

## Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Papilionoideae - Fabaceae)<sup>1</sup>

Débora Aparecida Verde de Andrade<sup>2</sup>, Flavia Aparecida Ortolani<sup>3,4</sup>, José Roberto Moro<sup>3</sup> e Fabíola Vitti Moro<sup>2</sup>

Recebido em 23/02/2007. Aceito em 4/09/2007

**RESUMO** – (Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Papilionoideae - Fabaceae)). Frutos, sementes e plântulas de *Crotalaria lanceolata*, conhecida popularmente como guizo-de-cascavel, chocalho-de-cobra, xique-xique ou feijão-de-guizo, planta tóxica infestante que ocorre no Estado de São Paulo, foram estudadas morfológicamente e citogeneticamente. Os frutos são secos, deiscentes, polispérmicos e do tipo legume. As sementes são reniformes e o embrião é constituído de eixo embrionário e dois cotilédones. A testa pode apresentar variadas tonalidades de castanhos. A germinação é epígea e fanerocotiledonar. A espécie apresenta número cromossômico diplóide  $2n = 16$  com formulação cariotípica  $12M + 4SM$  e comprimento cromossômico médio geral de  $3,340 \pm 0,689$ .

**Palavras-chave:** Citogenética, *Crotalaria*, fruto, germinação, semente

**ABSTRACT** – (Morphological aspects of fruits and seeds and cytogenetic characterization of *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (Papilionoideae - Fabaceae)). *Crotalaria lanceolata*, known popularly as “guizo-de-cascavel”, “xique-xique” or “feijão-de-guizo”, is a toxic weed that occurs in the state of Sao Paulo. Fruits, seeds and seedlings were studied morphologically and cytogenetically. The fruits are dry, dehiscent, polyspermic legumes. The seeds are kidney shaped and the embryo consists of an embryonic axis and two cotyledons. The seed tegument comes in various chestnut tones. Germination is phanerocotylar and epigeal. The species has a mitotic chromosome number  $2n = 16$  with karyotype formula  $12M + 4SM$ ; overall mean chromosome length is  $3.340 \pm 0.689$ .

**Key words:** Cytogenetic, *Crotalaria*, fruit, germination, seed

### Introdução

A família Fabaceae é uma das maiores entre o grupo das dicotiledôneas. Compreende três subfamílias: Papilionoideae, Mimosoideae e Caesalpinioideae (Biondo *et al.* 2005) distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do território brasileiro (Joly 2002). A subfamília Papilionoideae possui aproximadamente 600 espécies que ocupam regiões de savana e cerrado (Polhill 1982; Cuco *et al.* 2003). Dentro desta subfamília destaca-se o gênero *Crotalaria*, muito importante na agricultura, sendo utilizado como plantas forrageiras e em consórcio de culturas (Leihner 1983), pois atenuam os problemas de erosão e melhoram a fertilidade do solo (Amabile *et al.* 1994). *Crotalaria lanceolata* E. Mey., vulgarmente conhecida como guizo-de-cascavel, chocalho-de-cobra ou xique-xique, é originária da África e foi introduzida no Brasil com a finalidade de cultivo de cobertura de solo e fornecimento de adubo verde sendo considerada atualmente como uma planta invasora, em

face de sua ampla disseminação natural (Leitão Filho *et al.* 1975; Lorenzi 2000). Esta espécie vem sendo muito utilizada em consorciamento com a cultura de mandioca em Santa Catarina, com o intuito de promover maior eficiência no controle de plantas daninhas e melhor equilíbrio da população de pragas e doenças, além de proporcionar melhor exploração de água e de nutrientes, melhor proteção do solo pela cobertura foliar e maiores retornos econômicos (Mattos & Dantas 1981; Leihner 1983). É uma planta herbácea, ereta, pouco ramificada, de caule glabro, com vagens cilíndricas de 4 a 6 cm de comprimento e propaga-se por sementes. Um único fruto pode conter cerca de quarenta sementes, as quais apresentam variações na cor do tegumento (Carvalho & Nakagawa 1988). Estas sementes são consideradas venenosas porque possuem em sua composição alcalóides pirrolizidínicos (APs) que formam uma classe de compostos secundários, com cerca de 360 estruturas conhecidas (Hartmann & Witte 1995). Essas substâncias desempenham um importante papel na defesa

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro Autor

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCAV - Jaboticabal), Laboratório de Morfologia Vegetal, Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s.n., 14884-900 Jaboticaba, SP, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP/FCAV - Jaboticabal), Laboratório de Citogenética, Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s.n., 14884-900 Jaboticaba, SP, Brasil

<sup>4</sup> Autor para correspondência: fortol@ig.com.br

química, sendo tóxica para os vertebrados e impalatáveis para insetos herbívoros (Culvenor *et al.* 1976).

Taxonomicamente, informações descritivas da semente podem e devem ser utilizadas na caracterização de famílias, gêneros e/ou espécies (Toledo & Marcos Filho 1977). Geralmente, os caracteres mais utilizados em taxonomia são os mais superficiais, embora os aspectos internos, como a presença ou ausência de endosperma, forma e posição do embrião e número de cotilédones sejam os mais importantes para a classificação (Lawrence 1973 *apud* Ferreira & Cunha 2000). É importante salientar que a combinação de características da semente e do indivíduo adulto representado pela plântula fornece subsídios para a identificação de espécies no campo (Amo 1979). O reconhecimento de plântulas e plantas jovens em um determinado momento pode ser de grande valor para estabelecer dinâmicas populacionais (Silva *et al.* 1988). Informações cariotípicas desde uma simples contagem até estudos moleculares detalhados atuam como importantes ferramentas auxiliares na identificação taxonômica (Stace 2000). As análises cariotípicas constituem um procedimento de grande utilidade para a diferenciação de categorias taxonômicas próximas, particularmente nos casos onde as características fenotípicas não são suficientes para uma separação confiável em táxons distintos, além de esclarecer, em muitos casos, os fundamentos genéticos e citológicos da variabilidade dentro de uma família (Martinez 1976).

Estudos morfológicos e citogenéticos de plantas tóxicas têm atraído a atenção de alguns pesquisadores (Groth & Liberal 1988; Maciel & Schifino-Wittmann 2002; Medonça Filho *et al.* 2002; Schifino-Wittmann 2004). Estudos citogenéticos referentes ao gênero *Crotalaria* restringem-se à contagem do número cromossômico em muitas espécies (Gupta & Gupta 1978; Raina & Verna 1979). Relatos que envolvam a classificação cromossômica não são encontrados na literatura.

Com base nessas informações, o presente trabalho visou descrever a morfologia do fruto e das sementes e caracterizar citogeneticamente a espécie *Crotalaria lanceolata* E. Mey. com o objetivo de levantar informações que possam contribuir em estudos de taxonomia, bem como auxiliar no reconhecimento e eliminação precoce desta planta invasora evitando a intoxicação e perda de animais domésticos.

## Material e métodos

Sementes de *Crotalaria lanceolata* foram coletadas no município de Matão (São Paulo, Brasil). As sementes foram caracterizadas quanto à forma e dimensões

segundo os métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (Brasil 1992) e Damiano Filho (1997). Esses exemplares foram postos para germinar em placas de Petri forradas com papel filtro umedecido com nistatina 3% e mantidas em temperatura ambiente. As fases de desenvolvimento morfológico das sementes foram esquematizadas e caracterizadas aos 7, 15 e 21 dias. Todas estas fases foram documentadas em esquemas realizados com o auxílio de estereomicroscópio equipado com câmara clara. A análise morfológica foi baseada na descrição feita por Esau (1966) e Damiano Filho (2005).

Os frutos foram caracterizados quanto às dimensões (comprimento, largura e espessura), peso, partes constituintes, teor de água no pericarpo e deiscência. Dez frutos foram analisados quanto a sua massa total, sendo estes, posteriormente, abertos para a contagem do número de sementes e peso de 20 sementes por fruto. As sementes foram analisadas quanto à forma, tipo e constituição do tecido de reserva, partes constituintes do embrião e forma dos cotilédones, com base em Damiano Filho (1997). Com relação à biometria foram obtidas as medidas de comprimento, largura e espessura, com auxílio de paquímetro digital.

Para a caracterização citogenética utilizou-se ápices de raízes. Sementes foram postas para germinar em placas de Petri forradas com papel filtro umedecido com solução de nistatina 2% e regadas periodicamente, com a mesma solução, até obtenção de raízes com cerca de 2 cm de comprimento. Essas raízes foram coletadas e tratadas com 8-hidroxiquinoleína 0,003 M por 90 minutos à 36 °C. Em seguida, foram fixadas em solução Carnoy (3 metanol: 1 ácido acético glacial) e mantidas em geladeira por 24 horas. As raízes passaram por três lavagens seguidas em água destilada, com duração de cinco minutos cada. Posteriormente, foram hidrolisadas em HCl 1N à 60 °C, por 12 minutos e maceradas em ácido acético 45%. Após secagem as lâminas foram coradas em solução Giemsa 2% por 6 minutos. A observação do material foi feita em microscópio Zeiss com aumento de até 1000x. A contagem dos cromossomos e a cariologia foram auxiliadas pelo sistema de imagem IKAROS (Metasystems) utilizando-se dez metáfases, enquanto a biometria cromossômica foi efetuada com KS-300, versão 2.02 da Kontron Elektronik. O comprimento cromossômico médio e o desvio-padrão foram obtidos no programa Excel (Microsoft).

## Resultados e discussão

Germinação e morfologia de sementes e frutos – Os frutos são secos, polispérmicos, deiscentes do tipo legume com número médio de 48 sementes por fruto, peso médio total de  $0,24 \pm 0,013$  mg e comprimento médio

de  $2,5 \pm 0,34$  cm, largura média de  $0,7 \pm 0,21$  cm e espessura média de  $0,3 \pm 0,12$  cm. As sementes de *Crotalaria lanceolata* são reniformes (Fig. 1a) e possuem tegumento externo com coloração em variados tons de castanho. A micrópila é visível e o hilo apresenta formato elíptico (Fig. 1b). Apresentam comprimento médio de  $3,04 \pm 0,34$  mm, largura média de  $2,09 \pm 0,26$  mm e espessura média de  $1,14 \pm 0,15$  mm. O embrião é constituído por um eixo embrionário e dois cotilédones (Fig. 2a). Nesta espécie já é possível notar a plúmula e a radícula que dará origem a raiz primária (Fig. 2b). O endosperma é mucilaginoso. No gênero *Crotalaria* L., geralmente, os frutos são inflados e as sementes com endosperma são subauriculadas (Barroso *et al.* 1999). Algumas leguminosas podem apresentar endosperma mucilaginoso caracterizado pelo entumescimento do mesmo na presença de água, pois é capaz de absorvê-la em grande quantidade (Damião Filho 2005). Todos os dados relatados corroboram os encontrados no presente trabalho.

A germinação, caracterizada pelo rompimento do tegumento pela raiz primária, teve início por volta do sétimo dia após a sementeira (Fig. 3a). É do tipo epígea e fanerocotiledonar, com maior desenvolvimento do hipocótilo, de modo que os cotilédones ficam acima da superfície do solo. Na fase inicial do desenvolvimento surge uma raiz primária glabra, de coloração amarelo-esverdeada e de formato cilíndrico (Fig. 3b). Posteriormente, o crescimento do hipocótilo, cilíndrico e verde claro, proporciona a emergência dos dois cotilédones maciços, crassos, clorofilados, elípticos, peciolados e de coloração verde clara. O coleto é visível pela diferença de coloração entre a raiz e o hipocótilo (Fig. 3c).

Estudos morfológicos de plântulas em sua primeira fase de desenvolvimento, antes da produção das folhas definitivas, é de grande importância, pois permite a descoberta de estruturas transitórias, primitivas ou derivadas, as quais desaparecem com o desenvolvimento da planta, mas que podem ter extraordinária

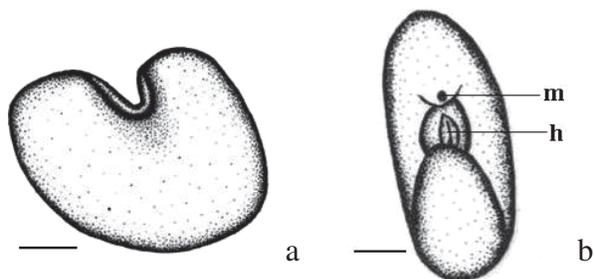


Figura 1. Aspecto externo da semente em vista lateral (a) e vista ventral (b) de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. evidenciando o hilo (h) e a micrópila (m). Barras = 0,75 mm.

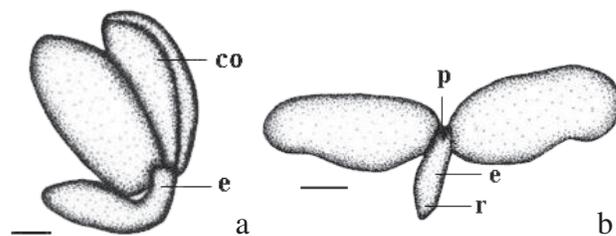


Figura 2. Embrião de *Crotalaria lanceolata* E. Mey (e = eixo embrionário; co = cotilédone; r = radícula; p = plúmula). Barras = 0,75 mm.

relevância para se estabelecer conexões filogenéticas com os grupos em que os órgãos adultos apresentem tais características (Ricardi *et al.* 1977). Estudos confirmaram que espécies de Caesalpinioideae e Mimosoideae são fundamentalmente epígeas, com cotilédones de curta duração, foliáceo, que podem também conter alguma reserva ou absorvê-la do endosperma. Nas Papilionoideae prevalecem espécies hipógeas, que exibem cotilédones carnosos (Polhill 1981). Algumas tribos da subfamília Papilionoideae, como Dalbergieae são epígeas e outras, como Sophoreae, são hipógeas. Há ainda tribos de transição, como Phaseoleae, que apresentam tanto germinação epígea quanto hipógea (Gates 1951). No entanto, em

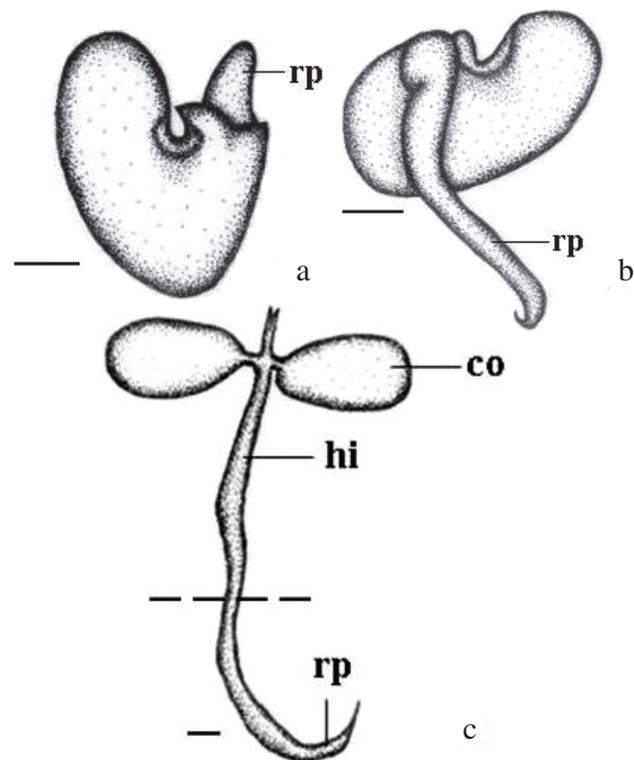


Figura 3. Desenvolvimento da plântula de *Crotalaria lanceolata* E. Mey: (a) - 7 dias; (b) - 15 dias e (c) - 21 dias de idade. (rp = raiz primária, co = cotilédone, hi = hipocótilo). Barra = 0,75 mm. O tracejado evidencia a região do coleto.

*C. lanceolata* só foi verificada germinação epígea assemelhando-se à tribo Dalbergieae. Duke & Polhill (1981) consideram que a morfologia de plântulas de Papilionoideae pode ser extremamente variada, especialmente nas tribos que abrangem espécies lenhosas.

Além do interesse teórico-científico, os aspectos morfológicos da espécie estudada apresentaram-se bem homogêneos sendo, portanto, confiáveis na identificação da espécie em estágios iniciais de desenvolvimento.

Citogenética – As metáfases analisadas apresentaram número cromossômico  $2n = 16$  (Fig. 4) com formulação cariotípica  $12M + 4SM$  (Tab. 1). O comprimento cromossômico médio total é de  $3,340 \pm 0,689 \mu\text{m}$  (Tab. 2).

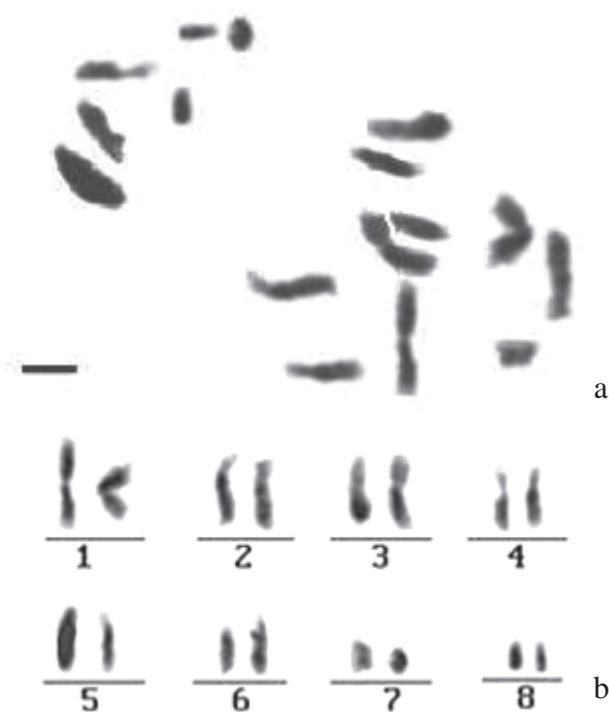


Figura 4. Representação ideográfica dos cromossomos de *Crotalaria lanceolata* E. Mey (a) Metáfase mitótica; (b) Cariótipo mitótico evidenciando  $2n = 16$  cromossomos. Barra =  $3 \mu\text{m}$ .

Na literatura encontram-se relatos citogenéticos de 195 espécies de *Crotalaria*, o que representa 28% de todo o gênero (Mangotra & Koul 1991; Flores *et al.* 2006). Números cromossômicos  $n = 7, 8, 16$  e  $21$  tem sido relatados em *Crotalaria*, sendo  $n = 8$  o número mais freqüente. Isso sugere que  $n = x = 8$  seja o número básico haplóide para este gênero (Palomino & Vásquez 1991).

Pesquisas realizadas por Flores *et al.* (2006) evidenciaram que as espécies *C. claussenii* Benth., *C. laeta* Mart. ex Benth., *C. maypurensis* Kunth., *C. micans* Link., *C. miottoae* Flores & Azevedo, *C. rufipila* Benth. e *C. vitellina* Ker-Gawler apresentam

$2n = 16$  cromossomos. Esses dados corroboram com os encontrados no presente trabalho. Espécies como *C. flavicoma* Benth., *C. hilariana* Benth., *C. pilosa* Mill. possuem  $2n = 32$  cromossomos. Já os representantes *C. tweediana* Benth. e *C. incana* L. mostram  $2n = 54$  e  $2n = 14$ , respectivamente. Esses resultados sugerem a ocorrência de poliploidia, bem como de aneuploidia. No tocante ao tamanhos desses cromossomos, as espécies *C. brevifolia* DC. ( $2n = 32$ ) e *C. miottoae* Flores & Azevedo ( $2n = 16$ ) apresentam cromossomos variando de  $1,6 \mu\text{m}$  a  $3,4 \mu\text{m}$  de comprimento, dados que coincidem com os relatados em *C. lanceolata*. Entretanto, a família Leguminosae pode apresentar alto número cromossômico ( $2n = 52, 56, 104$  e  $112$ ) com

Tabela 1. Valores médios do comprimento total dos cromossomos de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (\*CM = comprimento cromossômico médio ( $\mu\text{m}$ );  $\sigma$  = desvio-padrão).

Par cromossômico	*CM	$\sigma$	Par cromossômico	*CM	$\sigma$
1	5,483	0,131	5	3,280	0,061
	4,910	0,129		3,123	0,055
2	4,453	0,934	6	2,828	0,055
	4,003	0,072		2,672	0,058
3	3,881	0,071	7	2,466	0,055
	3,709	0,071		2,162	0,054
4	3,637	0,065	8	1,889	0,038
	3,432	0,065		1,512	0,030
Comprimento médio cromossômico geral ( $\mu\text{m}$ )				3,340	
Desvio-padrão médio geral				0,122	

Tabela 2. Classificação cromossômica de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. (\*T = comprimento total cromossômico; CB = comprimento do braço curto; IC = índice centromérico; M = metacêntrico; SM = submetacêntrico).

Par cromossômico	*T	*CB	*IC	Classificação
1	3,99	1,84	46,12	M
	3,07	1,33	43,32	M
2	3,07	1,23	40,07	M
	3,07	1,43	46,58	M
3	2,96	1,43	48,31	M
	2,91	1,23	42,27	M
4	2,87	1,33	46,34	M
	2,45	1,02	41,63	M
5	2,66	0,92	34,59	SM
	2,15	0,62	28,84	SM
6	2,45	1,12	45,71	M
	2,15	1,03	47,91	M
7	1,64	0,65	39,63	M
	1,23	0,51	41,46	M
8	1,23	0,41	33,33	SM
	1,23	0,41	33,33	SM

crossossomos são menores que 1  $\mu\text{m}$  (Palomino 1995 *apud* Schifino-Wittmann 2004).

Os dados citogenéticos aqui relatados podem atuar como ferramenta de auxílio na identificação da espécie em questão, além de fornecer subsídios para futuros estudos de manipulação cromossômica.

## Referências bibliográficas

- Amabile, R.F.; Correia, J.R.; Freitas, P.L.; Blanceneaux, P. & Gamaliel, J. 1994. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **29**: 1793-1799.
- Amo, S.R. 1979. Clave para plântulas y estados juveniles de espécies primarias de uma selva alta perennifolia em Veracruz, México. **Biótica** **4**: 59-108.
- Barroso, G.M.; Morin, M.P.; Peixoto, A.L. & Ichaso, C.L.F. 1999. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, Editora UFV.
- Biondo, E.; Miotto, S.T.S. & Schifino-Wittmann, M.T. 2005. Citogenética de espécies arbóreas da subfamília Caesalpinioideae - Leguminosae do sul do Brasil. **Ciência Florestal** **15**: 241-248.
- Brasil. Departamento Nacional de Produção Vegetal. 1992. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. 1988. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Editora Fundação Cargill.
- Cuco, S.M.; Modin, M.; Vieira, M.L.C. & Aguiar-Perecin, M.L.R. 2003. Técnicas para a obtenção de preparações citológicas com alta frequência de metáfases mitóticas em plantas: *Passiflora* (Passifloraceae) e *Crotalaria* (Leguminosae). **Acta Botanica Brasílica** **17**: 363-370.
- Culvenor, C.C.J.; Edgar, J.A.; Jago, M.V.; Outteridge, A.; Peterson, J.E. & Smith, L.W. 1976. Hepato and pneumotoxicity of pyrrolizidine alkaloids and derivatives in relation to molecular structure. **Chem. Ecology Internacional** **12**: 299-324.
- Damião Filho, C.F. 1997. **Morfologia e anatomia de sementes**. Jaboticabal, Editora Funep.
- Damião Filho, C.F. 2005. **Morfologia Vegetal**. Jaboticabal, Editora Funep.
- Duke, J.A. & Polhill, R.M. 1981. Seedlings of Leguminosae. Pp. 941-949. In: Polhill, R.M & Raven, P.H. **Advances in Legume Systematics**. v.2. England, Royal Botanic Garden, Richmond Ed.
- Esau, K. 1966. **Anatomy of seed plants**. New York, John Wiley & Sons Ed.
- Ferreira, R.A. & Cunha, M.C.L. 2000. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) - Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) - Apocynaceae. **Revista Brasileira de Sementes** **22**: 134-143.
- Flores, A.S.; Corrêa, A.M.; Forni-Martins, E.R. & Tozzi, A.M.G.A. 2006. Chromosome numbers in Brazilian species of *Crotalaria* (Leguminosae, Papilionoideae) and their taxonomic significance. **Botanical Journal of the Linnean Society** **151**: 271-277.
- Gates, R.R. 1951. Epigeal germination in the Leguminosae. **Botanical Gazette** **113**: 151-157.
- Groth, D. & Liberal, O.H.T. 1988. **Catálogo de identificação de sementes**. Campinas, Editora Fundação Cargill.
- Gupta, R. & Gupta, P. K. 1978. Karyotypic studies in the genus *Crotalaria* Linn. **Cytologia** **43**: 357-369.
- Hartmann, T. & Witte, L. 1995. Chemistry, biology and chemocology of the pyrrolizidine alkaloids. In: S.W. Pelletier (ed.). **Alkaloids - Chemical and biological perspectives** **9**. Oxford, Peragamon Press Ed.
- Joly, A. B. 2002. **Introdução à Taxonomia Vegetal**. São Paulo, Editora Nacional.
- Leihner, D. 1983. **Yuca en cultivos asociados: manejo e evaluación**. Cali, Ciat Ed.
- Leitão Filho, H.F.; Aranha, C. & Bacchi, O. 1975. **Plantas invasoras de culturas no estado de São Paulo**. São Paulo, Editora Hucitec.
- Lorenzi, H. 2000. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa, Editora Plantarum.
- Macieli, H.S. & Schifino-Wittmann, M.T. 2002. First chromosome number determination in south-eastern South American species of *Lupinus* L. (Leguminosae). **Botanical Journal of the Linnean Society** **139**: 395-400.
- Mangotra, R.B. & Koul, A.K. 1991. Poliploidy in genus *Crotalaria*. **Cytologia** **55**: 111-114.
- Martinez, A.P. 1976. Procedimentos para facilitar el estudio de cromossomas en materiales vegetales difíciles. **Cuadernos G. Biological** **5**: 53-60.
- Mattos, P.L.P. & Dantas, J.L.L. 1981. **Utilização do cultivo da mandioca consorciada com feijão**. Cruz das Almas, Editora Embrapa.
- Mendonça Filho, C.V.M.; Forni-Martins, E.R. & Tozzi, A.M.G.A. 2002. New chromosome counts in neotropical *Machaerium* Pers. Species (Leguminosae) and their taxonomic significance. **Caryologia** **55**: 111-114.
- Palomino, G. & Vázquez, R. 1991. Cytogenetic studies in mexican populations of species of *Crotalaria* (Leguminosae - Papilionoideae). **Cytologia** **56**: 343-351.
- Polhill, R.M. 1982. **Crotalaria in Africa and Madagascar**. Rotterdam, A.A. Balkeama Ed.
- Raina, S.N. & Verna, R.C. 1979. Cytogenetics of *Crotalaria* I. Mitotic complements in twenty species of *Crotalaria* L. **Cytologia** **44**: 365-375.
- Ricardi, M.; Torres, F.; Hernández, C. & Quintero, R. 1977. Morfologia de plântulas de arboles venezolanos. **I. Revista Florestal Venezolana** **27**: 15-56.
- Schifino-Wittmann, M.T. 2004. Citogenética do gênero *Leucaena* Benth. **Ciência Rural** **34**: 309-314.
- Silva, M.F.; Goldman, G.H.; Magalhães, F.M. & Moreira, F.W. 1988. Germinação natural de 10 espécies arbóreas da Amazônia. **Acta Amazônica** **18**: 9-26.
- Stace, C.A. 2000. Cytology and cytogenetics as a fundamental taxonomic resource for the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries. **Taxon** **49**: 451-476.
- Toledo, E.F. & Marcos Filho, J. 1977. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo, Agronômica Ceres Ed.