi, 1993; Rodrigues & Tozzi, 2007, 2008; Amorin *et al.*, 2008), não há trabalhos dedicados à descrição da germinação de espécies silvestres de *Arachis* na literatura.

Considera-se de extrema importância a análise apurada deste grupo de espécies no contexto de busca do conhecimento da biodiversidade brasileira, compromisso nacional derivado da adesão pelo Brasil à Convenção da Biodiversidade Biológica (Coradin, 2006).

O presente trabalho tratou de abordar, através da análise das características das plântulas, a diversidade entre as espécies do gênero *Arachis*, relacionando os caracteres variáveis com a diversificação taxonômica das secções e espécies e apontando semelhanças e/ou disparidades entre indivíduos de uma mesma espécie ou de espécies de uma mesma secção e de secções distintas, no que toca aos processos germinativos das sementes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Arachis é um gênero nativo da América do Sul, com centro de origem no Brasil Central e Paraguai (Gregory *et al.*, 1980). Abrigando espécies representativas das nove seções taxonômicas, o Brasil é uma grande fonte de diversidade genética. Das 80 espécies descritas, 46 são exclusivas do país (Valls & Peñaloza, 2006). Quatro das seções são endêmicas, apontando o país como único provedor potencial de seu germoplasma (Valls, 2005). Seguindo o Brasil, estão a Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai, abrigando respectivamente 18, 16, 6 e 2 espécies, além de *A. hypogaea*.

O centro de diversidade do gênero está localizado no Planalto Central Brasileiro (Gregory *et al.*, 1980; Hammons, 1994). A área de ocorrência natural do gênero *Arachis* vai da costa do Oceano Atlântico até o sopé da Cordilheira dos Andes e desde a Ilha de Marajó até o sul do Uruguai.

A coleta de germoplasma tem sido conduzida de forma disciplinada nos últimos 40 anos, e através da colaboração entre pesquisadores envolvidos, cerca de 1500 acessos obtidos vem sendo mantidos viáveis (Valls, 2005). A conservação *ex situ* é realizada por sementes periodicamente multiplicadas e/ou plantas vivas mantidas em vasos, cujos números são muito variáveis por espécie e por acesso (Stalker & Simpson, 1995).

Sendo a América do Sul detentora da grande diversidade de espécies, e tendo em vista todo o interesse agrícola que o amendoim cultivado (*A. hypogaea*) exerce na economia, é grande a responsabilidade da comunidade científica, no que diz respeito a projetos de coleta, caracterização e conservação de acessos.

Com a intensificação das atividades de pré-melhoramento do amendoim, a busca de espécies silvestres, potenciais fornecedoras de genes de resistência a algumas

enfermidades da cultura, tem despertado um maior interesse por essas espécies. Allem & Valls, em 1987, destacaram a importância forrageira do gênero *Arachis* no Pantanal. Estes mesmos autores ainda relatam que na grande área de ocorrência das espécies de *Arachis*, estas possuem, pela densidade e pelo grande volume de forragem, papel fundamental de excelência para a produção de forragem a partir de pastagens naturais, como também afirmaram Otero (1941) e Hoehne (1940).

Desde então, a importância forrageira das espécies de *Arachis* foi crescentemente reconhecida, dando margem à produção de literatura específica (Cook & Crosthwaite, 1994; Kerridge & Hardy, 1994; Paganella & Valls, 2002) e levando à liberação de mais de 10 cultivares de *A. pintoi* Krapov & W.C.Greg e *A. glabrata* Benth. para tal fim (Castro *et al.*, 2007; Angelici *et al.*, 2008).

A localização sistemática das 80 espécies já descritas nas nove distintas seções do gênero *Arachis* (Tabela 1) tem como fundamentação a similaridade de aspectos morfológicos e citogenéticos, aliados às informações sobre a viabilidade do grão de pólen de híbridos intra e interespecíficos (Krapovickas & Gregory, 1994; Valls & Simpson, 2005). O avanço do conhecimento do gênero nas últimas décadas, pela coleta de dados e exemplares em áreas pouco exploradas, como a zona de fronteira do Mato Grosso e Bolívia, e pelo crescente aporte de resultados citogenéticos (Fernández & Krapovickas, 1994; Peñaloza & Valls, 2005, Lavia *et al.*, 2008), sugere a necessidade de reajustes na circunscrição das seções e de algumas das espécies que as compõe, mesmo considerando a modernidade da publicação da monografia de Krapovickas & Gregory (1994).

Tabela 1: Atual alocação das espécies de *Arachis* nas secções propostas por Krapovickas & Gregory, 1994 e Valls & Simpson, 2005; com alterações sugeridas por Valls (2006).

Secções	Espécies
<i>Trirectoides</i>	<i>A. guaranítica</i> Chodat & Hassl. e <i>A. tuberosa</i> Bong. ex Benth.
<i>Erectoides</i>	<i>A. archeri</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. benthamii</i> Handro, <i>A. brevipetiolata</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. cryptopotamica</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. douradiana</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. gracilis</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. hatschbachii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. hermannii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. major</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. martii</i> Handro, <i>A. oteroi</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. paraguariensis</i> Chodat & Hassl., <i>A. porphyrocalyx</i> Valls & C.E.Simpson e <i>A. stenophylla</i> Krapov. & W.C.Greg.
<i>Extranervosae</i>	<i>A. burchellii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. lutescens</i> Krapov. & Rigoni, <i>A. macedoi</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. marginata</i> Gardner, <i>A. pietrarella</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. prostrata</i> Benth., <i>A. retusa</i> Krapov., W.C.Greg. & Valls, <i>A. setinervosa</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. submarginata</i> Valls, Krapov. & C.E.Simpson e <i>A. villosulicarpa</i> Hoehne.
<i>Triseminatae</i>	<i>A. giacomettii</i> Krapov., W.C.Greg., Valls & C.E.Simpson e <i>A. triseminata</i> Krapov. & W.C.Greg.
<i>Heteranthae</i>	<i>A. dardani</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. interrupta</i> Valls & C.E.Simpson, <i>A. pusilla</i> Benth., <i>A. seridoënsis</i> Valls, C.E.Simpson, Krapov. & R.Veiga, <i>A. sylvestris</i> (A.Chev.) A.Chev.
<i>Caulorrhizae</i>	<i>A. pinto</i> Krapov. & W.C.Greg. e <i>A. repens</i> Handro
<i>Procumbentes</i>	<i>A. appressipila</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. chiquitana</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. hassleri</i> Krapov., Valls & C.E.Simpson, <i>A. kretschmeri</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. lignosa</i> (Chodat & Hassl.) Krapov. & W.C.Greg., <i>A. matiensis</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. pflugeae</i> C.E.Simpson, Krapov. & Valls, <i>A. rigonii</i> Krapov. & W.C.Greg. e <i>A. subcoriacea</i> Krapov. & W.C.Greg.
<i>Rhizomatosae</i>	<i>A. burkartii</i> Handro, <i>A. glabrata</i> Benth., <i>A. nitida</i> Valls, Krapov. & C.E.Simpson e <i>A. pseudovillosa</i> (Chodat & Hassl.) Krapov. &

	W.C.Greg.
<i>Arachis</i>	<i>A. batizocoi</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. benensis</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. cardenasii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. correntina</i> (Burkart) Krapov. & W.C.Greg., <i>A. cruziana</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. decora</i> Krapov., W.C.Greg. & Valls, <i>A. diogoi</i> Hoehne, <i>A. duranensis</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. glandulifera</i> Stalker, <i>A. gregoryi</i> C.E.Simpson, Krapov. & Valls, <i>A. helodes</i> Mart. ex Krapov. & Rigoni, <i>A. herzogii</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. hoehnei</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. hypogaea</i> L., <i>A. ipaënsis</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. kempff-mercadoi</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. krapovickasii</i> C.E.Simpson, D.E.Williams, Valls & I.G.Vargas, <i>A. kuhlmannii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. linearifolia</i> Valls, Krapov. & C.E.Simpson, <i>A. magna</i> Krapov., W.C.Greg. & C.E.Simpson, <i>A. microsperma</i> Krapov., W.C.Greg. & Valls, <i>A. monticola</i> Krapov. & Rigoni, <i>A. palustris</i> Krapov., W.C.Greg. & Valls, <i>A. praecox</i> Krapov., W.C.Greg. & Valls, <i>A. schininii</i> Krapov., Valls & C.E.Simpson, <i>A. simpsonii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. stenosperma</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. trinitensis</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. valida</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. vallsii</i> Krapov. & W.C.Greg., <i>A. villosa</i> Benth. e <i>A. williamsii</i> Krapov. & W.C.Greg.

Ainda que estudos recentes tenham apresentado fortes indícios para alertar quanto a uma alocação talvez errônea de algumas espécies, mais pesquisas precisam ser feitas em suporte à proposição de mudanças a partir de uma base de dados contundente. Para tal, todo e qualquer dado que possibilite inferências a respeito da sistemática do grupo servirá para consolidar estas bases.

Com o destaque às técnicas moleculares e genéticas, percebe-se que investigações que levam em conta a morfologia dos indivíduos são escassas. Assim, não é possível analisar aspectos relacionados à filogenia refletidos em sua ontogenia.

É o que acontece no gênero *Arachis*, cujas espécies mostram adaptações morfológicas muito diversas, acumuladas durante a evolução e dispersão do gênero, que resultam de ajustes milenares às condições edáficas e climáticas dos distintos ecossistemas em que se estabeleceram, principalmente nos biomas brasileiros Cerrado e Caatinga e na vegetação chaquenha da Argentina, Paraguai e Bolívia. Algumas destas adaptações morfológicas são perceptíveis durante a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Considera-se, portanto, que a análise da morfologia das plântulas, durante o processo de germinação, pode aportar novas características diagnósticas para o conhecimento mais profundo do gênero.

Dados morfológicos referentes às fases juvenis das plantas em geral são tão importantes quanto escassos na literatura (Oliveira, 2001). West (1968) ressaltou a importância do conhecimento da autoecologia de ervas forrageiras de pastagens, enfatizando a pobreza de dados na área. Esse autor propõe, inclusive, um esquema para este estudo, já considerando a fase de germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas.

Conforme Garwood (1995) a compreensão da morfologia dos estágios mais juvenis das plantas é de suma importância para o entendimento de inúmeros processos ecológicos, tais como sucessão florestal, dispersão e germinação de sementes. Por isso, caracteres morfológicos de plântulas têm sido empregados na sistemática como uma ferramenta útil para a delimitação de grupos em diferentes níveis taxonômicos (Garwood, 1995; Förster, 1997; Tillich, 2003). As espécies de *Arachis* não são típicas de ambientes florestais, mas as observações de Garwood também valem quanto à sucessão em outros ambientes.

A literatura botânica brasileira registra trabalhos de morfologia de plântulas de espécies de mata (Kuniyoshi, 1983; Beltrati *et al.*, 1985; Beltrati & Brunini, 1988; Beltrati, 1991; Souza & Moscheta, 1992; Oliveira, 1993; Moscheta, 1995; Carmello-Guerreiro, 1996; Oliveira, 1999; Silva, 2001). Não desmerecendo a riqueza desses trabalhos, ainda são poucos, no Brasil, os estudos sobre a morfologia de espécies florestais (bem como para as espécies não florestais), principalmente quando se leva em consideração a diversidade da sua flora (Urquiza & Souza-Silva, 2005), mas a informação conjunta de características da semente e do indivíduo em sua fase juvenil e adulta pode fornecer dados importantes para a identificação e o conhecimento do comportamento das espécies visando à manutenção de biomas (Duke & Polhill, 1981).

Estudos referentes à germinação de angiospermas foram realizados por diversos autores (Compton, 1912; Duke, 1965; Kuniyoshi, 1983; Silva, 2001), com o intuito de compreender o ciclo de vida e processos de germinação e crescimento das espécies de cada ambiente em estudo, como também para obtenção de mudas ou mesmo para classificar plântulas com finalidade taxonômica. Mourão *et al.* (2002), em seu estudo morfo-anatômico do desenvolvimento de plântulas de espécies do noroeste paranaense, ressaltaram ainda a importância do conhecimento dos processos germinativos na regeneração natural da vegetação, principalmente em regiões que apresentam déficit na cobertura vegetal nativa (como ocorre no Noroeste do Estado do Paraná, Brasil).

Tillich (2003) analisou as diferenças morfológicas de *seedlings* de 36 gêneros de Iridaceae, revelando equivalência nos resultados obtidos em comparação com recentes classificações moleculares propostas para família. Este fato indica que estudos genéticos e morfológicos são complementares, e a disponibilidade de dados só tende a enriquecer e fundamentar inferências sobre o parentesco entre as espécies.

Dentro da família Fabaceae ou Leguminosae, Duke & Polhill (1981) voltaram sua atenção para a morfologia de plântulas, apresentando uma revisão sobre os aspectos ecológicos e taxonômicos. Desde então, alguns estudos de morfologia de plântulas com enfoque taxonômico têm sido realizados para alguns táxons da família, como *Cicer* L. (Nozzolillo, 1985), Dalbergieae (Lima, 1990), *Lespedeza* Michx. (Nemoto & Ohashi, 1993), Genisteeae (López *et al.*, 1998) e vários outros gêneros, principalmente de leguminosas arbóreas (Oliveira, 1999, 2001). Apesar disso, a morfologia de plântulas de vários representantes tropicais da subfamília Faboideae ou Papilionoideae (onde está contido o gênero *Arachis*) permanece ainda pouco conhecida (Rodrigues & Tozzi, 2007).

O trabalho de Oliveira (2001) teve como objeto de estudo plântulas e plantas jovens de alguns gêneros. Estes foram estudados como parte de um amplo projeto com leguminosas arbóreas, que objetivou descrever a morfologia das fases juvenis, com vistas à identificação das espécies, fornecendo subsídios para trabalhos taxonômicos, filogenéticos e ecológicos.

Em 1993, Nemoto & Ohashi publicaram suas observações comparativas sobre a morfologia da germinação de 22 espécies do gênero *Lespedeza* (gênero próximo a *Arachis*) da Ásia e América do Norte. Esses autores descrevem diferenças na inserção das folhas iniciais, opostas ou alternas, e destacam outras características diferenciais dos órgãos juvenis. O trabalho de Nemoto & Ohashi evidencia a importância na correlação entre caracteres juvenis entre as espécies de um mesmo gênero, já que as plântulas tendem a ilustrar desde muito cedo características relacionadas a seu modo de vida e ambiente.

Assim como as plantas adultas dentro de um mesmo gênero tendem a apresentar características semelhantes, também as fases de germinação para espécies de um mesmo

grupo taxonômico são semelhantes. Segundo Lawrence (1973), quanto maior for a constância dos caracteres encontrados em um mesmo grupo, maior será sua credibilidade para uso de identificação.

A caracterização e identificação de plântulas é uma tarefa árdua que dificilmente é completada (Amorim *et al.*, 2008). Caracteres morfológicos externos encontrados nas fases iniciais de desenvolvimento nem sempre correspondem aos observados nos indivíduos adultos, mas são importantes para descobrir as relações filogenéticas entre os grupos cujos órgãos adultos apresentem determinadas características (Ricardi *et al.*, 1977; Gifford & Foster, 1989; Oliveira, 2001; Moreira-Coneglian & Oliveira, 2006). A brevidade das fases iniciais requer um estudo onde se colete a maior quantidade de informações possíveis em um curto período de tempo.

O estudo de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens é necessário, não somente com propósitos taxonômicos, filogenéticos ou ecológicos, mas também como contribuição ao conhecimento das espécies (Amorim *et al.*, 2008). A combinação de características da semente, plântula e do indivíduo adulto, pode fornecer numerosos indícios para a identificação das espécies no campo ou em amostras de sementes (Duke & Polhill, 1981; Parra, 1984). O maior problema é que, além de ser um período crítico do ciclo de vida de muitas espécies, a fase de plântula é também pouco conhecida (Oliveira, 2001).

A necessidade de trabalhos visando ao esclarecimento da estrutura das plântulas vem sendo ressaltada desde o início do século passado (Compton, 1912); atualmente, porém, os dados disponíveis ainda são escassos, conforme salientam Garwood (1995) e Lopes & Matheus (2008). Além desses aspectos, o estudo da morfologia das plântulas em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção das folhas definitivas, permite a descoberta de estruturas transitórias, primitivas ou derivadas, as quais desaparecem com o desenvolvimento da planta, mas que podem ter extraordinária importância para se

estabelecer conexões filogenéticas com os grupos em que os órgãos adultos apresentem tais características (Torres, 1985; Moreira-Coneglian & Oliveira, 2006).

Embora o amendoim seja a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo (Fávero, 2004), estudos voltados para caracterização morfológica de *seedlings* de espécies de seu gênero são poucos. Em 1949, Yarbroug já havia observado que os trabalhos relativos à morfologia concentravam-se somente em estruturas de plantas adultas, fato que ainda hoje se mostra válido.

As primeiras observações morfológicas da germinação das semnetes de uma espécie de *Arachis* surgiram nas *Memórias sobre a família das Leguminosas*, de Augustin P. De Candolle, em 1825. O gênero era, então, considerado monotípico, só incluindo o amendoim, *A. hypogaea*, espécie descrita por Lineu, em 1753. Embora a ilustração não seja perfeita, De Candolle se refere com precisão a caracteres como os cotilédones peciolados, às folhas primárias quase opostas e similares a folhas adultas, e ao desenvolvimento de ramos jovens nas axilas dos cotilédones.

Somente 87 anos depois, em 1912, surgiu outra referência sobre a morfologia de plântulas de *Arachis*. Compton (1912), interessado nos princípios filogenéticos, realizou um estudo comparativo entre vários *seedlings* de leguminosas, entre eles *A. hypogaea*. Seu trabalho concentrou-se na estrutura vascular da plântula de *Arachis*, fazendo apenas breves referências ao comportamento dos cotilédones e ao tamanho e forma do hipocótilo.

Os trabalhos mais consistentes sobre germinação e morfologia dos *seedlings* de *A. hypogaea* foram realizados por Yarbrough, em 1949 e 1957. Em 1949, algumas variedades de amendoim foram estudadas e comparadas. O autor descreveu o processo de germinação, citando o surgimento e morfologia de estruturas como epicótilo, cotilédones, hipocótilo, colo e raízes; referindo-se ainda a sua germinação hipógea. Embora se tratando de um

estudo muito rico, a abordagem deteve-se principalmente em análises anatômicas dos tecidos.

Já em 1957, Yarbrough descreveu a forma e anatomia do epicótilo do *seedling* de amendoim (ao qual fez somente breves referências no trabalho anterior), bem como a forma e anatomia dos seus órgãos foliares maduros.

Boote (1982) descreveu estágios de crescimento do amendoim, baseado em eventos visualmente observáveis de caracteres vegetativos e reprodutivos. Os estágios vegetativos foram determinados pela contagem do número de nós do eixo central, após a ausência dos cotilédones. Ou seja, as características intrínsecas ao desenvolvimento inicial das plantas foram descartadas.

Um estudo posterior de Kumari *et al.* (1988) também envolvendo o amendoim, analisou estágios de crescimento de algumas variedades. Seguindo a linha de Boote (1982), fases vegetativas e reprodutivas foram analisadas, mas desta vez relacionando assimilação fotossintética e matéria seca dos diferentes genótipos.

Após estes trabalhos, ainda hoje, as publicações sobre a morfologia da germinação de *Arachis* são concentradas em *A. hypogaea*. Em um gênero com, pelo menos 80 espécies adaptadas a biomas tão diversos como o Pampa, o Cerrado, a Caatinga e o Chaco variação morfológica quanto às estruturas envolvidas na germinação deve ser esperada, mas não há parâmetros disponíveis para comparação, à exceção das descrições providas por De Candolle (1825) e Yarbrough (1949; 1957) para a germinação de *A. hypogaea*.

A variação pode afetar as distintas secções taxonômicas, espécies dentro de uma mesma secção, ou mesmo populações distintas de uma mesma espécie, sendo possível que isto venha a ser evidenciado em uma espécie como *A. hypogaea*, taxonomicamente dividida em duas subespécies, que abrigam, ao todo, seis variedades botânicas. Uma vez que duas dessas variedades são de descrição relativamente recente (Krapovickas & Gregory, 1994), não se

pode afirmar que o que foi descrito para *A. hypogaea* por De Candolle (1825) e aprimorado por Yarbrough (1949; 1957), valha, sem restrições, mesmo para as seis variedades desta espécie.

As variações apresentadas por *seedlings* de leguminosas foram sintetizadas por Duke & Polhill (1981) segundo seis tipos: Cripto-epígea, cripto-gea, cripto-hipógea, fanero-epígea, fanero-gea e fanero-hipógea, referentes à manutenção dos cotilédones aprisionados (cripto) ou não (fanero) pelo tegumento e à posição em que se estabilizam, acima (epígea), abaixo (hipógea), ou na superfície do solo (gea). Adicionalmente, os cotilédones também podem ser distinguidos em foliares ou carnosos (de armazenamento), conforme já proposto por De Candolle (1825).

Observações visuais preliminares indicam que as espécies do gênero *Arachis* sempre apresentam cotilédones de armazenamento e não cotilédones foliáceos e se enquadram nos tipos fanero acima listados.

Além disto, há diferenças relativas ao número de folíolos, três por folha na secção *Trirectoides* e quatro nas demais espécies, aspecto destacado para as plantas adultas na monografia de Krapovickas & Gregory (1994), mas que também se evidencia na germinação.

O comportamento germinativo das espécies de *Arachis* é intimamente vinculado à produção subterrânea de seus frutos, naturalmente podendo ser alterado pelo homem, no que toca às espécies do gênero cultivadas para fins alimentícios, ou seja, *A. hypogaea* e *A. villosulcarpa* (Krapovickas & Gregory, 1994).

O cultivo comercial de *A. hypogaea*, com maior ou menor grau de mecanização, é feito a partir de sementes previamente retiradas das vagens (geralmente por descascamento mecânico), devidamente selecionadas e, inclusive, pré-tratadas. Assim somente a semente é posta para germinar, “evitando-se o plantio de grãos que não vão nascer e que podem

prejudicar a lavoura” (Lasca, 1979). Desta forma, há maior aproveitamento e rentabilidade.

Em áreas de agricultura primitiva, o agricultor pode utilizar o plantio das vagens, cujo número de sementes é variável (Rigoni, 1964; Graner & Godoy, 1962). Embora para fins de armazenamento os frutos sejam preferidos, pela menor perda do poder germinativo (Rigoni, 1964), as sementes mais empregadas na semeadura são as descascadas, pois, em sementes individuais, pode-se fazer seu preparo para cultivo com antecedência (Graner & Godoy, 1962)

O desenvolvimento dos frutos das espécies silvestres de *Arachis* foi elucidado por Conagin (1959), que constatou que tais frutos eram completamente diferentes nos legumes do amendoim cultivado e nas espécies silvestres. No amendoim, a vagem tende a mostrar uma única loja, abrigando todas as sementes, ou eventualmente com uma branda constrição (Figura 1-A). Nas espécies silvestres, as sementes de um único fruto são separadas uma da outra por profundas constrições ou mesmo por um istmo - frutos catenados (Figura 1-B).

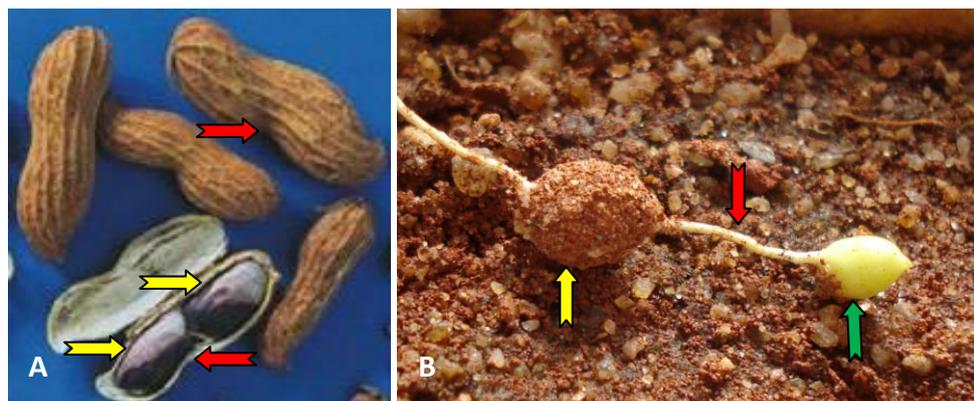


Figura 1. A) *Arachis hypogaea*, mostrando fruto bisseminado (→) e com branda constrição (→). B) Típico fruto catenado da espécie silvestre *A. interrupta* (V 13082), mostrando istmo (→) entre o segmento unisseminado já maduro (→) e o novo segmento unisseminado em formação (→).

Na sementeira de *A. villosulicarpa* por indígenas brasileiros (Krapovickas & Gregory, 1994; Freitas, 2004), ou nos cultivos forrageiros, ornamentais ou para a conservação de solo de *A. pintoi* (Kerridge & Hardy, 1994), a unidade de sementeira é um segmento unisseminado do fruto originalmente bisseminado. Na maturidade do fruto, os segmentos se tornam livres pelo colapso do istmo que os une. Contendo uma semente envolta por uma porção do pericarpo, esta unidade de sementeira germinará conforme um processo idêntico ao dos propágulos sexuais das espécies silvestres do gênero intocados na natureza.

Uma característica importante da semente das espécies do gênero *Arachis*, refere-se ao seu tegumento extremamente tênue (Ketring *et al.*, 1982) que é facilmente rompido na germinação. Por isso, ao contrário da maioria das leguminosas comercialmente cultivadas, as sementes não precisam ser submetidas ao processo de escarificação para aceleração da germinação.

As plântulas de *Arachis* liberam-se do tegumento e da casca ao germinar, inclusive rompendo a casca do fruto quando necessário (se a unidade de plantio for o fruto ou segmento deste). Devido à formação do fruto ser abaixo da superfície do solo, e a germinação ocorrer em seu interior na natureza, ocorre uma certa dificuldade de deslocamento por parte do fruto durante o processo de germinação.

Ainda que seus cotilédones não estejam aprisionados pelo tegumento, as plântulas de *Arachis* podem manter o fruto ligado a alguma de suas estruturas durante o processo germinativo. Em plantas fanero-epígeas, pode-se inclusive encontrar o fruto – ou segmento deste- suspenso ou levado para fora da terra (Figura 2).

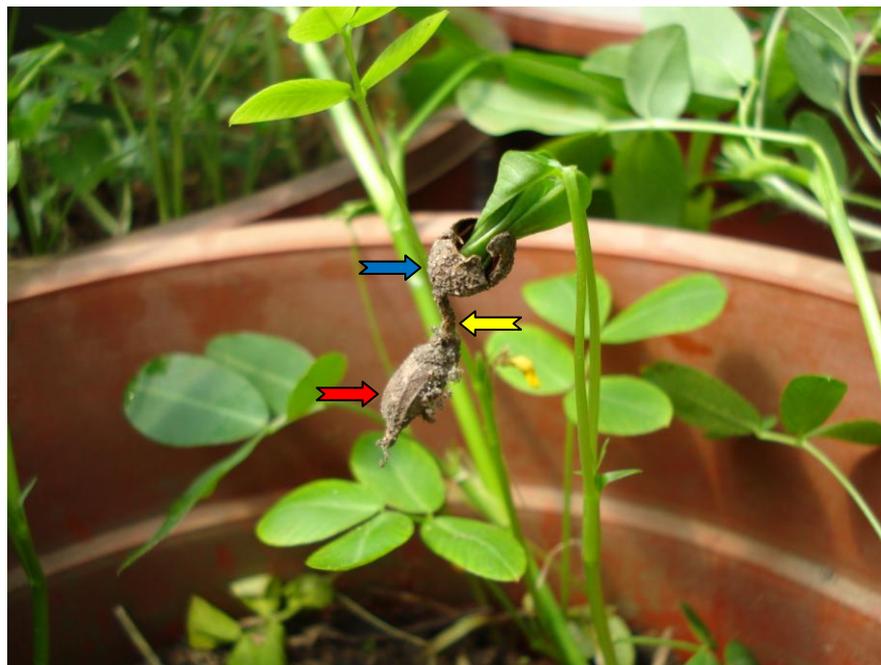


Figura 2. *Arachis appressipila* (V 9077), mostrando as folhas ainda presas por um segmento de fruto (→). Istmo (→) e um segmento de fruto (→) contendo a semente não germinada evidentes.

A disponibilidade de germoplasma da maioria de espécies do gênero no Banco Ativo de Germoplasma de Espécies Silvestres de *Arachis* da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Embrapa/Cenargen, localizada em Brasília, DF, motivou e permitiu o aprofundamento da análise do processo de germinação, com representantes da ampla variabilidade genérica.

Tendo em vista o curto período de tempo para observação dos breves caracteres germinativos, juntamente com o grande número de espécimes postos em estudo, optou-se por fazer uma ilustração fotográfica.

3. OBJETIVOS

Realizar uma análise morfológica macroscópica comparativa da germinação de sementes e plântulas de variados acessos representativos da ampla variabilidade de germoplasma de espécies de *Arachis*, da que se tem disponibilidade na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

3.1 Objetivos específicos

A - Contribuir para o melhor conhecimento do gênero *Arachis*, a partir de dados sobre a morfologia da germinação.

B - Caracterizar as diferenças quanto à proporção epicótilo-hipocótilo, presença de antocianina, filotaxia do primeiro e segundo par de folhas, disposição dos ramos cotiledonares, presença de sulcos e/ou pedicelo nos cotilédones, entre outros.

C - Comparar os dados obtidos, para cada indivíduo, com os demais indivíduos da mesma população, com indivíduos de populações distintas de uma mesma espécie e entre indivíduos de espécies distintas.

D - Estabelecer um “modelo padrão” de plântula (mais freqüente entre todas as espécies), a partir do qual modelos divergentes serão considerados derivados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho baseou-se em observações da germinação das sementes de espécies de *Arachis* em ambientes variados, mas principalmente em plantas cultivadas em vasos em telado e em *seedlings* obtidos em laboratório. No experimento realizado em laboratório, utilizaram-se sementes isoladas, fora dos frutos, assim mantendo controle sobre sua qualidade e quantidade.

As sementes utilizadas para o presente trabalho foram fornecidas pelo Banco Ativo de Germoplasma de Espécies Silvestres de *Arachis* da Embrapa Cenargen, situada em Brasília – DF. Os acessos de germoplasma estão listados na Tabela 2, pela abreviatura de todos os seus coletores e o seu respectivo número, referente à série do primeiro coletor. Por questão de simplicidade, no corpo do texto e nas legendas de figuras, os acessos são citados apenas pela sigla do primeiro coletor e respectivo número.

Todos os acessos utilizados em laboratório permaneceram armazenados em câmara fria (onde eram mantidos sob temperatura de 10-12°C e umidade relativa controlada de 25-30%), até o momento da separação de sementes a serem postas para germinar. O número de sementes utilizadas variou entre 1-15 para cada acesso, dependendo da disponibilidade do mesmo. O tempo de armazenagem das amostras disponibilizadas variou de 1 a 27 anos.

Para os acessos armazenados há mais de 2 anos, aplicou-se o processo de desinfecção, onde permaneceram por um período de 15 minutos em uma solução de 20ml de água sanitária para 100ml de água destilada. Como dispersante, foi utilizado Twinn 20 (cerca de 3 gotas para cada 100ml de água destilada), enquanto o pH da solução foi ajustado para pH 7,0 com adição de Ácido Clorídrico 1N. Este processo diminui a incidência de fungos, já que acessos armazenados há muito tempo podem ser muito suscetíveis ao ataque desses patógenos.

Após a desinfecção, as sementes foram envolvidas em papel Germiteste umedecido em água destilada, seguindo para câmaras de germinação, onde permaneceram sob temperatura constante de 28°C.

O processo de germinação das sementes foi acompanhado diariamente, sendo que as plântulas foram transplantadas após a abertura dos cotilédones e certo desenvolvimento das raízes secundárias. Este transplante foi realizado para copos de plástico contendo solo peneirado. O substrato utilizado era composto de terra vermelha e areia lavada na proporção 1:1. Para cada 1.400Kg de solo foram acrescentados 1Kg de calcário, 2Kg de superfosfato simples e 500g de sulfato de amônia.

Cada espécie apresentou um tempo diferente para o processo de germinação e conseqüente transplante para copos. Para a maioria dos acessos, a etapa germinativa alcançada para obter-se a realização do transplante foi a emissão de raízes secundárias e/ou alongamento e desenvolvimento do epicótilo. Uma vez em copos, as plântulas foram encaminhadas para casa de vegetação, onde também permaneceram sob cuidados diários.

Algumas espécies não foram postas para germinar, utilizando-se apenas dados de saídas de campo anteriores. Foram ainda documentadas plântulas de indivíduos que germinaram espontaneamente em vasos de plantas mantidas em casa de vegetação.

Todas as etapas, envolvendo desde a separação de sementes até a manutenção definitiva das plantas adultas em casa de vegetação foram documentadas, utilizando-se câmera fotográfica digital Olympus D-545/4.0 mp, Sony W-50 ou 55/7.1 mp, ou W-210/12.1 mp. Esta documentação foi realizada até o crescimento dos ramos cotiledonares, que mostrou ser bastante variável entre as espécies.

A estrutura física necessária esteve disponível na Embrapa Cenargen, além da disponibilidade de orientação por um especialista no tema, tendo apoio financeiro

institucional do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e do Generation Challenge Program.

Ao todo, plântulas de 121 acessos de germoplasma representativos de 64 espécies das nove secções taxonômicas do gênero *Arachis* foram estudados. Todos os acessos envolvidos no presente trabalho de análise morfológica de plântulas do gênero *Arachis*, postos para germinar ou observados em telado na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Cenargen, nos anos de 2007 a 2010, ou observados na natureza ao longo do período de estudo; estão relacionados na tabela a seguir (Tabela 2).

A terminologia referente ao desenvolvimento das plântulas e plantas jovens baseou-se nos trabalhos de De Candolle (1825), Duke (1965) e Duke & Polhill (1981). Os termos morfológicos empregados seguiram com base no Dicionário de Botânica de Font Quer (1977).

As características que apresentaram maior variação entre as espécies (superfície cotiledonar interna, ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação entre o tamanho do epicótilo/hipocótilo e a presença de antocianina no epicótilo, cotilédones e/ou hipocótilo) foram dispostas em tabelas relativas a cada secção separadamente, tendo em vista a melhor visualização dos dados relatados. Para caracteres que mostraram homogeneidade entre os indivíduos estudados ou aqueles que se apresentaram como casos pontuais, considerou-se não haver a necessidade de suas inclusões nas tabelas.

Uma tabela geral, dispondo as características acima citadas e informações a respeito da filotaxia do primeiro par de folhas (de acordo com cada acesso estudado), está disponível no ANEXO 1.

Tabela 2: Acessos utilizados com as espécies e suas respectivas secções, segundo Krapovickas & Gregory, 1994; Valls & Simpson, 2005 e Valls, 2006.

Secções	Espécies	Acessos
<i>Trirectoides</i>	<i>A. guaranitica</i>	VRGeSv 7694, VRGeSv 7704, VRcSgSv 13600
	<i>A. tuberosa</i>	VRcSv 14632, VS 15082, VS 15104
<i>Erectoides</i>	<i>A. archeri</i>	VPzRcSgSv 13494
	<i>A. benthamii</i>	NcZm 3101
	<i>A. brevipetiolata</i>	VPoAlAk 14664, VPoAlAk 14665
	<i>A. cryptopotamica</i>	VRGeSv 7588, VRGeSv 7596
	<i>A. douradiana</i>	VMPzW 14067
	<i>A. hermannii</i>	VRGeSv 7560, VRGeSv 7594
	<i>A. major</i>	KGPSc 30144, VRGeSv 7632, VPoBi 9468, VSW 9887, VRcMmSv 14538
	<i>A. martii</i>	VGuFj 15399
	<i>A. oteroi</i>	VRcMmSv 14518
	<i>A. paraguariensis</i>	VRGeSv 7677, VRcSgSv 13556
	<i>A. sp</i>	VRcSv 14636
<i>A. stenophylla</i>	VMPzW 14021	
<i>Extranervosae</i>	<i>A. burchellii</i>	SvW 3734, SvPj 3911, VKRSv 6554, VKRSv 6556, VGaRoSv 7805, VPmSv 13021
	<i>A. macedoi</i>	Sv c/10968
	<i>A. prostrata</i>	VSPmW 13841
	<i>A. retusa</i>	Sv 4470
	<i>A. setinervosa</i>	SvW 3749
	<i>A. submarginata</i>	VSSStGdW 7793, VGaRoSv 12523
	<i>A. villosulicarpa</i>	HL 490
<i>Triseminatae</i>	<i>A. giacomettii</i>	VApNn 15155
	<i>A. triseminata</i>	VFapZsV 13080, WPn 144
<i>Heteranthae</i>	<i>A. dardani</i>	VKVe 7039, VVeSv 8471, VApW 13886
	<i>A. interrupta</i>	VFapZsV 13082
	<i>A. pusilla</i>	Sv 8436, VFapZsV 13105-7, VRgAc 15190
	<i>A. seridoënsis</i>	VRSv 10969

	<i>A. sylvestris</i>	VVeSv 6001, VRgAc 15189
<i>Caulorrhizae</i>	<i>A. pintoii</i>	GK 12787, VW 5895, W 34b, WPn 207, WPz 405, WPz 412, WMv 647
<i>Procumbentes</i>	<i>A. appressipila</i>	GKP 9990, GKP 10002, VPoBi 9077, VS 15092, VS 15099
	<i>A. hassleri</i>	SvPzHn 3818
	<i>A. kretschmeri</i>	VRGeSv 7631
	<i>A. lignosa</i>	VRcSgSv 13570
	<i>A. matiensis</i>	VSGr 6408
	<i>A. rigonii</i>	GKP 10034
<i>Rhizomatosae</i>	<i>A. burkartii</i>	VCgPc 15260, VCgPc 15265
	<i>A. glabrata</i>	VRcMmSv 14538
<i>Arachis</i>	<i>A. batizocoi</i>	K 9484
	<i>A. benensis</i>	KGSPSc 35005
	<i>A. cardenasii</i>	GKP 10017
	<i>A. cruziana</i>	WiCl 1302
	<i>A. decora</i>	Sv 4881, Sv 8188, VLmMlApW 13478, VWDbVaBz 13430, V 13874
	<i>A. diogoi</i>	Vp 5000
	<i>A. duranensis</i>	VNvEv 14167
	<i>A. glandulifera</i>	VSPmSv 13738, VOfSv 14730
	<i>A. gregoryi</i>	VS 14960
	<i>A. helodes</i>	VSGr 6326, VK 12083, V 15230
	<i>A. hypogaea subsp. hypogaea</i>	
	var. <i>hirsuta</i>	Mf 1538
	var. <i>hypogaea</i>	VGaRoSv 12548
	<i>A. ipaënsis</i>	KGBPScS 30076
	<i>A. kempff-mercadori</i>	V 13250, V 15135
	<i>A. krapovickasii</i>	WiCl 1291
	<i>A. kuhlmannii</i>	VSGr 6404, VKSSv 8979, VOfSv 14694, VAcCh 15287, VAcCh 15312
	<i>A. magna</i>	VSPmSv 13751

<i>A. microsperma</i>	VMPzW 14042
<i>A. monticola</i>	SjSn 2775, VOa 14165
<i>A. palustris</i>	VPmSv 13023, VLmMIApW 13478, VAcSv 14994
<i>A. praecox</i>	VS 14682
<i>A. schinirii</i>	VSW 9923
<i>A. simpsonii</i>	VSPmSv 13710, VSPmSv 13728
<i>A. sp.</i>	VSPmSv 13736
<i>A. stenosperma</i>	VAcLf 15076, VSv 10309, VSPmSv 13693, VSPmW 13824, VSStGdW 7762, WPz 422
<i>A. valida</i>	VPzRcSgSv 13514
<i>A. vallsii</i>	VRGeSv 7635
<i>A. villosa</i>	VMiIrLbGv 14309

Abreviaturas dos coletores: Ac= A.R.Custodio, Al= A.L.B.Sartori, Ap= A.P.S.Peñaloza, B= D.J.Banks, Bi= L.B.Bianchetti, Bz= M.R.Bertoza, Cg= G.B.Ceolin, Ch= C.H.Rocha, Cl= S.P.Cordovil, Db= M.Dib Bechara, Ev= A.Echeverry, Fa= L.Faraco de Freitas, Fj= F.J.M.Caporal, G= W.C.Gregory, Ga= M.L.Galgaro, Gd= I.J.Godoy, Ge= M.A.N.Gerin, Gr= A.Gripp, Gu= A.Guglieri, Gv= F.R.Galvani, H= R.O.Hammons, Hn= R.Heyn, Ir= B.E.Irgang, K= A.Krapovickas, L= W.R.Langford, Lb= L.R.M.Baptista, Lf= L.G.Faria, Lm= L.Monçato, M= J.P.Moss, Mi= S.T.S.Miotto, Ml= M.A.P.Oliveira, Mm= M.D.Moraes, Mv= M.V.M.Martins, Nc= N.M.S.Costa, Nn= A.C.G.S.Nunes, Nv= L.Novara, Oa= O.Ahumada, Of= F.O.Freitas, P= J.R.Pietrarelli, Pc= C.M.G.Pelegrin, Pj= P.J.A.Coelho, Pm= R.N.Pittman, Pn= P.Pinheiro, Po= A.Pott, Pz= E.A.Pizarro, R= V.R.Rao, Rc= R.C.Oliveira, Rg= G.H.Rua, Ro= D.M.S.Rocha, S= C.E.Simpson, Sc= A. Schinini, Sg= A.K.Singh, Sj= J.G.Seijo, Sn= V.Solís-Neffa, St= H.T.Stalker, Sv= G.P.Silva, V= J.F.M.Valls, Va= S.E.S.Valente, Ve= R.F.A.Veiga, Vp= V.Pott, W= W.L.Werneck, Wi= D.E.Williams, Zm= L.A.Zago Machado.

Outras abreviaturas: cv= Nome de cultivar, Mf= Número na Estação Experimental do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária-INTA, em Manfredi, Córdoba, Argentina.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Processo básico de germinação no gênero *Arachis*

O acompanhamento do processo de germinação, da semente ao início de desenvolvimento dos ramos, permitiu a constatação de um padrão básico apresentado pelos indivíduos estudados, aqui descrito, independentemente de secção ou espécie. As linhas gerais dizem respeito, principalmente, a indivíduos germinados e analisados em laboratório; embora também sejam feitas referências à germinação ocorrida na natureza ou em casa de vegetação.

5.1.1 Intumescimento das sementes e emissão da radícula

De 4 a 10 dias após a manutenção das sementes em câmara de germinação, com o início da hidratação, ocorre o aumento de volume, por intumescimento, e a emissão de radícula (Figura 3). Após o início desta emissão, o tegumento começa a soltar-se (Figura 4). O colo já é visivelmente diferenciável (Figuras 4B e 5), delimitando a região entre a radícula e o hipocótilo (Figura 5).



Figura 3. *Arachis ipaënsis* (K 30076), sementes apresentando intumescimento e protrusão da radícula (→).

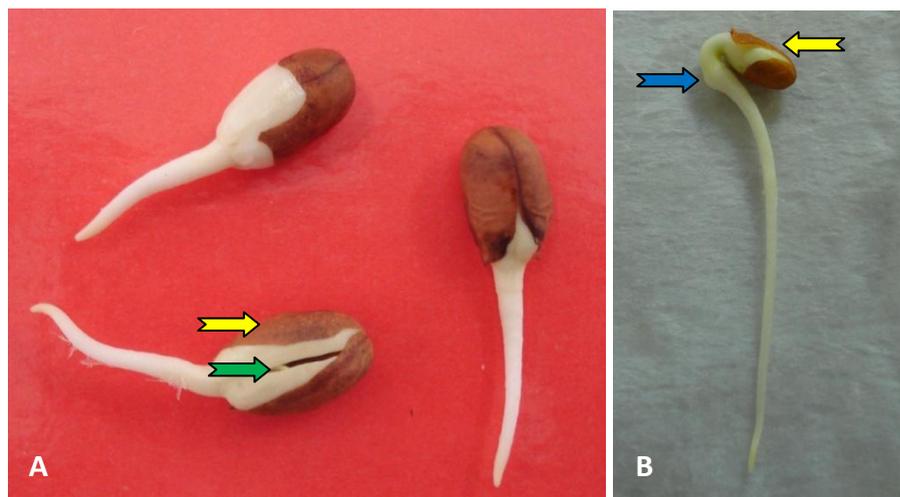


Figura 4. **A)** *Arachis pintoi* (W 647) mostrando desprendimento de tegumento (→) e início da abertura dos cotilédones (→). **B)** *A. benensis* (K 35005), com desprendimento de tegumento e colo pronunciado (→).

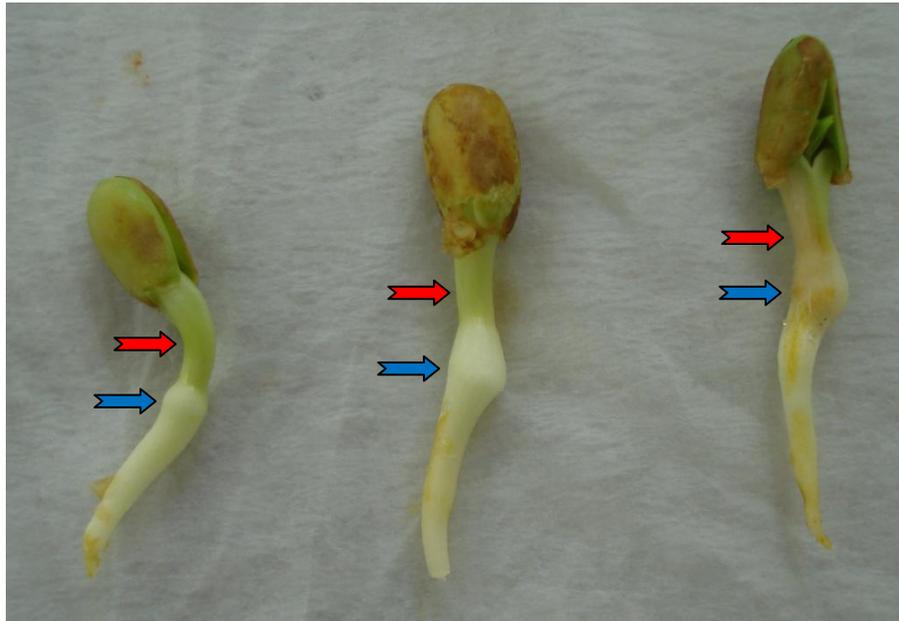


Figura 5. Indivíduos de *Arachis triseminata* (W 144), com diferenciação de colo evidente (➡) e hipocótilo clorofilado alongado (➡).

5.1.2 Abertura dos cotilédones

Após o rompimento do tegumento, os cotilédones carnosos estão livres para sua abertura. Eles mostram coloração verde a esverdeada e apresentam face dorsal convexa e, na maioria das espécies, a face ventral plana e lisa, ou levemente côncava, sem sulcos ou acanalamento, sendo peciolados (Figura 6A), com pecíolos de comprimento variável, e mostram aurículas (Figura 6C).

Nesta fase da germinação, os folíolos muitas vezes já são visíveis, antes da abertura dos cotilédones (Figura 6). Quando no solo, estes podem ter sua abertura retardada, até que o alongamento do hipocótilo os leve até próximo ou acima da superfície.

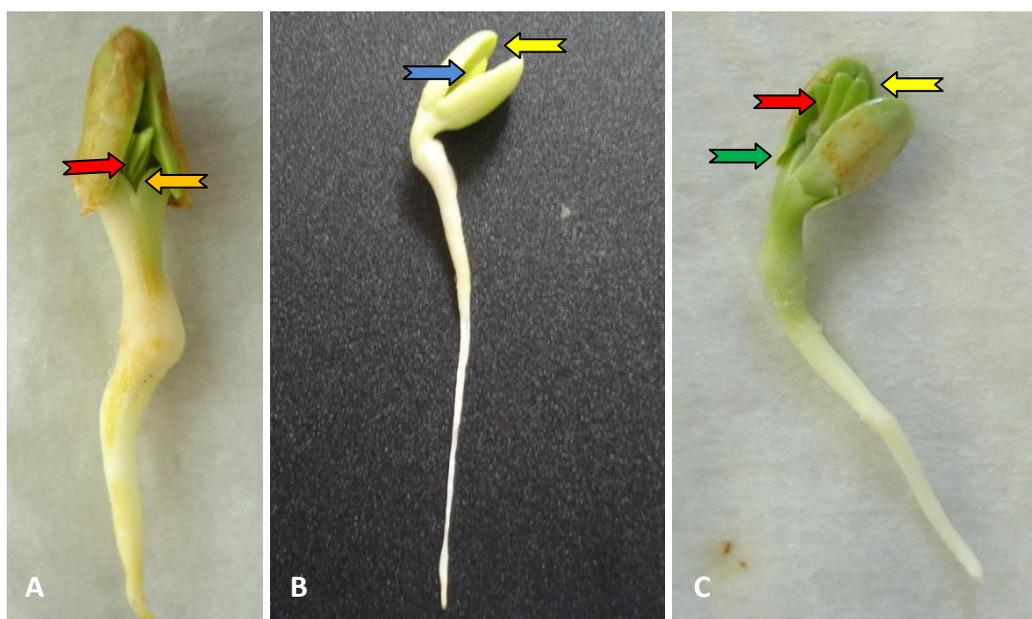


Figura 6. A) *Arachis triseminata* (W 144) mostrando a plúmula (→) antes da abertura total dos cotilédones e pecíolo cotiledonar (→). B) *Arachis palustris* (V 13023) com cotilédones abertos (→) e folha inicial ainda não expandida (→). C) *Arachis interrupta* (V 13082) mostrando plúmula (→), abertura dos cotilédones (→) e aurículas cotiledonares (→).

5.1.3 Desenvolvimento de raízes secundárias e alongamento do epicótilo

Juntamente com o crescimento das raízes secundárias, ocorre a evolução do epicótilo. O alongamento do epicótilo eleva a primeira folha – e em muitos casos a segunda e a terceira folhas, que também já são diferenciáveis (Figuras 7 e 8).

A região do epicótilo mostrou-se bastante variável entre as espécies estudadas. As características mais comumente encontradas foram: epicótilo piloso, verde a esverdeado e de comprimento proporcional ou pouco maior que o do hipocótilo (Figura 8B).



Figura 7. *Arachis paraguariensis* (V 7677), em estágio de desenvolvimento apresentando folíolos (→), epicótilo alongado (→) e raízes secundárias abundantes (→).



Figura 8. A) *Arachis lignosa* (V 13570) com primeiro par de folhas (→), epicótilo alongado (→) e raízes secundárias abundantes (→). B) Detalhe de uma plântula de *A. lignosa* (V 13570), mostrando primeiro par de folhas (→) e epicótilo de comprimento proporcional ao do hipocótilo (→), de aspecto glabro e esverdeado.

5.1.4 Tipo de germinação

Quando germinadas no solo, tanto no campo, quanto em casa de vegetação, percebem-se características inerentes ao tipo de germinação apresentado pelos indivíduos das diferentes espécies.

A partir da grande maioria das plântulas observadas, as espécies podem ser caracterizadas como fanero-hipógeas, às vezes fanero-geas e, mais raramente, fanero-epígeas (Tabela 3), conforme a classificação de Duke & Polhill, 1981 (Figura 9).

Algumas espécies apresentaram mais de um tipo de germinação (Tabela 3), variando entre as formas epígea e hipógea separadamente combinadas com a forma gea (forma intermediária). Nenhuma espécie apresentou os dois tipos extremos de germinação (epígea e hipógea).

Tabela 3: Espécies de *Arachis* e seus respectivos tipos de germinação segundo classificação de Duke & Polhill (1981). Algumas espécies, em negrito, apresentam mais de um tipo de germinação.

TIPO DE GERMINAÇÃO	ESPÉCIES
FANERO-HIPÓGEA	<i>A. benthamii</i> , <i>A. brevipetiolata</i> , <i>A. burchellii</i> , <i>A. cryptopotamica</i> , <i>A. douradiana</i> , <i>A. guaranitica</i> , <i>A. hermannii</i> , <i>A. kuhlmannii</i> , <i>A. lignosa</i> , <i>A. macedoi</i> , <i>A. major</i> , <i>A. matiensis</i> , <i>A. oteroi</i> , <i>A. palustris</i> , <i>A. paraguariensis</i> , <i>A. prostrata</i> , <i>A. pusilla</i> , <i>A. retusa</i> , <i>A. setinervosa</i> , <i>A. simpsonii</i> , <i>A. spiralifolia</i> , <i>A. stenosperma</i> , <i>A. submarginata</i> , <i>A. triseminata</i> , <i>A. tuberosa</i>
FANERO-GEA	<i>A. batizocoi</i> , <i>A. benensis</i> , <i>A. helodes</i> , <i>A. major</i> , <i>A. oteroi</i> , <i>A. pintoii</i> , <i>A. simpsonii</i> , <i>A. stenosperma</i>
FANERO-EPÍGEA	<i>A. appressipila</i> , <i>A. archeri</i> , <i>A. benensis</i> , <i>A. dardani</i> , <i>A. kretschmeri</i> , <i>A. pintoii</i>



Figura 9. A) *Arachis paraguariensis* (V 7677), germinação fanero-hipógea. B) *A. schininii* (V 9923), com germinação fanero-gea. C) *A. triseminata* (V 13080), com germinação fanero-epígea.

5.1.5 Gemas cotiledonares

Juntamente ou logo após o alongamento do epicótilo e surgimento das primeiras folhas, ocorre o surgimento das gemas cotiledonares na axila dos cotilédones (Figura 10). Essas gemas darão origem, posteriormente, aos ramos cotiledonares.

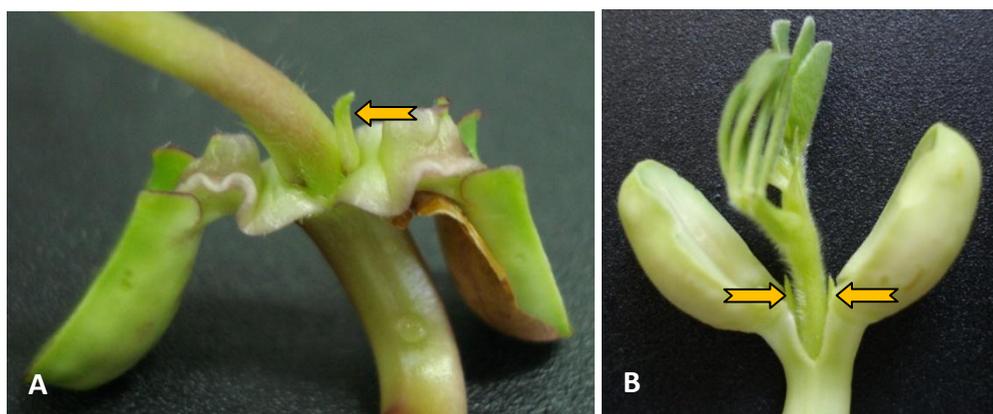


Figura 10. **A)** *Arachis monticola* (V 14165) e **B)** *A. glandulifera* (V 14730), ambas apresentando gemas cotiledonares (→).

5.1.6 Primeiro e segundo pares de folhas

Folhas de *Arachis*, à exceção dos cotilédones, são homoblásticas, de forma que não há razão para distinguir os metáfilos (folhas adultas) de protófilos (folhas juvenis).

No trabalho de Nemoto & Ohashi (1993), as folhas que possuíam entre si um entrenó bem desenvolvido foram consideradas como de um “tipo alternado”, enquanto as que não possuíam esta característica foram caracterizadas como sendo de “tipo oposto”. Em *Arachis*, o primeiro par de folhas é, em geral, oposto, enquanto, do segundo par em diante, a filotaxia é alterna (Figura 11).

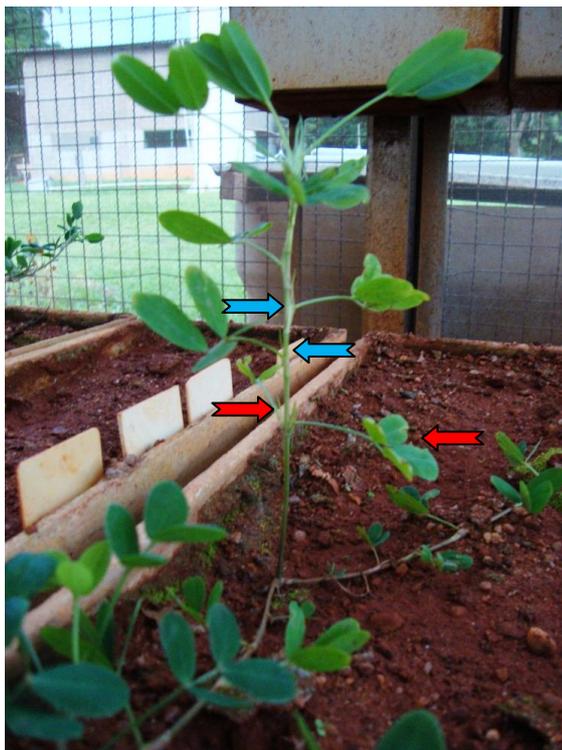


Figura 11. *Arachis* (sect. *Arachis*) sp. (V 13736) mostrando o primeiro par de folhas de filotaxia oposta (→) e demais folhas de filotaxia alterna (↔).

5.1.7 Ramos cotiledonares

Logo na base dos cotilédones, provenientes das gemas cotiledonares axilares ali presentes, desenvolvem-se os ramos cotiledonares (Figura 12). Nestes ramos, as folhas seguem filotaxia alterna dística (Figura 13).



Figura 12. *Arachis palustris* (V 14994) com ramos cotiledonares na axila dos cotilédones (⇨).

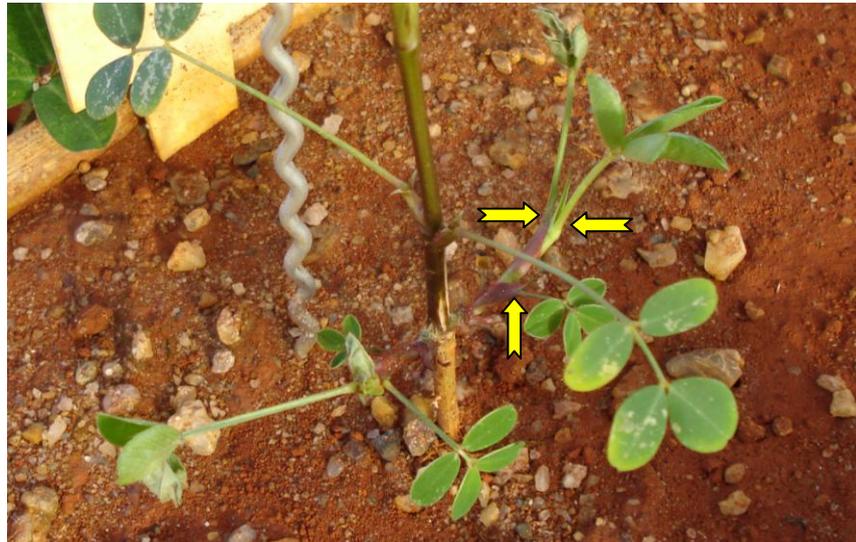


Figura 13. *Arachis giacomettii* (V 15155) com ramos cotiledonares de filotaxia alterna dística (⇨).

5.1.8 Ramos ortogonais

Das gemas presentes nas axilas do primeiro par de folhas, desenvolvem-se os chamados ramos ortogonais (Figura 14). A filotaxia destes ramos é

predominantemente alterna dística, podendo mostrar alguma variação no gênero, dependendo do hábito da planta.

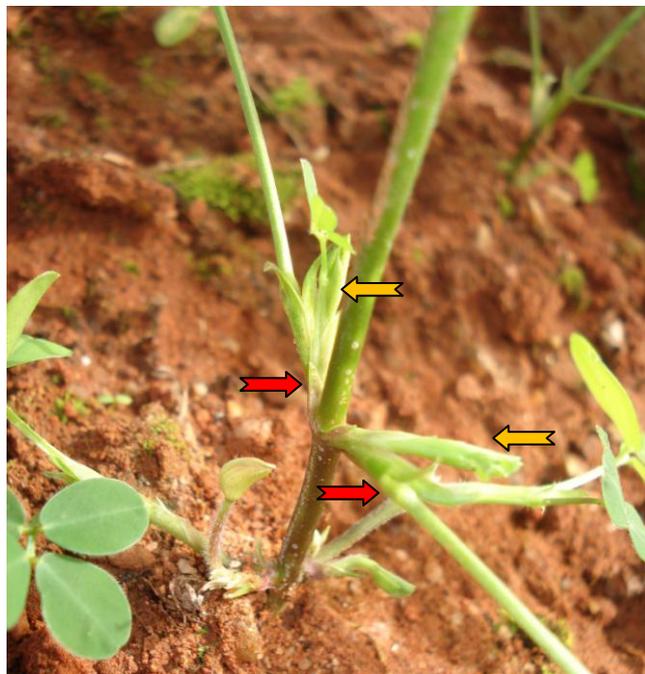


Figura 14. *Arachis pintoi* (V 5895) com ramos ortogonais (↔) na axila do primeiro par de folhas (↔).

5.1.9 Desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal

Conforme o eixo principal vigora, as novas folhas ali desenvolvidas organizam-se conforme uma filotaxia espiralada de fórmula $2/5$ (Figura 15), isto é, onde a sexta folha irá recair sobre a primeira, necessitando duas voltas no eixo principal para a ocorrência de sobreposição.

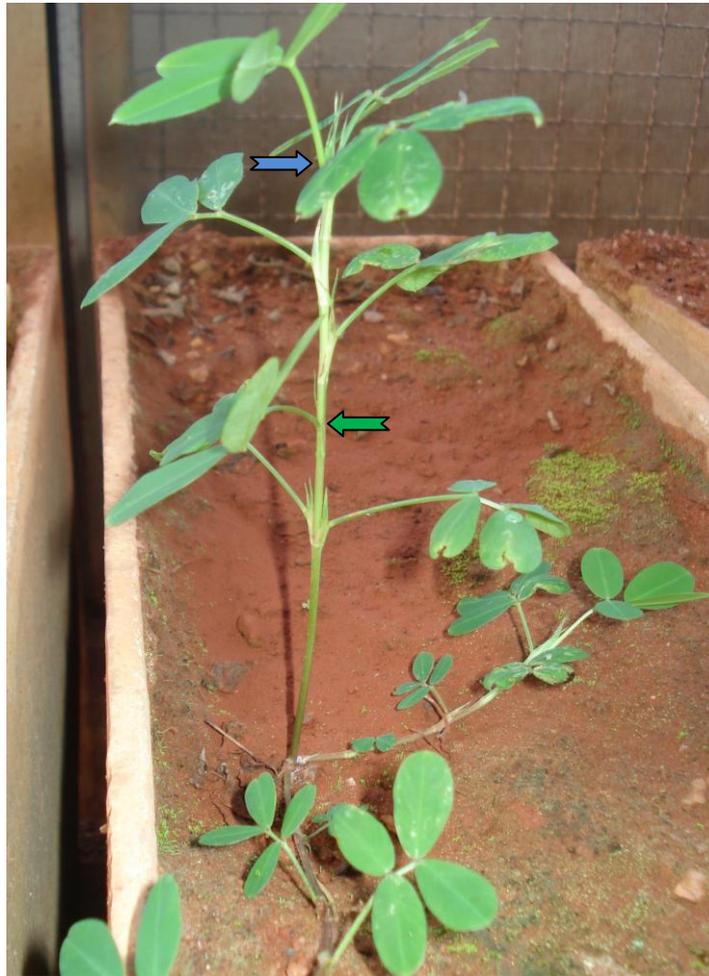


Figura 15. *Arachis* (sect. *Arachis*) *sp.* mostrando eixo principal com filotaxia espiralada (2/5), em que a sexta folha alterna (→) irá recair sobre o mesmo ângulo de inserção da primeira no eixo (→).

Com base nestes dados, de forma geral e resumidamente, podemos concluir que a **plântula básica de *Arachis*** (baseada nos caracteres mais recorrentemente encontrados no gênero) possuirá cotilédones peciolados, com face ventral ou interna variando entre as formas plana ou levemente côncava, aurículas cotiledonares, ausência de antocianina em qualquer estrutura, epicótilo piloso e de comprimento proporcional ao hipocótilo, hipocótilo glabro, cotilédones e primeiro par de folhas opostos, filotaxia do eixo principal alterna espiralada, ramos cotiledonares posicionados na axila dos cotilédones e ramos ortogonais saindo da axila do primeiro par de folhas.

5.2 Diagrama da germinação básica da plântula e suas variações pontuais

Tendo em vista o esquema normal de germinação, elaborado com base nos caracteres que aparecem mais frequentemente no gênero *Arachis*, é possível definir um diagrama básico da morfologia de uma plântula. A partir deste diagrama básico, é possível estabelecer as diferenças pontuais, específicas e/ou seccionais, entre indivíduos, acessos e espécies.

Parte-se de um modelo primitivo de plântula, onde em que todos os entrenós são similarmente alongados. O diagrama derivado deste modelo primitivo teórico ilustra o encurtamento de entrenós sofrido evolutivamente, o que resulta em um modelo cujos cotilédones e primeiro par de folhas são opostos (Figura 16).

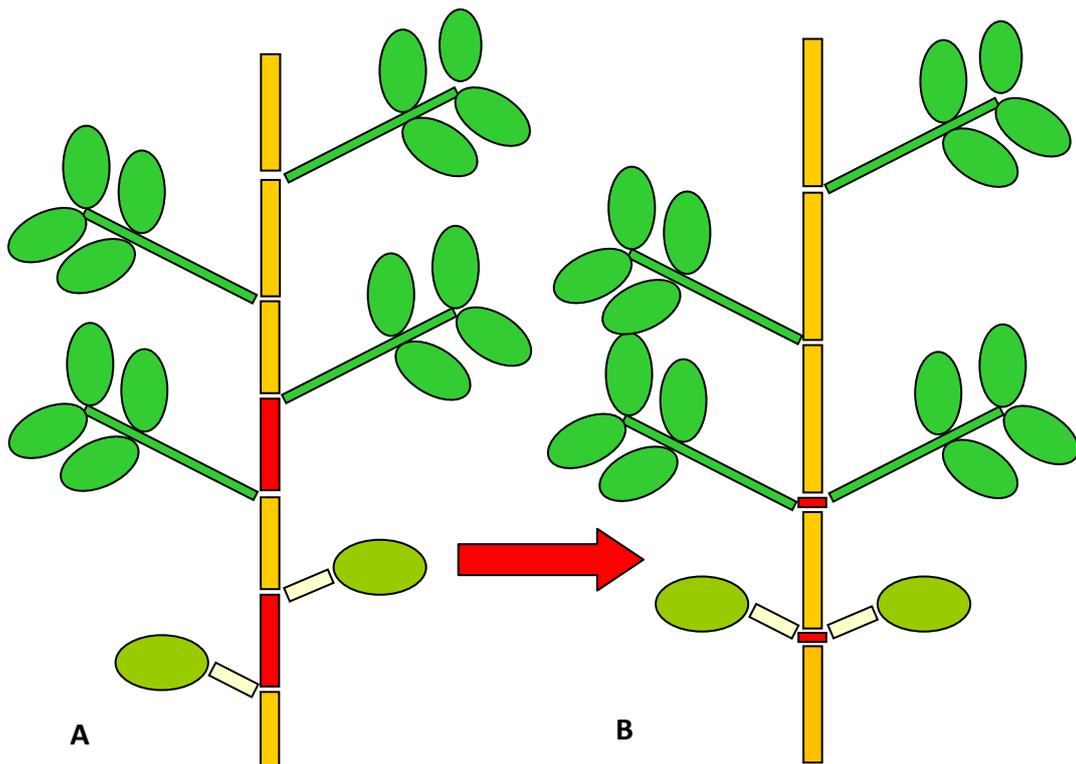


Figura 16. Esquema “padrão” de uma plântula de *Arachis*, baseado na morfologia mais frequentemente encontrada entre as espécies. O desenho “A” refere-se a uma hipotética planta ancestral, onde todos os entrenós (em vermelho) são alongados. O desenho “B” representa o encurtamento de entrenós sofrido evolutivamente pelas plantas.

5.2.1 Alongamento de entrenós

Embora a maioria das plântulas corresponda à morfologia do diagrama básico, foram encontradas variações individuais dentro de alguns acessos estudados. As variações encontradas sugerem um comportamento morfológico que aponta para o esquema da plântula primitiva, ou seja, resgatam características não mais facilmente encontradas na maioria das plântulas de *Arachis* analisadas.

Como exemplo, dois indivíduos de uma população amostrada de *A. pintoi* (W 647) e um indivíduo de *A. decora* (V 13430), apresentaram alongamento do entrenó cotiledonar (Figura 17), condição esta que não foi válida para os demais indivíduos dos mesmos acessos destas plantas.

O alongamento do entrenó existente entre o primeiro par de folhas é outro tipo de variação encontrada, que também remonta a condições morfológicas da plântula primitiva. Esta variação foi encontrada em indivíduos das espécies *A. interrupta* (V 13082), *A. dardani* (V 8471) e *A. burkartii* (V 15265), configurando-lhes filotaxia alterna (Figura 18) desde a primeira folha.

Com exceção de *A. burkartii*, onde não há dados suficientes para fazer esta constatação, este tipo de alongamento foi encontrado somente em indivíduos isolados dentro das populações mencionadas, não caracterizando um modelo para as espécies citadas.

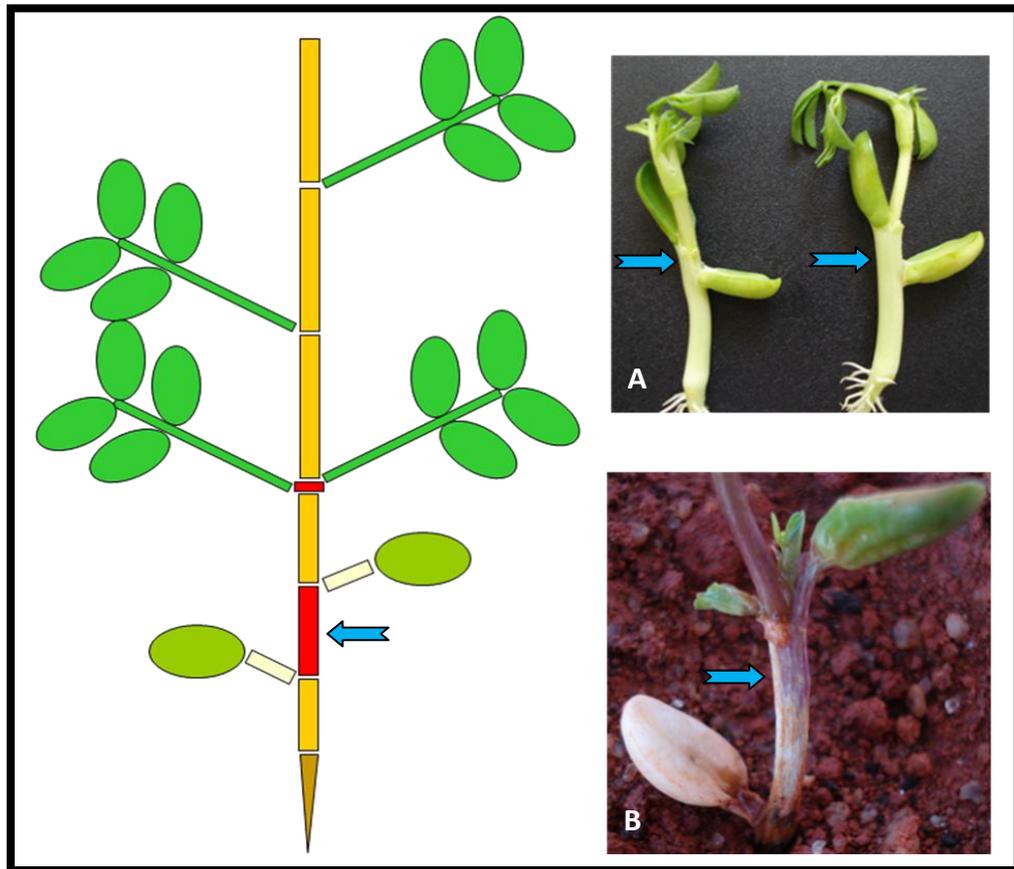


Figura 17. Esquema baseado em duas plantas individuais de A) *Arachis pinto* (W 647) e uma planta de B) *A. decora* (V 13430), que apresentaram entrenó alongado entre cotilédones (↔), sendo consideradas exceções ao modelo padrão de plântula.

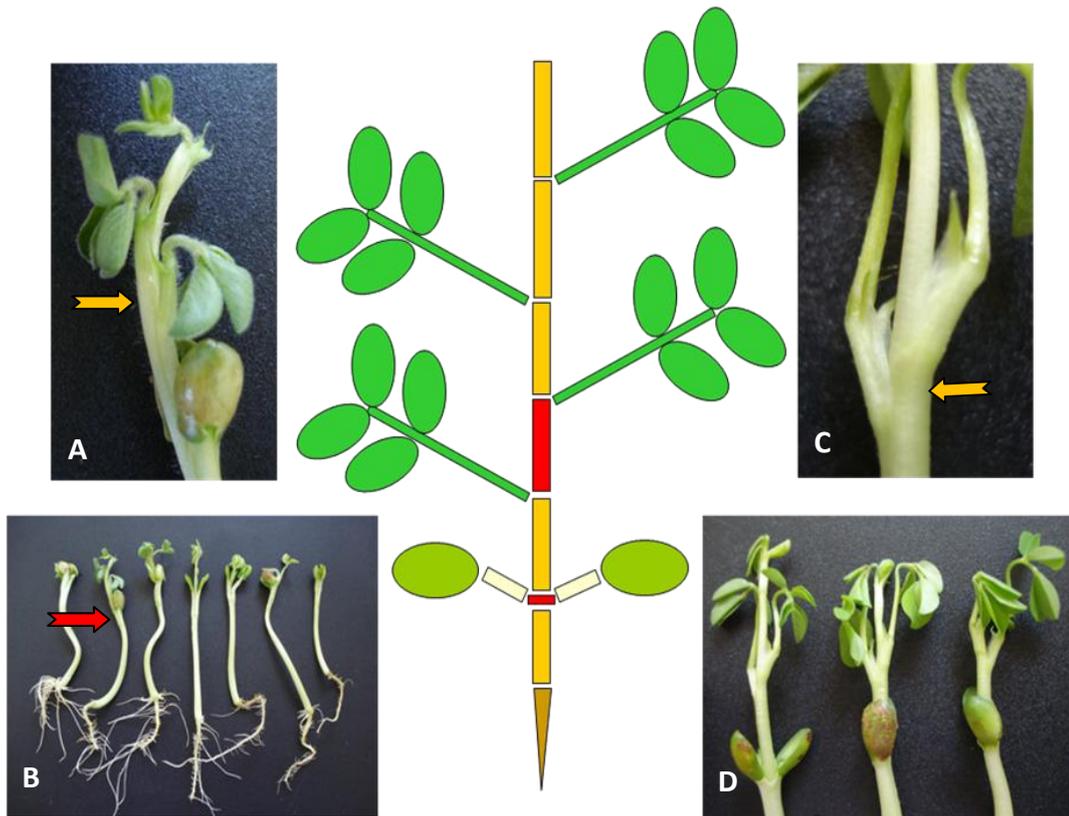


Figura 18. Diagrama mostrando alongamento do entrenó existente entre o primeiro par de folhas. **A)** Indivíduo de *Arachis interrupta* (V 13082) com entrenó alongado, possuindo filotaxia alterna. **B)** Plântulas do mesmo acesso de *Arachis interrupta* (V 13082), do qual apenas um dos sete indivíduos apresentou alongamento de entrenó. **C)** Indivíduo de *Arachis dardani* (V 8471) com entrenó alongado, possuindo filotaxia alterna. **D)** Plântulas do mesmo acesso de *Arachis dardani* (V 8471), três dos cinco indivíduos apresentaram alongamento do entrenó entre a primeira e a segunda folha.

5.2.2 Bloqueio do alongamento de entrenós

Além do alongamento dos entrenós, outras características pontuais podem eventualmente ser encontradas. Uma planta de *A. simpsonii* (V 13728) mostrou, ao contrário das alterações citadas até aqui, bloqueio do alongamento do quinto entrenó (Figura 19). Esta característica peculiar lembra o diagrama do modelo básico de plântula, porém um passo mais à frente do ponto de vista evolutivo.

Se o esquema primitivo teve como derivada a plântula básica encontrada na maioria das espécies, é válido supor que a ausência de alongamento encontrada neste indivíduo corresponde a um modelo ainda mais avançado; onde o bloqueio do alongamento dos entrenós indica uma característica evolutiva decorrente de suas adaptações.

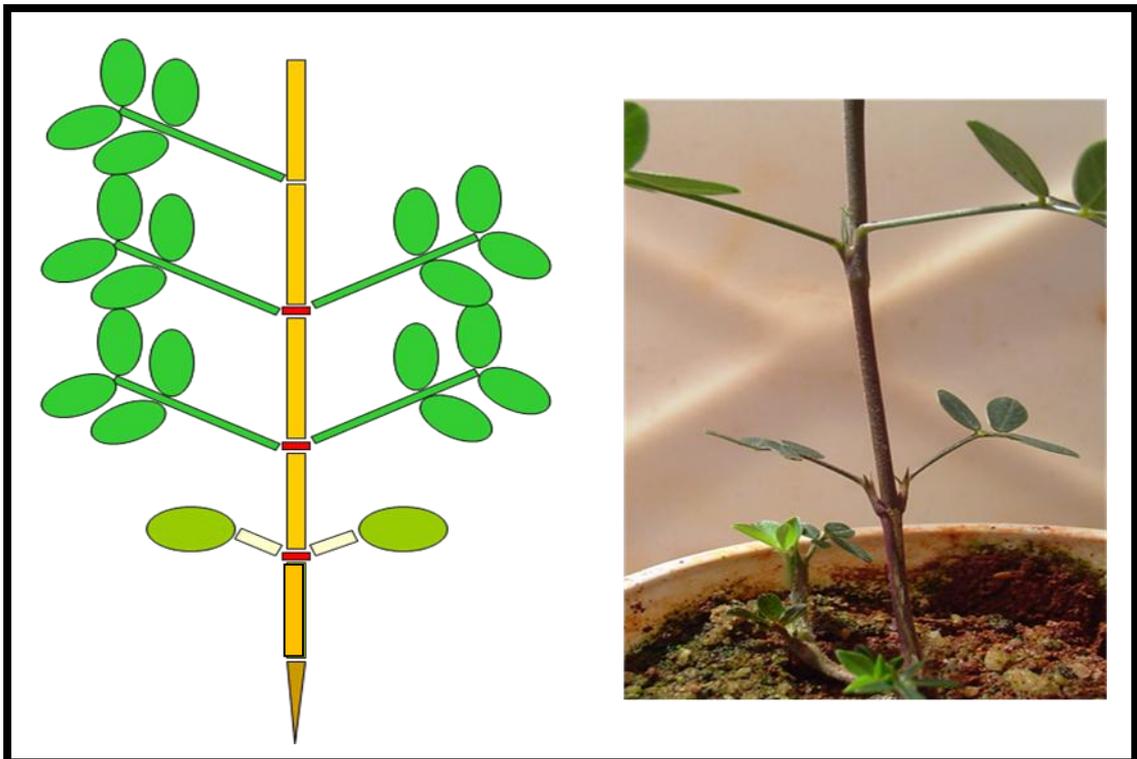


Figura 19. Esquema relativo a uma plântula de *Arachis simpsonii* (V 13728), que apresentou encurtamento de entrenó entre o segundo par de folhas, dando-lhes aspecto de opostas.

5.3 Modelo básico para o gênero *Arachis* x modelo de *A. hypogaea*

Os únicos trabalhos envolvendo observações morfológicas e descrições da germinação de uma espécie de *Arachis* foram as publicações de De Candolle (1825) e Yarbrough (1949, 1957). Até a publicação de De Candolle, o gênero era monotípico, incluindo apenas *A. hypogaea*. Considerando que atualmente há mais 79 espécies descritas, é interessante realizar uma comparação entre um modelo formado pelos estudos germinativos compilados até então (baseados somente em *A. hypogaea*) e um modelo básico abrangendo 62 espécies silvestres representativas das nove secções taxonômicas.

De Candolle (1825) representou caracteres como os cotilédones carnosos, peciolados e com aurículas cotiledonares, mencionou as folhas primárias quase opostas e similares às folhas adultas, também se referindo ao desenvolvimento de ramos jovens nas axilas dos cotilédones. A partir destes dados, percebe-se que a morfologia observada em *A. hypogaea* é equivalente ao modelo padrão.

Yarbrough (1949), em seu trabalho envolvendo descrições dos cotilédones, hipocótilo e raízes de *A. hypogaea*, também menciona as aurículas cotiledonares, cotilédones carnosos e os pecíolos curtos e robustos. Este autor agrega ainda outras características (tegumento fino, colo dilatado, cotilédones verdes e levemente côncavos, germinação hipógea), todas estas presentes no modelo básico.

Mais tarde, em 1957, em estudo envolvendo o epicótilo e órgãos foliares, Yarbrough refere-se à filotaxia espiralada no eixo principal e dística nos ramos laterais, sendo que estes últimos também poderiam apresentar filotaxia espiralada (o que foi considerado relativamente raro). Tais considerações correspondem ao modelo apresentado, e ainda que não tenha fixado no presente estudo uma filotaxia padrão para os ramos laterais, o autor citado concorda que há variações conforme o hábito da planta.

5.4 Variações seccionais e específicas

5.4.1 Secção *Trirectoides*

O processo germinativo apresentado pelas duas espécies da secção *Trirectoides* segue o modelo básico, quanto a possuir pecíolo e aurículas nos cotilédones, não apresentar pigmentação no epicótilo, possuir epicótilo piloso (Tabela 4) e ter filotaxia oposta para o primeiro par de folhas (Anexo 1) e alterna a partir do segundo.

A análise de três acessos de cada uma das duas espécies mostrou que os cotilédones levemente acanalados não seguiram o padrão do gênero (Tabela 4). A morfologia do colo e do hipocótilo não foi analisada, já que as sementes usadas em laboratório não obtiveram pleno sucesso germinativo e o estudo somente envolveu plântulas que germinaram espontaneamente em casa de vegetação e/ou na natureza.

Tabela 4: Espécies da secção *Trirectoides*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. guaranítica</i>	Levemente acanalada	-	Piloso	-	Não
<i>A. tuberosa</i>	-	-	-	-	Não

As espécies consideradas mais primitivas do gênero *Arachis*, *A. guaranitica* e *A. tuberosa*, restritas ao Planalto centro-brasileiro (Krapovickas & Gregory, 1994), mostraram plântulas do tipo fanero-hipógeo (Figura 20B). Os cotilédones não são visíveis à superfície do solo, eventualmente mostrando-se evidentes segmentos de seu pecíolo (Figuras 20A e 21).

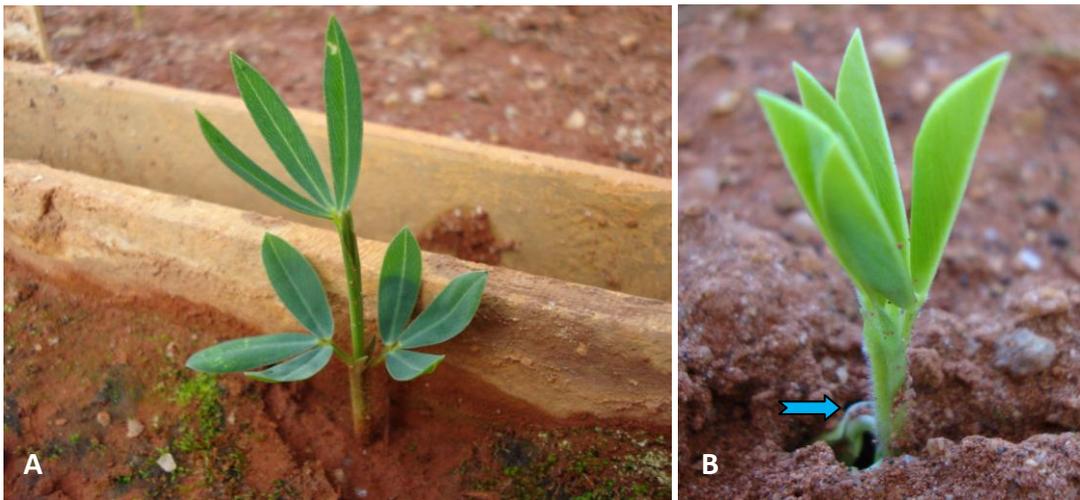


Figura 20. *Arachis guaranitica* (V 13600), mostrando: **A)** Germinação fanero-hipógea. **B)** Germinação fanero-hipógea com pecíolos evidentes (→): enquanto os pecíolos encontram-se nivelados à superfície, os cotilédones estão abaixo do solo.



Figura 21. *Arachis guaranitica* (V 7704), mostrando pecíolos evidentes antes (→) e depois (→) de ter o substrato removido com ajuda de água. Após a remoção do solo os cotilédones, até então enterrados, puderam ser observados.

Ao contrário das espécies das demais secções, as folhas iniciais, assim como as adultas, são trifolioladas. Em *A. tuberosa*, as folhas adultas mantêm o formato e dimensões do par inicial, ao longo de toda a vida da planta. Já em *A. guaranítica*, a terceira folha se mostra proporcionalmente um pouco mais estreita e, a partir da quarta folha todas mostram a morfologia característica da espécie: folíolos lineares muito estreitos (Figura 22).

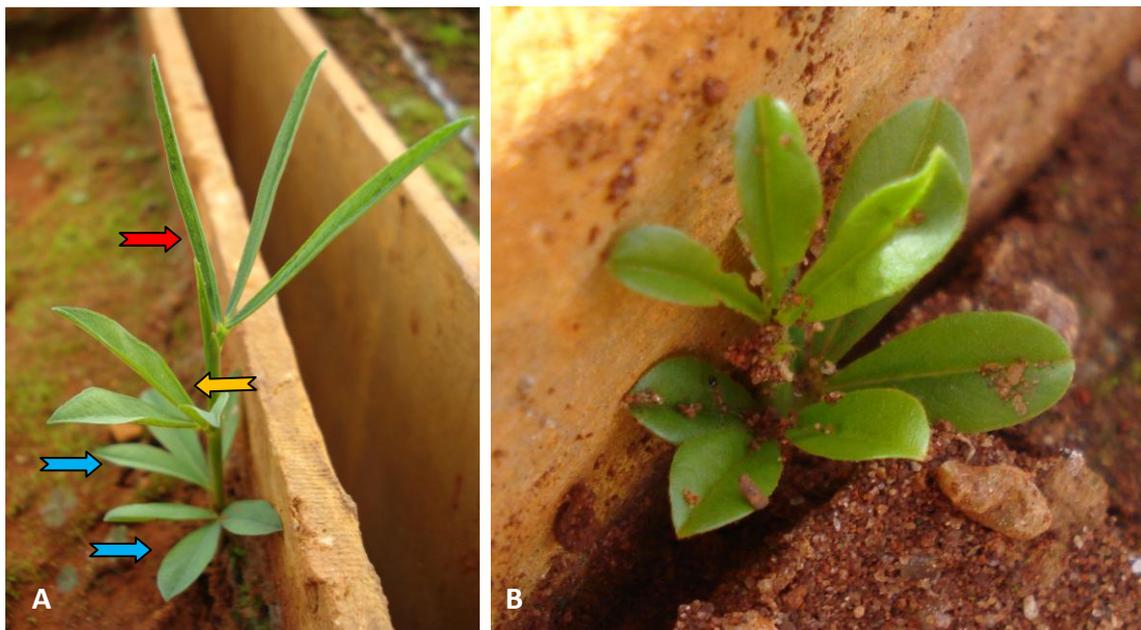


Figura 22. **A)** *Arachis guaranítica* (V 7704), mostrando as duas primeiras folhas semelhantes e de maior largura (→), a terceira um pouco mais estreita (→) e a quarta com folíolos lineares muito estreitos (→). **B)** *A. tuberosa* (V 14632), cujas folhas são similares ao primeiro par de *A. guaranítica*.

Embora para a secção *Trierectoides*, como grupo, não tenhamos diferenciação entre folhas iniciais e folhas adultas, *A. guaranítica* mostra-se como exceção específica para o gênero. Esta espécie apresenta dimorfismo foliar, sendo as folhas do primeiro par acima dos cotilédones similares às folhas que surgem ao longo de todo ciclo em *A. tuberosa*. Isto significa que, embora surjam em uma fase mais juvenil em *A. guaranítica*, elas correspondem, em desenvolvimento e morfologia, às folhas adultas de *A. tuberosa*.

Assim, não parece adequado caracterizar estas folhas iniciais como eófilos (ou protófilos), já que não são menos diferenciadas que as demais.

Ao contrário do observado para as espécies do gênero *Arachis* (e assim contrapondo-se ao modelo padrão), *A. guaranítica* e *A. tuberosa* não mostraram formação de ramos cotiledonares, ortogonais e/ou laterais. Após a germinação, as espécies de *Trirectoides* dão origem a indivíduos com um eixo central não ramificado, embora, de sua base, partam as flores (aparentemente pela transformação do que deveriam ser ramos cotiledonares ou ortogonais em brotações exclusivamente reprodutivas).

Como pôde ser observado a campo e/ou casa de vegetação, na estação seca do Cerrado a parte aérea da planta fenece, seca e termina sendo queimada ou quebra e se separa da raiz. Mais adiante, ao início da nova estação chuvosa, surgem brotações eretas desde gemas situadas no ápice da raiz tuberosa, geralmente uma por vez, mas eventualmente mais. As novas brotações de *A. guaranítica* já surgem com as típicas folhas adultas, de folíolos estreitos, muito diferentes das plântulas germinadas da espécie, cujas três primeiras folhas são mais curtas e largas. O mesmo ocorre com as folhas das brotações de *A. tuberosa*, mas, nesta espécie, as folhas iniciais das plantas germinadas são iguais às definitivas.

5.4.2 Secção *Erectoides*

De forma geral, a secção *Erectoides* mostrou-se bastante homogênea quanto à constância dos caracteres observados nas espécies que a compõe. Na análise de 20 acessos de 12 das 15 espécies da secção, incluindo uma ainda inédita, estruturas como aurículas, pecíolos cotiledonares e colo dilatado foram encontradas em todos os indivíduos e seguem

o modelo padrão. O mesmo acontece com a ausência de pigmentação antocianosada no hipocótilo (Figura 23) e pilosidade do epicótilo (Tabela 5).

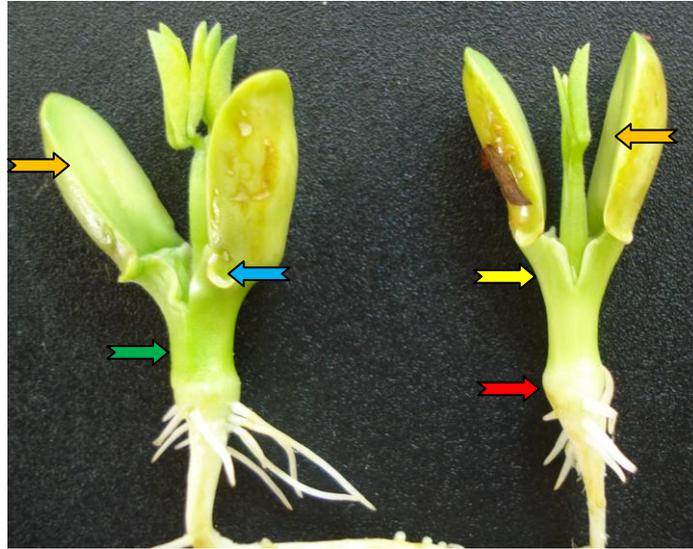


Figura 23. A) *Arachis* (sect. *Erectoides*) sp (V 14636) e B) *A. paraguariensis* (V 7677), mostrando: aurículas (↔), pecíolos cotiledonares (↔), colo dilatado (↔), hipocótilo sem antocianina (↔) e cotilédones planos (↔).

Os cotilédones variaram entre planos ou levemente côncavos (idem modelo), somente sendo encontrados na forma acanalada em um indivíduo de *A. paraguariensis* (Tabela 5).

A maioria das espécies apresentou pigmento antocianosado, fugindo das características compartilhadas pelo gênero *Arachis* como um todo (Figura 24). Foram consideradas exceções plantas de *A. archeri* e *A. paraguariensis* que apresentaram ausência de pigmento (Tabela 5).

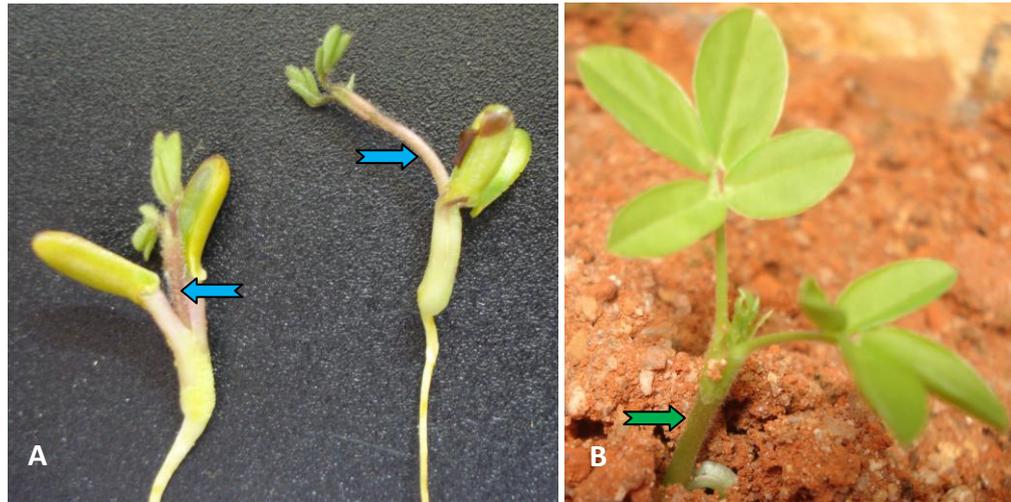


Figura 24. **A)** *Arachis* (sect. *Erectoides*) sp (V 14636), com epicótilo piloso e antocianosado (↔). **B)** *Arachis paraguariensis* (V 13556), com hipocótilo sem antocianina (→).

A germinação foi predominantemente fanero-hipógea, variando em alguns acessos de *A. major* e em *A. oteroi* para fanero-gea. Somente *A. archeri* apresentou germinação fanero-epígea. *Arachis benthamii*, *A. cryptopotamica* e *A. martii* que não constam na Tabela 5 por não haverem dados suficientes, apresentaram germinação fanero-hipógea.

Não foram encontradas divergências quanto ao modelo padrão de plântula no que tange à filotaxia do primeiro par de folhas (com exceção do acesso KGPSc 30144, como consta no Anexo 1) e do eixo principal, inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e ao desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal.

Tabela 5: Espécies da secção *Erectoides**. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. archeri</i>	Plana ou levemente côncava	-	Piloso	-	Não
<i>A. brevipetiolata</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H>E	No epicótilo
<i>A. douradiana</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo
<i>A. hermannii</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo
<i>A. major</i>	Plana ou levemente côncava	-	Piloso	-	No epicótilo
<i>A. oteroi</i>	-	-	Piloso	-	-
<i>A. paraguayensis</i>	Acanalada para um indivíduo	Glabro	Piloso	H=E	Não
<i>A. sp.</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H<E	No epicótilo
<i>A. stenophylla</i>	Plana ou levemente côncava	-	Piloso	-	No epicótilo

* Para *A. benthamii*, *A. cryptopotamica* e *A. martii* não se obteve dados suficientes para sua inclusão na tabela.

5.4.3 Secção *Extranervosae*

A exceção de *A. villosulicarpa*, as demais espécies da secção não possuíam sementes disponíveis ou não obtiveram sucesso germinativo quando analisadas em laboratório. Desta forma, a maioria dos indivíduos foi analisada quando germinou naturalmente no campo ou em casa de vegetação, representando sete das dez espécies de *Extranervosae*, com um total de 10 acessos. No entanto, apenas quatro espécies contribuíram para a tabulação de dados.

Embora os dados assim obtidos forneçam ricas informações a respeito o tipo de germinação – fanero-hipógea para todas as espécies (Figura 25), dados a respeito do colo, cotilédones e hipocótilo ficam prejudicados.

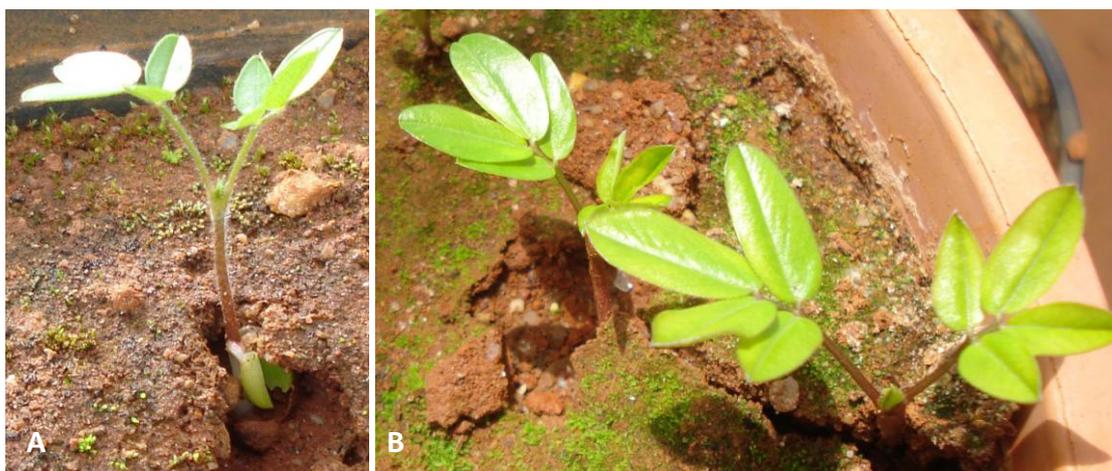


Figura 25. A) *Arachis burchellii* (V 13021) e B) *A. macedoi* (Sv 10968), ambos mostrando germinação hipógea.

Arachis burchellii e *A. villosulicarpa* apresentaram aurículas cotiledonares e presença de pecíolo, adequadamente ao modelo padrão. *Arachis burchellii* apresentou cotilédones de face interna levemente côncava, enquanto *A. villosulicarpa* apresentou cotilédones planos (Tabela 6).

Ainda para *A. burchellii* e *A. villosulcarpa*, únicas espécies em que os dados obtidos permitiram esta análise, o epicótilo apresentou-se piloso (idem modelo). Também houve presença de antocianina no epicótilo da grande maioria dos acessos, sendo exceção algumas plantas de *A. villosulcarpa* (Tabela 6).

Indivíduos de *A. villosulcarpa* permitiram também constatar a grande dilatação do colo e o peculiar comprimento do epicótilo, evidentemente mais longo que o hipocótilo (Figura 26) (Tabela 6).



Figura 26. *Arachis villosulcarpa* (H 490) **A)** Colo dilatado (→). **B)** Epicótilo muito alongado (→). **C)** Detalhe mostrando a pilosidade do epicótilo (→), aurícula cotiledonar (→) e cotilédone plano (→).

Não foram encontradas divergências em relação ao modelo padrão de plântula, quanto à filotaxia do primeiro par de folhas (Anexo 1) e do eixo principal, inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e ao desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal.

Tabela 6: Espécies da secção *Extranervosae**. Relaciona entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. burchellii</i>	Levemente côncavos	-	Piloso	-	No epicótilo
<i>A. retusa</i>	-	-	-	-	No epicótilo
<i>A. setinervosa</i>	-	-	-	-	No epicótilo
<i>A. villosulicarpa</i>	Planos	Glabro	Piloso	H<E	No epicótilo de algumas plantas

* Para *A. macedoi*, *A. prostrata* e *A. submarginata* não se obteve dados suficientes para sua inclusão na tabela.

5.4.4 Secção *Triseminatae*

Desde sua descrição e publicação por Krapovickas & Gregory, em 1994, *A. triseminata* permaneceu isolada em uma secção própria. Segundo os autores citados, isto se deve a suas características genéticas muito distintas das demais espécies, não

sendo possível obter qualquer híbrido intra-específico cruzando-a com outros membros do gênero *Arachis* (Krapovickas & Gregory, 1994).

Trabalhos mais recentes chamam a atenção para a necessidade de incluir nesta secção *A. giacomettii*, cuja morfologia e produção de frutos com mais de dois segmentos indica afinidade com *A. triseminata* (Valls, 2006).

As duas espécies apresentaram plântulas bastante similares quanto ao colo dilatado, ausência de pêlos nas regiões do hipocótilo e epicótilo e ao tamanho reduzido do epicótilo em comparação ao hipocótilo (Figura 27).

Algumas plântulas do único acesso disponível de *A. giacomettii* apresentaram antocianina no epicótilo, enquanto a mesma característica não foi encontrada em plantas dos dois acessos analisados de *A. triseminata* (segundo o modelo padrão) (Tabela 7).

Além destas semelhanças, ambas apresentaram aurículas e pecíolos cotiledonares, como ocorre no modelo padrão. Em *A. giacomettii*, a inserção do pecíolo cotiledonar é subpeltada e não na base do cotilédone, mostrando uma característica única para o gênero, de acordo com as espécies estudadas. Embora as duas espécies desta secção tenham apresentado sulcos, os sulcos ramificados encontrados nos cotilédones de *A. triseminata* são peculiares e exclusivos desta espécie (Figura 28) (Tabela 7).

Arachis triseminata apresentou germinação fanero-epígea, enquanto, para *A. giacomettii*, não foi possível obter esta informação (apenas analisada laboratorialmente).

Um indivíduo isolado de *A. triseminata* apresentou ainda a formação de um protófilo unifoliolado e duas folhas igualmente unifolioladas, saindo cada uma de uma gema dos ramos cotiledonares presentes na base dos cotilédones (Figura 29). Embora se considere que, para o gênero *Arachis*, não há necessidade de nomear as duas folhas iniciais de protófilos, neste caso temos uma diferenciação entre a morfologia da primeira folha e as demais, sendo cabível a adoção do termo. Entretanto outra semente,

imediatamente germinada no mesmo vaso, no telado, apresentou apenas estruturas normais, caracterizando as anomalias acima descritas como eventuais e individuais.

A presença de sulcos nos cotilédones, desproporção entre hipocótilo e epicótilo inserção subpeltada do pecíolo cotiledonar, germinação fanero-epígea, bem como a situação pontual de um indivíduo apresentando eófilos não correspondem ao modelo padrão de plântula.



Figura 27. A) *Arachis triseminata* (W 144) mostrando dilatação do colo (→). B) e C) *A. giacomettii* (V 15155), hipocótilo glabro e longo (→), epicótilo glabro e curto (→). D) *A. triseminata* (V 13080), evidenciando a curta extensão do epicótilo (→), aparentando que os pecíolos das primeiras folhas partem direto dos ramos cotiledonares.



Figura 28. A) *Arachis giacomettii* (V 15155) com inserção subpeltada dos cotilédones (→). B) *A. triseminata* (W 144) mostrando cotilédones com sulcos ramificados (→).



Figura 29. Planta individual anômala de *Arachis triseminata* (W 144). Primeiras folhas dos ramos cotiledonares com apenas um folíolo (→). A primeira folha (eófilo) do eixo principal também possuindo apenas um folíolo (→), em contraste com as demais folhas da planta (todas com quatro folíolos).

Não foram encontradas divergências ao modelo padrão de plântula quanto à filotaxia do primeiro par de folhas (Anexo 1) e do eixo principal, inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e ao desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal.

Tabela 7: Espécies da secção *Triseminatae*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. giacomettii</i>	Sulcada	Glabro	Glabro	H>E	Epicótilo de algumas plantas
<i>A. triseminata</i>	Com sulcos ramificados	Glabro	Glabro	H>E	Não

5.4.5 Secção *Heteranthae*

Em comparação com as demais secções taxonômicas, a secção *Heteranthae* foi a que mostrou maior variabilidade de caracteres entre seus representantes. As únicas características comuns aos indivíduos de dez acessos de germoplasma de suas cinco espécies e de acordo com o modelo padrão, dizem respeito à dilatação do colo (algumas vezes sutil), presença de aurículas, ausência de pigmentação antocianosada no hipocótilo e epicótilo, e hipocótilo glabro (Tabela 8).

Todas as espécies apresentaram também pecíolos nos cotilédones, embora, em *A. dardani* de comprimento curto, enquanto *A. interrupta* mostrou o maior comprimento de pecíolo cotiledonar observado entre todas as espécies de *Arachis* (Figura 30).



Figura 30. A) *Arachis dardani* (V 8471) com curtos pecíolos cotiledonares (→). B) *A. interrupta* (V 13082) com pecíolos cotiledonares mais longos que os cotilédones (⇨).

A superfície cotiledonar variou de levemente sulcada a sulcada, inclusive entre os indivíduos de uma mesma espécie (Tabela 8).

Com exceção de *A. dardani*, as demais espécies apresentaram pilosidade característica no epicótilo (Figura 31), como ocorre no modelo padrão. Em relação ao comprimento do hipocótilo e epicótilo há grandes variações, chamando a atenção para a peculiar extensão do hipocótilo em *A. interrupta* (Figura 32) (Tabela 8). *Arachis interrupta* apresentou ainda pecíolos foliares muito longos.



Figura 31. A) *Arachis pusilla* (Sv 8436), B) *A. seridoënsis* (V 10969) e C) *A. sylvestris* (V 6001) evidenciando a pilosidade do epicótilo (→).



Figura 32. *Arachis interrupta* (V 13082) mostrando grande extensão do hipocótilo, muitas vezes superior ao comprimento do epicótilo (→).

Outras peculiaridades foram encontradas na secção *Heteranthae*, evidenciando a disparidade existente entre as espécies que a compõe. Uma destas peculiaridades aponta para as espécies *A. pusilla* e *A. seridoënsis*, as quais apresentam concaulescência das gemas cotiledonares (escorrimento das mesmas desde a axila dos cotilédones até a base das folhas iniciais) (Figura 33).

Resulta dessa variação a inserção aparente de quatro ramos ao mesmo nível, quando se desenvolvem o par de ramos cotiledonares e o par seguinte de ramos (ortogonais), estes desde a axila das folhas primárias (Figura 34). A concaulescência foi aqui observada pela primeira vez no gênero *Arachis*, sendo um fenômeno que ocorre com alguma freqüência em *Solanaceae* e *Lythraceae* (Font Quer, 1977).

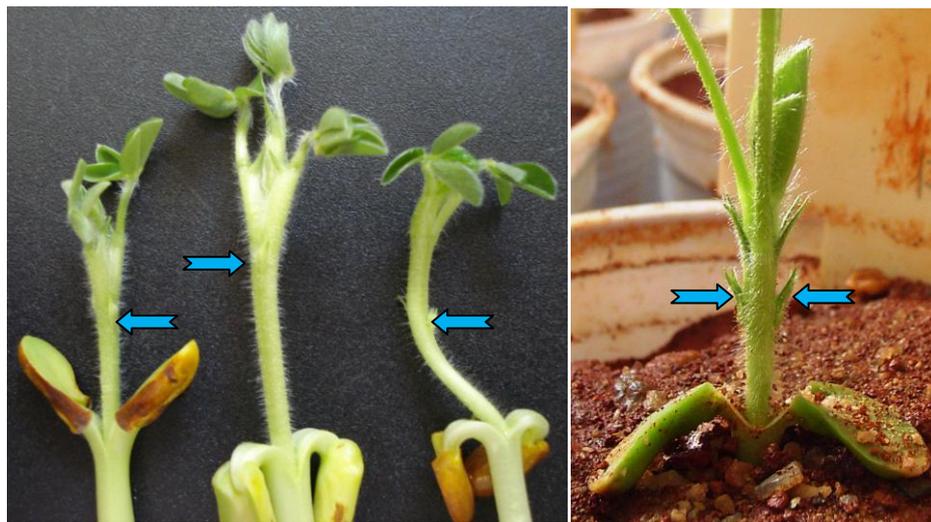


Figura 33. A) *Arachis pusilla* (Sv 8436) e B) *A. seridoënsis* (V 10969), ambas com concaulescência de gemas cotiledonares em direção às primeiras folhas (→).

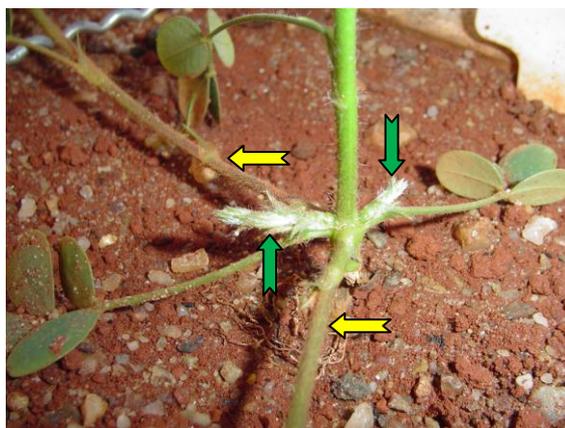


Figura 34. *Arachis seridoënsis* (V 10969), com ramos cotiledonares (→) inseridos aparentemente no mesmo nível onde as gemas axilares do primeiro par de folhas (→) estão se desenvolvendo.

A filotaxia alterna do primeiro par de folhas foi observada em indivíduos de *A. dardani* e *A. interrupta*, mostrando-se como características pontuais conforme mencionado no item 5.2.1 “*Alongamento de entrenós*”. As demais plantas e espécies apresentaram filotaxia conforme o modelo padrão (Anexo 1).

Com base em todas estas constatações, *A. sylvestris* foi a espécie que melhor seguiu o modelo básico.

Não houve variação para a inserção de ramos ortogonais, bem como para filotaxia do eixo principal.

O tipo de germinação só foi observado em *A. dardani* (fanero-epígea) e *A. pusilla* (fanero-hipógea), assim mesmo, evidenciando condições extremas.

Um recente estudo de Koppolu *et al.* (2010) baseado em microsátélites, apresentou a formação de cinco clusters, pelos quais se distribuíram os acessos representativos das sete secções taxonômicas do gênero *Arachis* analisadas. Apesar da coerência de informações apresentada (já que de forma geral as espécies de uma mesma secção permaneceram agrupadas, e os acessos de mesma espécie idem), as quatro espécies da secção *Heteranthae* estudadas distribuíram-se por quatro dos cinco clusters. Até mesmo os distintos acessos das espécies permanecem suficientemente agrupados, mostrando que a distância entre os membros de *Heteranthae* resulta de sua similaridade com outras secções e real disparidade entre si.

Em 2001, Coelho *et al.* também realizaram uma análise das relações genéticas entre espécies silvestres do gênero *Arachis*, desta vez utilizando marcadores RAPD (*Random Amplification of Polymorphic DNA*). Para a secção *Heteranthae*, os autores verificaram a separação das espécies em dois grupos distintos. Enquanto *A. sylvestris* e *A. dardani* ficaram isoladas das demais em um cluster próprio, *A. pusilla* e *A. seridoënsis* formaram um grupo próximo a *A. interrupta*.

Tais estudos fornecem indícios que a secção *Heterantheae* pode ser artificial em sua concepção, visto que seus representantes têm características tão distintas. Com base nos dados morfológicos do presente trabalho, a mesma consideração pode ser feita.

Tabela 8: Espécies da secção *Heterantheae*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. dardani</i>	Sulcada	Glabro	Glabro	H>E	Não
<i>A. interrupta</i>	Sulcada	Glabro	Piloso	H>E	Não
<i>A. pusilla</i>	Sulcada ou levemente sulcada	Glabro	Piloso	H=E	Não
<i>A. seridoënsis</i>	Sulcada ou levemente sulcada	Glabro	Piloso	H>E	Não
<i>A. sylvestris</i>	Sulcada ou levemente sulcada	Glabro	Piloso	Variável	Não

5.4.6 Secção *Caulorrhizae*

Na secção *Caulorrhizae*, *A. repens* não produz, ou apenas produz raríssimas sementes. Desta forma, não foi possível a germinação de material para análise, e as observações foram realizadas em sete acessos de *A. pintoii*.

Uma característica da secção se refere aos ramos cotiledonares, que, assim como os que deles se originam, após relativo desenvolvimento, passam a enraizar nos nós formando os estolhos.

O modelo germinativo formado pelos acessos estudados de *A. pinto*, seguiu relativamente o modelo básico para o gênero (Figura 35) (Tabela 9). As disparidades encontradas dizem respeito à ausência de pilosidade do epicótilo e ao tipo de germinação. Esta variou entre os tipos fanero-gea e fanero-epígea, sendo que a grande maioria dos indivíduos apresentou a forma fanero-gea (Figura 36).



Figura 35. **A)** *Arachis pinto* (W 34b), com hipocótilo (→) e epicótilo (→) glabros e sem antocianina. **B)** *A. pinto* (G 12787) mostrando aurículas cotiledonares (→), pecíolos (→) e cotilédones planos (→).



Figura 36. Indivíduos de *Arachis pintoi* (V 5895) mostrando germinação de tipo fanero-gea.

Dois indivíduos do acesso W 647 apresentaram alongamento do entrenó cotiledonar, conforme consta no “*Diagrama da germinação básica da plântula e suas variações pontuais*” (Figura 17), mas esta não foi a característica predominante no acesso, uma vez que todos os demais indivíduos germinados mostraram cotilédones opostos.

Não foram encontradas divergências ao modelo padrão de plântula quanto à filotaxia do primeiro par de folhas (Anexo 1) e do eixo principal, inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e ao desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal.

Tabela 9: Espécies da secção *Caulorrhizae*. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécie	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. pintoi</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Glabro	H>E	Não

5.4.7 Secção *Procumbentes*

Em *Procumbentes*, secção que aloca atualmente nove espécies, a partir da retirada de *A. vallsii* (Lavia, 2008; Valls, 2006), foram analisados nove acessos de seis espécies, das quais foi possível tabular as características da germinação de cinco espécies. Os resultados refletem uma relativa similaridade entre os indivíduos.

Para *A. appressipila*, *A. hassleri*, *A. kretschmeri* e *A. lignosa*, o processo segue o modelo básico quanto à dilatação do colo, presença de aurículas e pecíolos cotiledonares e ausência de pêlos no hipocótilo. Somente em *A. appressipila*, houve presença de antocianina no hipocótilo e no epicótilo de algumas plantas (Figura 37). Nas outras três espécies acima citadas não houve a presença deste pigmento, seguindo o modelo padrão (Tabela 10).

A ausência de pilosidade do epicótilo foi comum a todas as espécies, sendo considerada disparidade ao modelo padrão.



Figura 37. A) *Arachis appressipila* (G 10002) com pigmentação do hipocótilo (→). B) *A. appressipila* (V 15099) com epicótilo antocianosado (→).

Em *A. rigonii* também foram observadas aurículas e pecíolos cotiledonares, além de uma superfície cotiledonar interna plana. A superfície cotiledonar plana foi também observada em *A. hassleri*, *A. kretschmeri* e *A. lignosa*, de acordo com o modelo padrão. Nestas duas últimas, a variação para cotilédones de superfície longitudinalmente acanalada também foi encontrada, sendo que, em *A. appressipila*, a forma acanalada foi claramente predominante sobre a forma plana (Tabela 10).

Houve relativa proporção entre a extensão do hipocótilo em relação ao epicótilo, sendo que em *A. hassleri* ambos se apresentavam muito curtos, principalmente levando-se em conta o longo tamanho dos pecíolos foliares (Tabela 10).

As folhas iniciais de espécies da secção *Procumbentes* mostraram como peculiaridade pecíolo muito longo (Figura 38). Este caráter é notável em várias das primeiras folhas, não apenas nas duas situadas logo acima dos cotilédones. Mais adiante, os pecíolos passam a mostrarem-se mais proporcionais às dimensões do limbo.

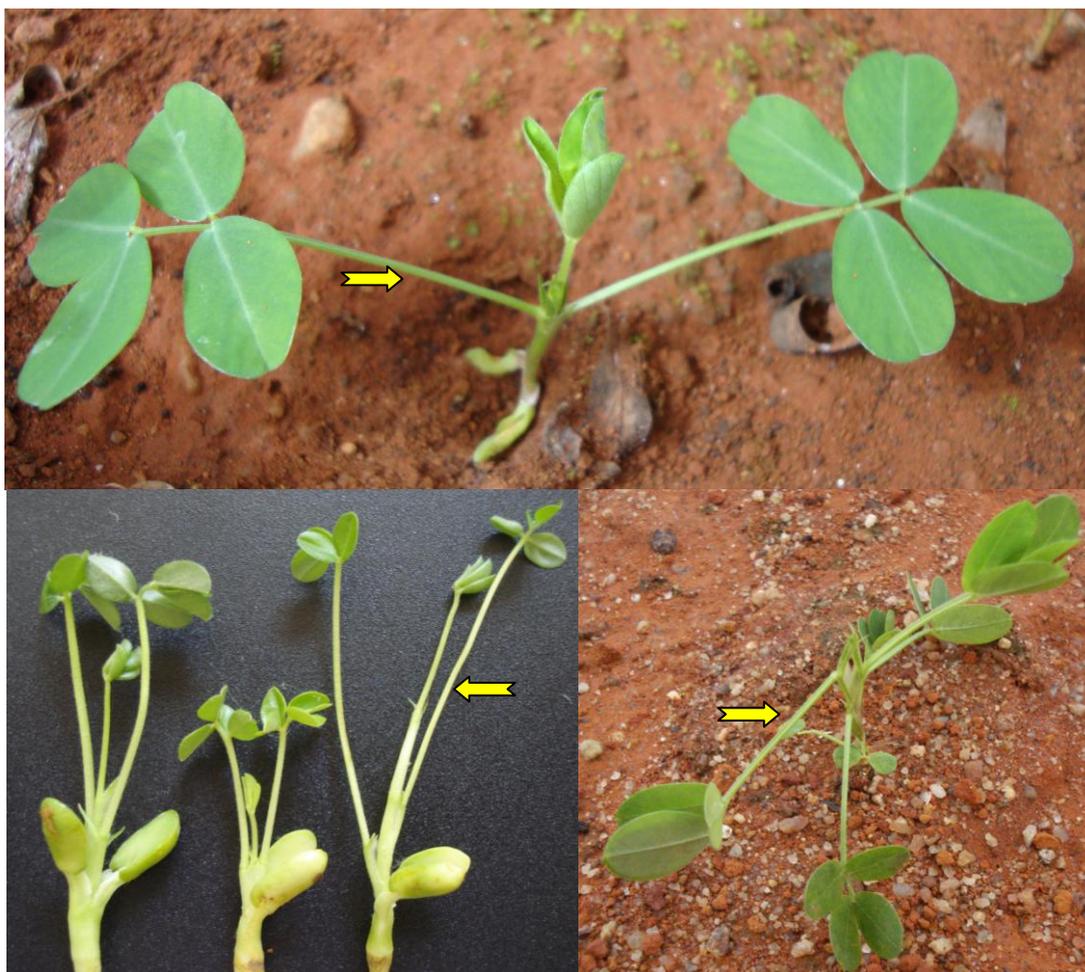


Figura 38. A) *Arachis appressipila* (G 10002), B) *A. hassleri* (Sv 3818) e C) *A. rigonii* (G 10034), todas espécies apresentando longo comprimento dos pecíolos foliares (→).

A germinação observada em *A. appressipila* (Figura 39) e *A. kretschmeri* foi do tipo fanero-epígea; enquanto em *A. lignosa* e *A. matiensis* foi encontrada germinação fanero-hipógea.

Não foram encontradas divergências em referência ao modelo padrão de plântula, quanto à filotaxia dos dois primeiros pares de folhas (Anexo 1) e do eixo principal, inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e ao desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal.



Figura 39. *Arachis appressipila* (V 15092). **A)** Primeiro dia de observação - hipocótilo com a curvatura típica de plantas epígeas, em que a barreira natural do solo precisa ser rompida para elevação dos cotilédones. **B)** Ainda no primeiro dia de observação, detalhe frontal. **C)** Segundo dia de observação - hipocótilo visivelmente alongado, levando os cotilédones até a superfície do solo.

Tabela 10: Espécies da secção *Procumbentes**. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. appressipila</i>	Plana ou acanalada	Glabro	Glabro	Variável	No hipocótilo e epicótilo de algumas plantas
<i>A. hassleri</i>	Plana	Glabro	Glabro	H=E	Não
<i>A. kretschmeri</i>	Plana ou acanalada	Glabro	Glabro	H=E	Não
<i>A. lignosa</i>	Plana ou acanalada	Glabro	Glabro	H=E	Não
<i>A. rigonii</i>	Plana	-	Glabro	-	Não

* Para *A. matiensis* não se obteve dados suficientes para sua inclusão na tabela.

5.4.8 Secção *Rhizomatosae*

As quatro espécies da secção *Rhizomatosae*, apresentam, de forma geral, raríssima produção de sementes. Enquanto para *A. nítida* e *A. pseudovillosa* não se obteve disponibilidade de germoplasma, sementes de *A. glabrata* postas a germinar não avançaram da fase de alongamento da radícula (Figura 40).



Figura 40. Sementes de *Arachis glabrata* (V 14538), cuja germinação não passou da fase de alongamento radicular.

Entretanto, foram encontrados a campo e estudados dois *seedlings* de *A. burkartii* (acessos V15260 e V15265). As observações obtidas para estas plântulas correspondem ao modelo padrão quanto à ausência de pêlos e antocianina na região do hipocótilo, e à presença de aurículas e pecíolos cotiledonares (Tabela 11). Ainda que a presença de pecíolos nos cotilédones seja uma característica esperada de uma plântula de *Arachis*, o comprimento deste pecíolo (variando de médio até alcançar o comprimento do cotilédone) mostrou-se fora dos padrões, em comparação com a maioria das outras espécies do gênero (Figura 41).

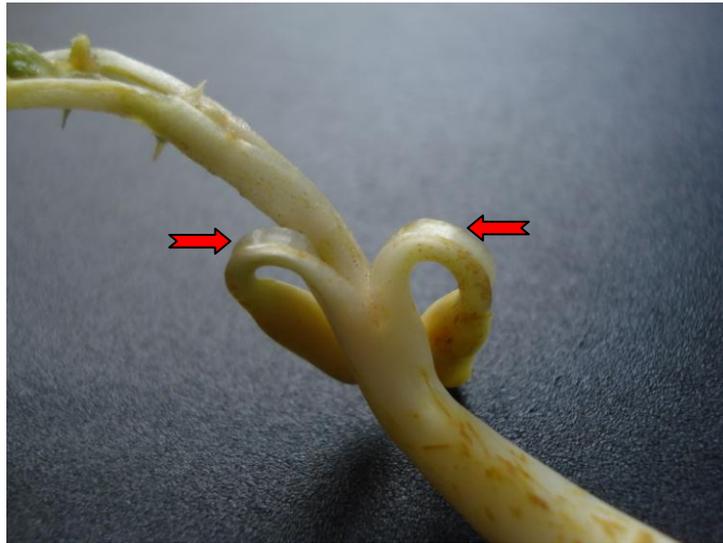


Figura 41. *Seedling* de *Arachis burkartii* (V 15265) evidenciando os longos pecíolos cotiledonares (→).

O epicótilo se apresentou muito curto em relação ao hipocótilo, dando a impressão que as primeiras folhas se inserem na base dos cotilédones (Figura 42A) (Tabela 10). Outras características divergentes em relação ao modelo padrão dizem respeito à superfície cotiledonar de formato acanalado (Figura 42B), ausência de pilosidade no epicótilo (Tabela 11), e ausência de dilatação na região do colo



Figura 42. A) *Arachis burkartii* (V 15260) mostrando curto epicótilo (→). B) *Arachis burkartii* (V 15265) com cotilédones acanalados (→).

Para o *seedling* que permitiu este tipo de observação, as folhas do primeiro par apresentaram filotaxia alterna (Figura 43). Tendo como base apenas um indivíduo, não é possível afirmar se esta disposição foliar ocorra como regra para a secção ou se é apenas uma observação pontual (como constatado para *A. interrupta* e *A. dardani*, apresentadas no item 5.2.1 “*Alongamento de entrenós*”).

O tipo de germinação não pôde ser observado nas espécies da secção *Rhizomatosae*.

Não foram encontradas divergências ao modelo padrão de plântula quanto à filotaxia do primeiro par de folhas (Anexo 1) e do eixo principal, inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e ao desenvolvimento e estabelecimento do eixo principal.



Figura 43. Folhas iniciais alternas (→) em *Arachis burkartii* (V 15265).

Tabela 11: Espécies da secção *Rhizomatosae**. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécie	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. burkartii</i>	Acanalada	Glabro	Glabro	H>E	Não

* Para *A. glabrata* não se obteve dados suficientes para sua inclusão na tabela.

5.4.9 Secção *Arachis*

A secção *Arachis* abriga atualmente 34 espécies, pela inclusão de *A. vallsii*, espécie anteriormente alocada na secção *Procumbentes* (Krapovickas & Gregory, 1994), mas que, segundo recentes estudos citológicos, exomorfológicos e de cruzabilidade, além de seu ciclo vital, é mais próxima daquelas da secção *Arachis* (Lavia, 2008; Valls, 2006). Além disto, o germoplasma coletado na área de fronteira do Mato Grosso com a Bolívia ainda inclui táxons de circunscrição duvidosa e ainda não descritos.

Silva (2008) aborda ainda a artificialidade desta secção, visto que suas bases estão consolidadas na proximidade de suas espécies componentes com *A. hypogaea*, espécie tipo, um aloploplóide resultante de dois diplóides muito distintos. Trata-se da secção mais volumosa e diversa, abrangendo espécies tetraplóides de (2n=40 cromossomos) e diplóides (tanto de 2n=18, como de 2n=20 cromossomos) (Valls, 2006).

Com base nestes dados, é óbvia a dificuldade de agrupar tantas espécies segundo características comuns. Para as 25 espécies silvestres e as duas variedades de *A. hypogaea* estudadas a partir de 49 acessos, as únicas características comuns se referiram

à presença de aurículas cotiledonares, ausência de pêlos na região do hipocótilo (Tabela 12), inserção dos ramos cotiledonares e ortogonais e filotaxia geral conforme o modelo padrão. Como exceção pontual a este último item, uma planta de *A. simpsonii* apresentou filotaxia oposta também para o segundo par de folhas como consta no item 5.2.2 “Bloqueio do alongamento de entrenós”.

A pilosidade do epicótilo, como encontrada no modelo padrão, foi comum a quase todas as espécies; sendo exceção a esta característica *A. cardenasii*, *A. praecox* e *A. vallsii*.

A presença de pecíolos cotiledonares também foi evidenciada em todas as espécies, embora em algumas, como *A. benensis*, *A. cardenasii*, *A. cruziana*, *A. diogoi*, *A. krapovickasii*, *A. microsperma*, *A. palustris*, *A. praecox*, *A. valida* e *A. hypogaea* var. *hypogaea* o pecíolo seja curto (Figura 44). Para *A. helodes* e *A. kempff-mercadoi* e *A. vallsii* tanto pecíolos longos quanto curtos foram encontrados.

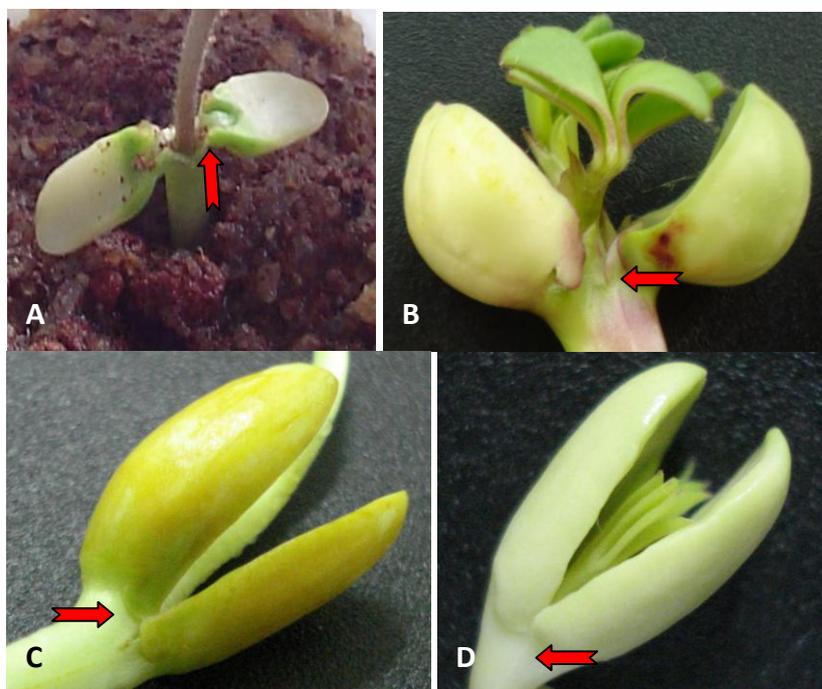


Figura 44. A) *Arachis microsperma* (V 14042), B) *A. hypogaea* var. *hypogaea* (V 12548), C) *A. praecox* (V 14682) e D) *A. palustris* (V 13023), todas com pecíolo cotiledonar curto (→).

Em maior ou menor grau, uma característica bastante peculiar foi apresentada no hipocótilo da maioria das espécies da secção *Arachis*: alargamento na região inferior, dando a impressão que o colo e a porção baixa o hipocótilo estão fundidas formando um engrossamento (Figura 45). As que não apresentaram esta característica foram *A. diogeni*, *A. palustris*, *A. praecox* e *A. hypogaea* var. *hirsuta*.



Figura 45. **A)** *Arachis duranensis* (V 14167), **B)** *A. glandulifera* (V 14730), **C)** *A. monticola* (Sj 2775) e **D)** *A. stenosperma* (V 10309), todas apresentando alargamento da base do hipocótilo (➡).

As características da superfície cotiledonar interna foram extremamente variáveis, indo de planas (*A. krapovickasii*, *A. microsperma*, *A. palustris*, *A. praecox*, *A. stenosperma*, *A. valida*) e levemente côncavas (*A. benensis*, *A. cardenasii*, *A. cruziana*, *A. decora*, *A. diogeni*, *A. helodes*, *A. ipaënsis*, *A. kuhlmannii* e *A. villosa*), como no

modelo padrão, a sulcadas e/ou acanoadas (*A. glandulifera*, *A. monticola*, *A. simpsonii*, *A. schininii*, *A. vallsii* e *A. hypogaea* var. *hirsuta*) (Figura 46) (Tabela 12).

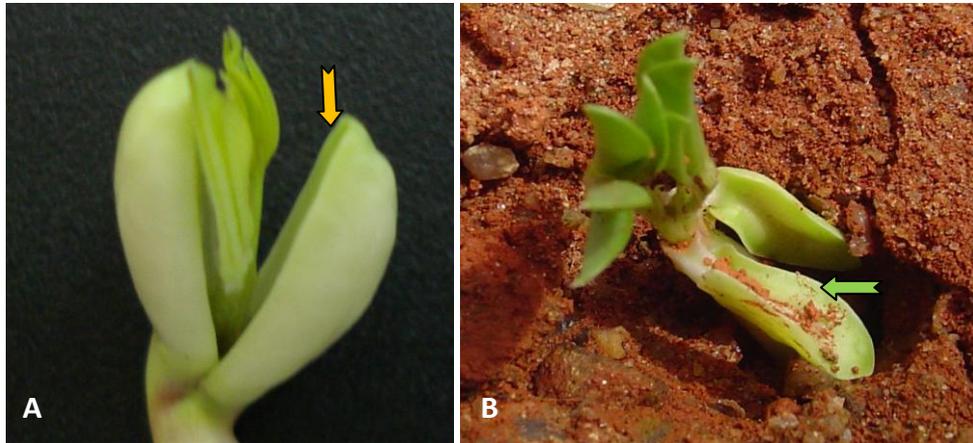


Figura 46. A) *Arachis valida* (V 13514) mostrando superfície cotiledonar interna plana (→). B) *A. schininii* (V 9923) com superfície acanoada (→).

A pigmentação antocianosada dos cotilédones ainda não havia sido observada em espécies de outras secções, mas, em *Arachis*, foi encontrada em indivíduos das espécies *A. diogoi*, *A. glandulifera*, *A. ipaënsis*, *A. krapovickasii*, *A. magna*, *A. monticola*, *A. vallsii* e nas variedades *hirsuta* e *hypogaea* de *A. hypogaea* (Figura 47) (Tabela 12).



Figura 47. A) *Arachis magna* (V 13751), B) *A. ipaënsis* (K 30076) e C) *A. hypogaea* var. *hirsuta* (Mf 1538), todas apresentando cotilédones antocianosados (→).

A presença de antocianina também foi encontrada em algumas plântulas no hipocótilo (*A. hypogaea* var. *hirsuta*, *A. hypogaea* var. *hypogaea*, *A. ipaënsis*, *A. magna*, *A. monticola*, *A. valida*) e epicótilo (*A. cardenasii*, *A. cruziana*, *A. decora*, *A. digoi*, *A. helodes*, *A. hypogaea* var. *hirsuta*, *A. hypogaea* var. *hypogaea*, *A. kempff-mercadoi*, *A. kuhlmannii*, *A. magna*, *A. microsperma*, *A. monticola*, *A. palustris*, *A. praecox*, *A. simpsonii*, *A. stenosperma*, *A. vallsii*, *A. villosa*) (Figura 48) (Tabela 12).

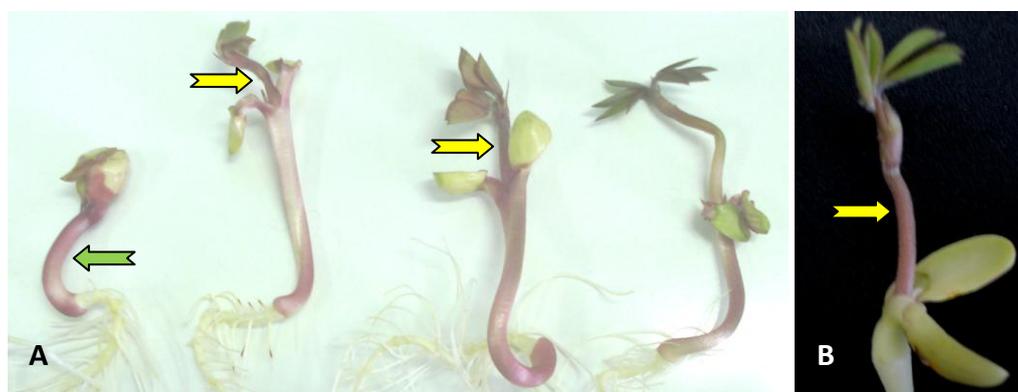


Figura 48. A) *Arachis hypogaea* var. *hirsuta* (Mf 1538) mostrando hipocótilo (→) e epicótilo (→) com presença de antocianina. B) *A. digoi* (Vp 5000) com epicótilo antocianosado (→).

A presença de antocianina nos cotilédones de *A. vallsii* é mais uma característica a justificar a transferência desta espécie para a secção *Arachis*, em que o caráter, não observado nas demais secções, é comum a várias espécies.

Seja nos cotilédones, hipocótilo ou epicótilo, a pigmentação antocianosada não corresponde ao modelo padrão de plântula de *Arachis*.

De forma geral, o comprimento do hipocótilo mostrou-se proporcional ao do epicótilo, a exceção de *A. digoi*, *A. ipaënsis* e *A. praecox* em que o comprimento do epicótilo excedeu o do hipocótilo (Figura 49) (Tabela 12).



Figura 49. *Arachis ipaënsis* (K 30076) mostrando comprimento do epicótilo (→) superior ao do hipocótilo (→).

A germinação foi fanero-hipógea em *A. kuhlmannii* e *A. palustris*. Em *A. simpsonii* e *A. stenosperma* foram encontradas tanto plântulas de germinação fanero-hipógea quanto fanero-gea; enquanto, em *A. batizocoi* e *A. helodes*, são apenas de germinação fanero-gea. Em *A. benensis*, tanto a forma fanero-gea quanto fanero-epígea foram observadas (Figura 50).

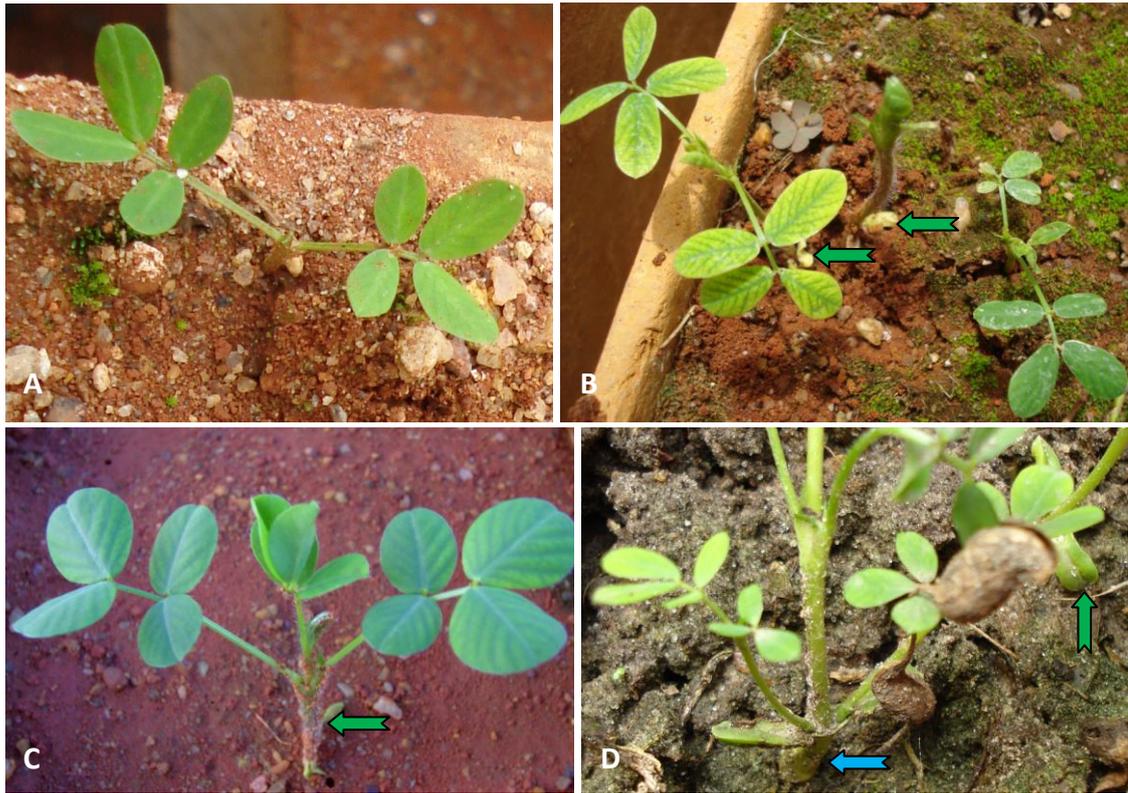


Figura 50. **A)** *Arachis kuhlmannii* (V 6404), germinação fanero-hipógea (cotilédones não estão visíveis). **B)** *Arachis simpsonii* (V 13710), germinação fanero-hipógea e fanero-gea (com cotilédones no nível do solo) (→). **C)** *Arachis batizocoi* (K 9484), com germinação fanero-gea (cotilédones aparecem no nível do solo) (→). **D)** *Arachis benensis* (K 35005), com germinação fanero-gea (cotilédones no nível do solo) (→) e fanero-epígea (com elevamento dos cotilédones acima do solo, em decorrência do alongamento do hipocótilo) (→).

Tabela 12: Espécies da secção *Arachis**. Relação entre caracteres como a forma da superfície cotiledonar interna, a ausência ou presença de pêlos no hipocótilo e epicótilo, relação do comprimento entre hipocótilo (H) e epicótilo (E) e a presença ou ausência de antocianina nas regiões do hipocótilo, cotilédones e epicótilo.

Espécies	Superfície cotiledonar interna	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. benensis</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	-
<i>A. cardenasii</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Glabro	H=E	No epicótilo
<i>A. cruziana</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo
<i>A. decora</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	-	-	No epicótilo
<i>A. diogoi</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H<E	Nos cotilédones e epicótilo
<i>A. duranensis</i>	-	Glabro	Piloso	H=E	-
<i>A. glandulifera</i>	Sulcada ou acanoada	Glabro	Piloso	H=E	Nos cotilédones
<i>A. gregoryi</i>	-	-	Piloso	-	-
<i>A. helodes</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo

Espécies	Superfície ventral cotiledonar	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. hypogaea</i> var. <i>hirsuta</i>	Sulcada ou acanoada	Glabro	Piloso	H=E	Nos cotilédones, hipocótilo e epicótilo
<i>A. hypogaea</i> var. <i>hypogaea</i>	-	-	-	H=E	Nos cotilédones, hipocótilo e epicótilo
<i>A. ipaënsis</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H<E	Nos cotilédones e hipocótilo
<i>A. kempff-mercadoi</i>	-	Glabro	-	H=E	No epicótilo
<i>A. krapovickasii</i>	Plana	Glabro	Piloso	H=E	Nos cotilédones
<i>A. kuhlmannii</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo de algumas plantas
<i>A. magna</i>	-	-	Piloso	-	Nos cotilédones, hipocótilo e epicótilo
<i>A. microsperma</i>	Plana	-	Piloso	-	No epicótilo
<i>A. monticola</i>	Sulcada ou acanoada	Glabro	Piloso	H=E	Nos cotilédones, hipocótilo e epicótilo de algumas plantas
<i>A. palustris</i>	Plana	Glabro	Glabro	-	No epicótilo

Espécies	Superfície ventral cotiledonar	Hipocótilo Piloso/ Glabro	Epicótilo Piloso/ Glabro	Relação H/E	Antocianina
<i>A. praecox</i>	Plana	Glabro	Glabro	H<E	No epicótilo
<i>A. schininii</i>	Sulcada ou acanoada	Glabro	Piloso	-	-
<i>A. simpsonii</i>	Sulcada ou acanoada	-	Piloso	-	No epicótilo
<i>A. stenosperma</i>	Plana	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo
<i>A. valida</i>	Plana	Glabro	-	H=E	No hipocótilo
<i>A. vallsii</i>	Sulcada ou acanoada	Glabro	Glabro	H=E	Nos cotilédones e epicótilo
<i>A. villosa</i>	Plana ou levemente côncava	Glabro	Piloso	H=E	No epicótilo

* Para *A. batizocoi* e *A. sp.* não se obteve dados suficientes para sua inclusão na tabela.

6. CONCLUSÕES

As espécies do gênero *Arachis* mostram adaptações morfológicas muito diversas, acumuladas durante a evolução e dispersão do gênero, que resultam de ajustes milenares às condições edáficas e climáticas dos distintos ecossistemas em que se estabeleceram. Algumas destas adaptações são perceptíveis durante a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial das plântulas.

O tipo de germinação variou entre as formas fanero-hipógea, fanero-gea e fanero-epígea, sendo que somente para as secções *Trirectoides* (fanero-hipógea), *Extranervosae* (fanero-hipógea), *Triseminatae* (fanero-epígea) e *Caulorrhizae* (fanero-gea) pode-se chegar a um consenso entre as espécies e acessos a respeito da germinação das sementes.

Caracteres como a presença de pecíolos e aurículas cotiledonares, e a filotaxia do eixo principal e dos ramos cotiledonares não apresentaram variação entre as secções. A supressão do alongamento do entrenó cotiledonar e daquele situado entre as duas primeiras folhas, bem como o alongamento normal dos demais, não apresentaram variações significativas, mostrando-se apenas casos pontuais.

Algumas variações apresentaram-se como peculiares de determinadas secções ou espécies, como as folhas trifolioladas e ausência de ramos cotiledonares, ortogonais e/ou laterais em *Trirectoides*, os longos pecíolos foliares das espécies em *Procumbentes*; o formato do hipocótilo e presença de antocianina nos cotilédones de espécies de *Arachis*, cotilédones com sulcos ramificados de *A. triseminata* em *Triseminatae* e o escorrimento de gemas cotiledonares em todos os indivíduos estudados de *A. pusilla* e *A. seridoënsis*, ambas da secção *Heteranthae*.

Nas secções, há relativa homogeneidade, como observado em *Trirectoides*, *Erectoides*, *Extranervosae*, *Triseminatae*, *Caulorrhizae* e *Rhizomatosae*. A secção *Arachis*

mostrou grandes variações, fato que atribuímos ao grande número de espécies abrangidas em seu domínio e a ser esta a secção adaptada a mais ambientes distintos.

Tendo em vista tanto a quantidade de material analisado, número de espécies alocadas e as variações encontradas, uma avaliação das secções nos permite afirmar que *Procumbentes* mostrou-se a mais homogênea.

Por outro lado, a secção taxonômica *Heteranthae* - que engloba somente cinco espécies - demonstrou uma heterogeneidade desproporcional. Seus representantes mostraram as mais variadas características, não seguindo, em momento algum, um padrão uniforme. Além de não apresentarem características comuns, encontram-se, em suas espécies, caracteres considerados exceções no gênero, como o escorrimento de gemas cotiledonares e alongamento do entrenó localizado entre o primeiro par de folhas. Embora sejam pontuais, tais características apresentaram-se individualmente em quatro das cinco espécies, o que pode ser considerada uma taxa alta de variação.

É possível que a secção *Heteranthae* não seja monofilética e seus elementos poderiam ter derivado de secções distintas, apenas evoluindo de modo morfológicamente convergente para se adaptarem às condições semi-áridas do Nordeste brasileiro, onde se concentra sua ocorrência.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEM, A.C.; VALLS, J.F.M. Recursos Forrageiros Nativos do Pantanal Mato-Grossense. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Brasília: Centro Nacional de Recursos Genéticos, 339 p., 1987.
- ANGELICI, C.M.L.C.D.; HOSHINO, A.A.; NÓBILE, P.M.; PALMIERI, D.A.; VALLS, J.F.M.; GIMENES, M.A.; LOPES, C.R. Genetic diversity in section *Rhizomatosae* of the genus *Arachis* (Fabaceae) based on microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.31, n.1, p.79-88, 2008.
- AMORIM, I.L. *et al.* Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby - Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 3, 2008 .
- BELTRATI, C.M. Estudo morfo-anatômico de sementes e plântulas de *Esenbeckia febrifuga* (St. Hill.) A. Juss. ex Mart. (Rutaceae). **Naturalia**, v.16, n.1, p.161-169, 1991.
- BELTRATI, C.M.; ALVES JR, V.V.; PAGANO, S.M. Estudo morfo-anatômico das sementes e plântulas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 45, n.4, p.499-506, 1985.
- BELTRATI, C.M.; BRUNINI, J. Morfologia, anatomia e desenvolvimento das sementes e plântula de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.48, n.4, p.673-681, 1988.
- BENTHAM, G. On the structure and affinities of *Arachis* and *Voandzeia*. **Transactions of the Linnean Society of London**, v.18, p.155–162, 1841.
- BOOTE, K.J. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.) **Peanut Science**, v.9, p.35–39, 1982.
- CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Morfologia, anatomia e desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. e *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). 1996.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.
- CASTRO, C.M.; WAGNER, C.M.; VALLS, J.F.M.; KARIA, C.T. Morphological characters with potential use as varietal descriptors in *Arachis pintoi*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.279-287, 2007

- COELHO, P.J.A.; MORETZSOHN, M.C.; VALLS, J.F.M. Análise das relações genéticas entre espécies silvestres de *Arachis* utilizando marcadores RAPD. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 24p., 2001.
- COMPTON, R.H. Investigation of the seedling structure in the Leguminosae. **Journal of the Linnean Society of London**, v.41, p.122, 1912.
- CONAGIN, C.H.T.M. Desenvolvimento dos frutos nas espécies selvagens de amendoim (*Arachis* spp.), **Bragantia**, v.18, n.5, p.51-70, 1959.
- COOK, B.G; CROSTHWAITE, I.C Utilization os *Arachis* species as forage. In: Smartt, J. (ed) **The Groudnut Crop: A Basis for Scientific Improvement**. Chapman & Hall, London, p.624-657, 1994.
- CORADIN, L. Parentes silvestres e variedades crioulas das espécies de plantas cultivadas no país. In: Ministério do Meio Ambiente. **Parentes Silvestres das Espécies de Plantas Cultivadas**. Brasília: MMA, p.7–10, 2006.
- DE CANDOLLE, A. P. **Mémoires sur la famille des Légumineuses**. Paris: Belin, v.4, p.236-240, 1825.
- DUKE, J.A. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.52, n.3, p.314-350, 1965.
- DUKE, J.A.; POLHILL, R.M. Seedlings of Leguminosae. In: POLHILL, R.M.; RAVEN, P.H., eds. **Advances in Legume Systematics**. Kew: Royal Botanic Gardens, p.941-949, 1981.
- FÁVERO, A.P. **Cruzabilidade entre espécies silvestres de *Arachis*, visando à introgressão de genes de resistência a doenças no amendoim cultivado. 2004.** Tese de Doutorado, PG/Genética e Melhoramento de Plantas-ESALQ-USP/Piracicaba, SP, 2004.
- FÁVERO, A.P.; SIMPSON, C.E.; VALLS, J.F.M.; VELLO, N. Study of the evolution of cultivated peanut through crossability studies among *Arachis ipaënsis*, *A. duranensis*, and *A. hypogaea*. **Crop Science**, v.46, p.1546-1522, 2006.
- FÁVERO, A.P.; MORAES, S.A.; GARCIA, A.A.F.; VALLS, J.F.M.; VELLO, N.A. Characterization of rust, early and late leaf spot resistance in wild and cultivated peanut germplasm. **Scientia Agricola**, v.66, n.1, p.110-117, 2009.
- FERNÁNDEZ, A.; KRAPOVICKAS, A. Cromosomas y evolución en *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v.8, p.187–220, 1994.

- FONT QUER, M. P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Labor, 1977. 1244p.
- FÖRSTER, P. Die Keimpflanzen der Tribus Ranunculeae und der Tribus Adonideae Kunth (Ranunculaceae). **Flora**, v.192, p.133-142, 1997.
- FREITAS, F.O. Ampliação da área de ocorrência da espécie *Arachis villosulicarpa* Hoehne. **Comunicado técnico Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília-DF, n.106, 2004.
- GARWOOD, N.C. Studies in Annonaceae. XX. Morphology and ecology of seedlings, fruits and seeds of selected Panamanian species. **Botanische Jahrbücher**, v.117, p.1-152, 1995.
- GIFFORD, E.M. & FOSTER, A.S. **Morphology and Evolution of Vascular Plants**. 3 ed. New York: W.H. Freeman, 1989.
- GRANER, E.A.; GODOY Jr, C. **Culturas da Fazenda Brasileira**. São Paulo: Ed. Melhoramentos, n.10, 1962.
- GREGORY, W.C.; KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, M.P. Structure, variation, evolution and classification in *Arachis*. In: SUMMERFIELD, R.J.; BUNTING, A.H. eds. **Advances in Legume Science**. Kew: Royal Botanical Gardens, p.469–481, 1980.
- HAMMONS, R.O. The origin and history of the groundnut. In: Smartt, J. (ed) **The Groundnut Crop: A Basis for Scientific Improvement**. Chapman & Hall, London, p.24-42, 1994.
- HERMANN, F.J. A synopsis of the genus *Arachis*. **USDA Agricultural Monographs**. 19. Washington: USDA, 26 p., 1954.
- HOEHNE, F.C. Leguminosas-Papilionadas. Gênero: *Arachis*. **Flora Brasílica**, v.25, p.1–20, 1940.
- KERRIDGE, P.C.; HARDY, B. **Biology and Agronomy of Forage *Arachis***. Cali: Centro internacional de agricultura tropical, n.240, 209p., 1994.
- KETRING, D.L.; BROWN, R.H.; SULLIVAN, G.A.; JOHNSON, B.B. Growth physiology. In: PATTEE, H.E.; YOUNG, C.T. (Ed.). **Peanut Science and Technology**. Yoakum: American Peanut Research and Education Society, p.411-457, 1982.
- KOPPOLU, R.; UPADHYAYA, H.D.; DWIVEDI, S.L.; HOISINGTON, D.A.; VARSHNEY, R.K. Genetic relationships among seven sections of genus *Arachis* studied by using SSR markers. **BMC Plant Biology**, 10:15, 2010.

- KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W.C. Taxonomía del género *Arachis*. **Bonplandia**, v.8, p.1–186, 1994.
- KUMARI, T.S.; SINGH, B.G.; RAO, L.M. Analysis of growth stages in groundnut genotypes (*Arachis hypogaea*). **Journal of Oilseeds Research**, v.5, p.62-71, 1988.
- KUNIYOSHI, H.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com *Araucaria***. 1983. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.
- LASCA, D.H.C **Cultura do amendoim**. Campinas: CATI, p.6, 1979.
- LAVIA, G.I.; FERNÁNDEZ, A.; SEJO, J.G. Cytogenetic and molecular evidences on the evolutionary relationships among *Arachis* species. In: Sharma, A.K.; Sharma, A. **Plant Genome: Biodiversity and Evolution**. v.1, c.5, p.101-134, 2008.
- LAVIA, G.I.; ORTIZ, A.M.; FERNÁNDEZ, A. Karyotypic studies in wild germoplasm of *Arachis* (Leguminosae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.56, p.755-764, 2009.
- LAWRENCE, G.H.M. **Taxonomia das Plantas Vasculares**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 1973.
- LIMA, H.C. Tribo Dalbergieae (Leguminosae Papilionoideae) – Morfologia dos frutos, sementes e plântulas e sua aplicação na sistemática. **Arquivo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v.30, p.1-42, 1990.
- LINNAEUS, C. **Species Plantarum**. v.2, 1753.
- LOPES, J.C.; MATHEUS, M.T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – Faveiro-de-Wilson (Fabaceae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.96-101, 2008.
- LÓPEZ, J.; DEVESA, J.A.; RUIZ, T.; ORTEGA-OLIVENCIA., A. Seedling morphology in Genisteae (Fabaceae) from south-west Spain. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.127, p.229-250, 1998.
- MOREIRA-CONEGLIAN, I.R.; OLIVEIRA, D.M.T. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 2, 2006.
- MOSCHETA, I.S. **Morfologia e desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Trichilia catigua* A. Juss. (Meliaceae- Melioideae)**. 1995. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

- MOURÃO, K.S.M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L.A.; MOSCHETTA, I.S. Morfo-anatomia da plântula e do tirodendro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw. (Meliaceae). **Acta Scientiarum**, v.24, n.2, p.601-610, 2002.
- NEMOTO, T.; OHASHI, H. Seedling morphology of *Lespedeza* (Leguminosae). **Journal of Plant Research**, v.106, p.121-128, 1993.
- NOZZOLILLO, C. Seedling morphology and anatomy of eight *Cicer* species and their taxonomic value. **Canadian Journal of Botany**, v.63, p.1-6, 1985.
- OLIVEIRA, D.M.T. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. **Acta Botanica Brasilica**, v.13, n.3, p.263-269, 1999.
- OLIVEIRA, D.M.T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de Phaseoleae, Sophoreae, Swartzieae e Tephrosieae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, p.85-97, 2001.
- OLIVEIRA, E.C. Morfologia de plântulas. In: AGUIAR, I. B. *et al.* **Sementes Florestais Tropicais**. Brasília: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, cap.5, p.175-213, 1993.
- OTERO, J.R. **Notas de uma viagem de estudos aos campos do Sul do Mato Grosso**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola. Ministério da Agricultura, 53p., 1941.
- PAGANELLA, M.B.; VALLS, J.F.M. Caracterização morfológica de cultivares e acessos selecionados de *Arachis pintoi* Krapov. & Gregory. **Pasturas Tropicais**, v.24, n.2, p.23-30, 2002.
- PARRA, P. Estudio de la morfología externa de plântulas de *Calliandra gracilis*, *Mimosa albida*, *Mimosa arenosa*, *Mimosa camporum* y *Mimosa tenuiflora*. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.13, p.311-350, 1984.
- PEÑALOZA, A.P.S. Citogenética das espécies silvestres do gênero *Arachis* (Leguminosae). In: CAVALCANTI, T.B. & WALTER, B.M.T. (eds) **Tópicos atuais em Botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p.45-49, 2000.
- PEÑALOZA, A.P.S.; VALLS, J.F.M. Chromosome number and satellited chromosome morphology of eleven species of *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v.14, p.65-72, 2005.
- RAMOS, V.R. **Caracterização da resistência às cercosporioses, lagarta do cartucho e lagarta da soja em espécies silvestre do gênero *Arachis*, para uso no**

- melhoramento genético do amendoim. 2007.** Tese de Doutorado, Instituto de Biociências/Botucatu, SP, 2007.
- RIGONI, V. Maní. *Arachis hypogaea*. In: PARODI, L.R. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Buenos Aires: Acme, v.2, p.686, 1964.
- RICARDI, M., TORRES, F., HERNÁNDEZ, C.; QUINTERO, R. Morfologia de plântulas de arbores venezolanos. **Revista Forestal Venezolana**, v.27, p.15-56, 1977.
- RODRIGUES, L.S.; VALLS, J.F.M. Cruzabilidade de *Arachis vallsii* com espécies das secções *Arachis*, *Caulorrhizae*, *Erectoides* e *Procumbentes* do gênero *Arachis*. **Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**, 3, Gramado, 2005.
- RODRIGUES, L.S. **Análise das relações de cruzabilidade interespecífica e interseccional no gênero *Arachis*. 2006.** Tese (Doutorado), Universidade Federal Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil. 2006.
- RODRIGUES, R.S.; TOZZI, A.M.G.A. Morfologia de plântulas de cinco leguminosas genistóides arbóreas do Brasil (Leguminosae-Papilionoideae). **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.3, p.599-607, 2007.
- RODRIGUES, R.S.; TOZZI, A.M.G.A. Systematic relevance of seedling morphology in *Acosmium*, *Guianodendron*, and *Leptolobium* (Leguminosae, Papilionoideae). **Brittonia**, v. 60, n. 3, p. 287-296, 2008.
- SEIJO, G.J.; LAVIA, G.I.; FERNANDEZ, A.; KRAPOVICKAS, A. Genomic relationships between the cultivated peanut (*Arachis hypogaea* – Leguminosae) and its close relatives revealed by double GISH. **American Journal of Botany**, 2007.
- SILVA, G.S **Contribuição à taxonomia do gênero *Arachis* – secção *Arachis* à luz do estudo de espécies e híbridos interespecíficos. 2008.** Dissertação de mestrado - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- SILVA, L.L. **Morfologia, anatomia e desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., *Esenbeckia grandiflora* Mart., *Dictyoloma vandellianum* Adr. Juss. e *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler (Rutaceae). 2001.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- SOUZA, L.A.; MOSCHETA, I.S. Morfo-anatomia do fruto e da plântula de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.52, n.3, p.439-447, 1992.

- STALKER, H.T.; SIMPSON, C.E. Germplasm resources in *Arachis*. In: PATTEE, H.E.; STALKER, H.T., eds. **Advances in Peanut Science**. Stillwater: American Peanut Research and Education Society, p.14-53, 1995.
- TALLURY, S.P.; HILU, K.W.; MILLA, S.R.; FRIEND, S.A.; ALSAGHIR, M., STALKER, H.T.; QUANDT, D. Genomic affinities in *Arachis* section *Arachis* (Fabaceae): molecular and cytogenetic evidence. **Theoretical and Applied Genetics**, v.111, p.1229-1237, 2005.
- TILLICH, H.-J. Seedling morphology in Iridaceae: indications for relationships within the family and to related families. **Flora**, v.192, p.220-242, 2003.
- TORRES, E.B. Identificación de plántulas de algunas especies arbóreas del bosque de Niebla. **Perez-Arbelaesia**. v.1, p.39-95, 1985.
- URQUIZA, N.G.; SOUZA-SILVA, J.C. Caracterização morfológica dos frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Astronium fraxinifolium* Scotch. (Anacardiaceae). **UNICIÊNCIAS**, v.9, 2005.
- VALLS, J.F.M. Recursos genéticos de *Arachis*: Avanços no conhecimento botânico e a situação atual de conservação e uso. **Agrociencia**, v.9, p.123–132, 2005.
- VALLS, J.F.M. Taxonomia do gênero *Arachis* à luz das investigações mais recentes. **Encontro Internacional de Especialistas em Arachis**, 5, Córdoba, 2006.
- VALLS, J.F.M.; PEÑALOZA, A.P.S. Mapeamento da distribuição geográfica das espécies brasileiras de *Arachis*, com vistas à conservação dos parentes silvestres e das variedades crioulas do amendoim (*Arachis hypogaea*). In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Parentes Silvestres das Espécies de Plantas Cultivadas**. Brasília: MMA, p.16-19, 2006.
- VALLS, J.F.M.; SIMPSON, C.E. New species of *Arachis* L. (Leguminosae) from Brazil, Paraguay and Bolivia. **Bonplandia**, v.14, p.35–63, 2005.
- WEST, N.E. Outline of autoecological studies of range grasses. **Journal of Range Management**, v.21, p.102-105, 1968.
- YARBROUGH, J.A. *Arachis hypogaea*. The seedling, its cotyledons, hypocotyls and roots. **American Journal of Botany**, v.36, p.758-772, 1949.
- YARBROUGH, J.A. *Arachis hypogaea*. The seedling, its epicotyls and foliar organs. **American Journal of Botany**, v.44, p.19-44, 1957.