



A mendoim

Domesticação pelos indígenas

Foto: Rosa Lía Barbieri



A amendoim

Alessandra Pereira Fávero
Renato Ferraz de Arruda Veiga

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é considerado mundialmente uma importante fonte de óleo (45 %) e proteína (de 20 % a 25 %). Por possuir grãos com alto valor nutritivo nas sementes, o amendoim é consumido in natura e empregado na indústria de óleos e de margarina, bem como na confecção de sabões, de glicerina e de tintas. A casca do fruto é empregada como inerte na indústria de dinamite, de linóleos e de produtos de limpeza (CLAY, 1938; QUIMBRASIL, 1980; AHMED; YOUNG, 1982; KRISHNA; MITRA, 1988, HAMMONS, 1982, 1994; GODOY et al., 1999).

Acredita-se que a domesticação do amendoim se deu por volta de 6 a 7 mil anos atrás, encontrando-se registros de seu plantio na região andina, desde o período pré-colombiano. Consta que suas sementes podem ter sido levadas, por vias transpácificas, da América até a China e a Índia, antes da chegada de Cristóvão Colombo à América (KRAPOVICKAS, 1998).

Em se tratando de alimentação, na Bolívia, é muito usado na dieta diária, servido em sopas, picado, misturado em pães ou em tortas de milho e para produzir uma bebida fermentada, a *chicha de maní*. No Brasil, o mais comum é o seu consumo in natura, torrado, salgado ou doce, porém é utilizado também em bebidas alcoólicas, como licores. Os povos orientais também costumam consumi-lo in natura, em meio a pratos compostos com carnes (HAMMONS, 1982; PROUS, 1992; FAGUNDES, 2003; KRAPOVICKAS, 1994, 1995; WILLIAMS, 1996, 2006; FAGUNDES, 2003).

O impacto econômico do amendoim se deve principalmente à sua grande diversidade na forma de consumo. O amendoim é considerado a quarta maior cultura oleaginosa no mundo. Sua produção chega a 10,23 % do total da safra mundial de oleaginosas e está somente atrás da soja, do algodão e da colza. A produção mundial em 2003–2004 foi de 34,5 milhões de toneladas. Os principais produtores mundiais, em 2002, foram a China (43,9 % da produção mundial), a Índia (22,9 %), os Estados Unidos (5,3 %), a Nigéria (4,5%), a Indonésia (3 %), o Senegal (2,7 %). O Brasil está em 13º lugar, com 0,6 % da produção mundial (AGRIANUAL, 2005).

Na safra 2002–2003, a estimativa da área plantada foi de 84,5 mil hectares, dos quais 52 mil hectares foram plantados no Estado de São Paulo, quantidade essa que subiu para 89 mil hectares em 2005. A produtividade média brasileira é de 2.264 kg/ha na estação da chuva e de 1.491 kg/ha na estação da seca. A produção em 2003–2004 foi de 213.200 t e, em 2005, de 301.700 t em casca, sendo certo que somente o Estado de São Paulo foi responsável por 80 % dessa produção, numa área de 72,2 mil hectares. Outros estados que têm plantado amendoim com o mesmo nível tecnológico de São Paulo são Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. (AGRIANUAL, 2005; PRÓ-AMENDOIM, 2006; CONAB, 2006). Na Região Nordeste, o plantio de amendoim é feito, em menor escala, por pequenos agricultores e arrendatários, que o cultivam para consumo

próprio e comercializam o excedente em feiras. Contudo, há indícios de ampliação de áreas plantadas por grandes produtores, principalmente no Estado da Bahia.

As principais cultivares que ocupam maior área de plantio no Brasil são: IAC-Tatu-ST (tipo Valência), IAC-Caiapó e Runner-IAC-886 (tipo Runner), enquanto somente 20 mil hectares são plantados com outros materiais (GODOY, 2006).

As espécies silvestres, em especial as perenes, podem ser utilizadas como ornamentais, em virtude da beleza de suas flores papilionadas (de coloração amarela ou alaranjada, algumas com marcas avermelhadas) e de sua folhagem; da facilidade de composição ornamental com outras folhagens; da rapidez na cobertura do solo; do hábito de fechar os folíolos na ausência de luz, entre tantas outras características. São exemplos de espécies silvestres, atualmente cultivadas em jardins: *Arachis glabrata*, *A. helodes*, *A. pintoii*, *A. repens*, *A. kempff-mercadoi*, *A. kuhlmannii*, *A. diogoi*, *A. matiensis* e *A. chiquitana* (VEIGA et al., 2003).

O uso forrageiro de algumas espécies silvestres é cada vez mais comum, principalmente de *A. pintoii* e de *A. glabrata*, em consórcio com gramíneas ou como feno; outras espécies têm mostrado também populações com potencial para tal, mesmo não sendo perenes, como *A. sylvestris* (A.Chev.) A.Chev. As espécies perenes também têm sido utilizadas no controle de erosão e de plantas daninhas e, até mesmo, no consórcio com fruteiras (PRINE, 1964; VALLS; SIMPSON, 1993, 2005; KRAPOVICKAS, 1994; PIZARRO, 1994, VALLS; PIZARRO, 1993; VEIGA et al., 1996, 2003).

As espécies silvestres também têm grande potencial como fonte de genes de interesse, que podem ser utilizados no melhoramento do amendoim cultivado. Diversas dessas espécies possuem resistência a várias pragas e doenças e se cruzam com o amendoim, o que permite incluí-las em programas de melhoramento (CONAGIN, 1962; GODOY et al., 1999; GREGORY; GREGORY, 1976; GUOK et al., 1986; PANDE; RAO, 2001, VALLS, 2005; FÁVERO et al., 2006).

Taxonomia e origem geográfica das espécies silvestres

O gênero *Arachis* tem como espécie mais conhecida *A. hypogaea*, descrita por Linneu em 1753, a qual com-partilha o gênero com 79 espécies silvestres. Segundo Valls (2005), no território brasileiro são conhecidas 62 espécies (43 restritas ao País), outras são encontradas na Argentina (7 espécies, 1 endêmica), na Bolívia (18 espécies, 10 endêmicas), no Paraguai (17 espécies, 2 endêmicas) e no Uruguai (3 espécies), as quais estão distribuídas segundo a Tabela 1.

As espécies consideradas como mais primitivas são as de hábito perene. No Brasil central, isso engloba espécies das seções *Trierectoides* (com três folíolos por folha) e das seções *Erectoides* e *Extranervosae*, das quais derivam as espécies das demais seções (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994; VALLS, 2005).

Tabela 1. Espécies do gênero *Arachis* e sua distribuição dentro das seções.

Seção <i>Trierectoides</i>	Seção <i>Caulorrhizae</i>	Seção <i>Arachis</i>
<i>A. guaranítica</i> Chodat & Hassl.	<i>A. Pintoi</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. Batizocoi</i> Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. tuberosa</i> Bongard ex Benth.	<i>A. repens</i> Handro	<i>A. benensis</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson
Seção <i>Erectoides</i>	Seção <i>Rhizomatosae</i>	<i>A. Cardenasii</i> Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. Archeri</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. Burkartii</i> Handro	<i>A. correntina</i> (Burkart) Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. Bentharii</i> Handro.	<i>A. glabrata</i> Benth.	<i>A. cruziana</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson
<i>A. brevipetiolata</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. nitida</i> Valls, Krapov. & C. E. Simpson.	<i>A. decora</i> Krapov., W. C. Greg. & Valls
<i>A. cryptopotamica</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. pseudovillosa</i> (Chodat & Hassl.) Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. diogoi</i> Hoehne
<i>A. douradiana</i> Krapov. & W. C. Greg.	Seção <i>Extranervosae</i>	<i>A. duranensis</i> Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. gracilis</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. Burchellii</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. glandulifera</i> Stalker
<i>A. Hatschbachii</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. lutescens</i> Krapov. & Rigoni	<i>A. Gregoryi</i> C. E. Simpson, Krapov. & Valls
<i>A. Hermannii</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. Macedoi</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. helodes</i> Martius ex Krapov. & Rigoni
<i>A. major</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. marginata</i> Gardner	<i>A. Herzogii</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson
<i>A. Martii</i> Handro	<i>A. Pietrarellyi</i> Krapov. & W. C. Greg.	
<i>A. Oteroi</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. prostrata</i> Benth.	
<i>A. paraguariensis</i> Chodat & Hassl.		
<i>A. porphyrocalyx</i> Valls & C. E. Simpson		
<i>A. stenophylla</i> Krapov. & W. C. Greg.		

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Seção Procumbentes	<i>A. retusa</i> Krapov., W. C. Greg. & Valls	<i>A. Hoehnei</i> Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. appressipila</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. setinervosa</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. hypogaea</i> L.
<i>A. chiquitana</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson	<i>A. submarginata</i> Valls, Krapov. & C. E. Simpson	<i>A. ipaënsis</i> Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. Hassleri</i> Krapov., Valls & C. E. Simpson	<i>A. villosulicarpa</i> Hoehne	<i>A. Kempff-Mercadoi</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson
<i>A. kretschmeri</i> Krapov. & W. C. Greg.		<i>A. Kuhlmannii</i> Krapov. & W. C. Greg.
<i>A. lignosa</i> (Chodat & Hassl.) Krapov. & W. C. Greg.	Seção Triseminatae	<i>A. krapovickasii</i> C. E. Simpson, D. E. Williams, Valls & I. G. Vargas
<i>A. matiensis</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson	<i>A. triseminata</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. linearifolia</i> Valls, Krapov. & C. E. Simpson
<i>A. Pflugeae</i> C. E. Simpson, Krapov. & Valls		<i>A. magna</i> Krapov., W. C. Greg. & C. E. Simpson
<i>A. Rigonii</i> Krapov. & W. C. Greg.	Seção Heteranthae	<i>A. microsperma</i> Krapov., W. C. Greg. & Valls
<i>A. subcoriacea</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. Dardani</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. monticola</i> Krapov. & Rigoni
<i>A. vallsii</i> Krapov. & W. C. Greg.	<i>A. Giacomettii</i> Krapov., W. C. Greg., Valls & C. E. Simpson	<i>A. palustris</i> Krapov., W. C. Greg. & Valls
	<i>A. interrupta</i> Valls & C. E. Simpson	<i>A. praecox</i> Krapov., W. C. Greg. & Valls
	<i>A. pusilla</i> Benth.	<i>A. schininii</i> Krapov., Valls & C. E. Simpson
	<i>A. seridoënsis</i> Valls, C. E. Simpson, Krapov. & R. Veiga	<i>A. Simpsonii</i> Krapov. & W. C. Greg.
	<i>A. sylvestris</i> (A. Chev.) A. Chev.	<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. villosa</i> Benth.
		<i>A. Williamsii</i> Krapov. & W. C. Greg.

Fonte: Krapovickas; Gregory (1994) e Valls; Simpson (2005).

Arachis é considerado muito diferente de outros gêneros próximos, como *Stylosanthes*, uma vez que produz frutos sob a terra. Acredita-se que tenha se originado na Serra de Amambai, no limite de Mato Grosso do Sul com o Paraguai, onde ocorre *A. guaranitica*, considerada a espécie mais primitiva, que ainda possui três folíolos, enquanto as espécies mais derivadas possuem quatro folíolos. A área de ocorrência do gênero situa-se desde a Ilha de Marajó até o sopé da Cordilheira dos Andes, na Bolívia e na Argentina, às margens

do Rio da Prata, no Uruguai, e no litoral atlântico brasileiro (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994; VANNI, 2006), em uma área de 4 mil quilômetros de extensão, nos mais diversos ambientes, desde florestas descontínuas até vegetação aberta de gramíneas, em regiões com média superior a 2 mil milímetros de chuva por ano ou em pedregulho árido, e desde o nível do mar até 1.450 m de altitude.

Considera-se que a maioria das espécies se reproduz por autofecundação, porém, ocasionalmente, pode ocorrer a fecundação cruzada feita por abelhas. Normalmente, as populações das espécies silvestres de amendoim encontradas na natureza são de tamanho pequeno e não ocupam áreas muito extensas (CHEVALIER, 1933; GREGORY et al., 1980; KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994). Espécies de *Arachis* dificilmente se propagam por mais de um metro por ano, logo, para percorrer 2,5 mil quilômetros, seriam necessários 2,5 milhões de anos. Acredita-se que a dispersão fluvial deva ter muita importância, já que seus frutos podem flutuar ao serem arrastados pelas enxurradas e pelo fato de muitas espécies estarem associadas às bacias dos rios Paraguai, Paraná, Araguaia e São Francisco. Também parece importante a ação de animais na dispersão dos frutos, como a do gavião carcará (*Polyborus plancus*), tanto assim que, em alguns lugares, o amendoim silvestre é conhecido como “amendoim de carcará” (VEIGA; VALLS, 1982; VALLS, 1983; KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994).

Acredita-se que a ação humana também tenha sido de fundamental importância na dispersão de espécies de *Arachis*, pois o processo de domesticação de *A. hypogaea* e *A. villosulicarpa* implicou em grande conhecimento e manejo de amendoim silvestre por parte dos indígenas. Há provas de que o homem transportou frutos de espécies silvestres para além da Cordilheira dos Andes. Na costa pacífica do Peru, em Bermejo, foram encontrados sítios arqueológicos pré-colombianos com restos de segmentos de fruto de amendoim com pericarpo reticulado, similar aos de algumas espécies silvestres, que não são encontradas atualmente naquela região. As populações naturais de

amendoins silvestres mais próximas, que se possam coletar em local original, estão em El Beni, na Bolívia, a leste dos Andes. Evidências de cultivo de determinadas populações de espécies silvestres por humanos também podem ser citadas, tais como *A. sylvestris* e *A. stenosperma* (GREGORY et al., 1973; HAMMONS, 1982; VEIGA, 1994; VALLS; SIMPSON, 1994; KRAPOVICKAS, 1996; SIMPSON et al., 2001).

Deve-se lembrar aqui das espécies cultivadas atualmente pelos indígenas, como *A. villosulcarpa* e *A. stenosperma*. Uma prova da condição de planta cultivada de *A. villosulcarpa* é a superior tenacidade do seu *peg*, estrutura formada por tecido somático que empurra o ovário para dentro da terra, possibilitando a formação do fruto subterrâneo, em comparação a de outras espécies silvestres. Além disso, essa espécie foi encontrada em estado cultígeno nas proximidades de Juruena (Nambiquaras), no centro-oeste de Mato Grosso, e em Vilhena, extremo sudeste de Rondônia. Já a espécie *A. stenosperma* foi encontrada em áreas cultivadas por índios, no litoral do Paraná. Outras espécies com evidências de terem sido utilizadas pelos indígenas no passado são: *A. pintoii*, *A. monticola* e *A. sylvestris* (GREGORY et al., 1973; VEIGA, 1994; VALLS; SIMPSON, 1994; FREITAS et al., 2007; VALLS, 1996).

Citogenética

A maioria das espécies silvestres do gênero *Arachis* são diplóides e possuem 20 cromossomos. Somente 5 espécies possuem 40 cromossomos, a saber: *A. hypogaea*, *A. monticola*, *A. glabrata*, *A. pseudovillosa* e *A. nitida* (FERNÁNDEZ; KRAPOVICKAS, 1994, PEÑALOZA; VALLS, 2005). As quatro espécies a seguir possuem $2n=18$: *A. palustris*, *A. praecox*, *A. decora* e *A. porphyrocalix* (LAVIA, 1996, 1998; PEÑALOZA; VALLS, 2005). A simetria do cariótipo dá uma idéia da evolução, e a tendência geral é considerar que as espécies com cariótipos mais simétricos são consideradas as mais primitivas (STEBBINS, 1971). Os cromossomos de

espécies de *Arachis* são pequenos, com 1 mm a 4 mm, e podem se diferenciar no tamanho, no posicionamento do centrômero, nos tipos de satélites (tipo 1 até 10), no tempo de condensação na metáfase e em outras características.

Arachis guaranitica e *A. tuberosa*, ambas da seção *Trierectoides*, seriam as espécies mais primitivas de *Arachis*, por sua exomorfologia. Uma dessas espécies, *A. guaranitica*, possui o cariótipo mais simétrico entre aqueles já analisados, com 10 pares metacêntricos e o índice centromérico com a média mais elevada (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994).

Husted (1933, 1936) observou no amendoim cultivado (*A. hypogaea*) que há presença de dois pares de cromossomos diferentes dos demais. Um par foi denominado de A, com coloração diferenciada e bem menor que os demais cromossomos; o outro par, com constrição secundária, foi chamado de B. A presença de padrão de pareamento bivalente dos cromossomos e a observação ocasional de tetravalentes por Husted (1936) mostram a condição alotetraplóide de *A. hypogaea*. Sugere-se que a presença de somente um par A seria uma forte indicação de diferenciação entre os dois genomas do amendoim, podendo ser considerado um marcador genômico presente em algumas espécies silvestres e ausente em outras. Smartt et al. (1978) sugerem que há várias espécies silvestres de *Arachis* com cromossomos A, entre as quais a espécie *A. cardenasii* poderia ser a principal candidata a ancestral do amendoim *A. hypogaea* com genoma A. *Arachis batizocoi* foi a única espécie sem o par A utilizada no trabalho, logo seria uma possível doadora do genoma B. Hoje, denominam-se espécies de genoma A, aquelas pertencentes à seção *Arachis* e possuidoras do par de cromossomos A. Já as espécies de genoma B são aquelas pertencentes à seção *Arachis* que não possuem o par A e compartilham o genoma B do amendoim cultivado.

Na seção *Arachis*, encontra-se a maior quantidade de espécies com diferentes tipos de cromossomos com satélite, o que indicaria que essa seção está em processo mais dinâmico de evolução cariotípica (FERNÁNDEZ;

KRAPOVICKAS, 1994). As espécies com cromossomos A e com o cariótipo mais assimétrico (16m + 4sm) são: *A. villosa*, *A. helodes*, *A. cardenasii* e *A. correntina*. Considera-se o meridiano 57° como o eixo da área de distribuição do gênero *Arachis*, encontrando-se a oeste do meridiano a maioria das espécies com o par A (KRAPOVICKAS, 1973).

Das 31 espécies da seção *Arachis*, 15 não apresentam o par de cromossomos A, enquanto as demais analisadas o possuem (FERNÁNDEZ; KRAPOVICKAS, 1994; PEÑALOZA; VALLS, 2005).

Na seção *Arachis*, encontram-se espécies diplóides anuais e perenes, com variável grau de associação aos dois genomas que compõem *A. hypogaea* e *A. monticola*, as duas espécies tetraplóides da seção. As espécies perenes da seção *Arachis* possuem 20 cromossomos genoma A e mostram maior afinidade e cruzabilidade entre si que aquelas que não possuem esse par (STALKER, 1989; STALKER et al., 1991). Ao cruzar entre si as espécies anuais e perenes da seção *Arachis*, resultaram com maior porcentagem de pólen fértil os híbridos em que as espécies parentais apresentavam cromossomos A, independentemente do ciclo de vida (LAVIA, 1999). Nesse grupo de espécies, também se enquadram *A. duranensis*, *A. trinitensis*, *A. stenosperma* e *A. villosa*, que são anuais ou que se comportam como anuais na natureza. As espécies da seção *Arachis* sem o par pequeno são todas anuais, mas se mostram mais heterogêneas, reunindo um grupo de três espécies com 2n=18 cromossomos, *A. decora*, *A. palustris* e *A. praecox* (PEÑALOZA; VALLS, 1997, LAVIA, 1998); uma espécie com quatro pares de cromossomos metacêntricos, dois submetacêntricos e quatro subtlocêntricos, e genoma D, *A. glandulifera* (STALKER, 1991; FERNÁNDEZ; KRAPOVICKAS, 1994; ROBLEDO; SEIJO, 2008); e um grupo heterogêneo com 20 cromossomos metacêntricos ou submetacêntricos (ou um raro par subtlocêntrico), em que se situa o mais provável doador do genoma B de *A. hypogaea* (*A. ipaënsis*) (FERNÁNDEZ; KRAPOVICKAS, 1994) e outras espécies, mais próximas ou mais distintas desta última.

Taxonomia e nomenclatura do amendoim cultivado

A espécie *A. hypogaea* é dividida em duas subespécies e seis variedades, sendo elas: *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hirsuta*, *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*, *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *aequatoriana*, *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*, *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *peruviana* e *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *vulgaris*. Um tipo morfológico que não se encaixa nos demais, o qual vem sendo chamado de tipo Xingu, foi identificado em germoplasma do Parque Indígena do Xingu, em aldeias dos índios caiabi (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994; VALLS, 2005). O amendoim é classificado agronomicamente como pertencente aos grupos Valência, Spanish ou Virginia, de acordo com caracteres vegetativos e reprodutivos (GODOY et al., 1999) listados a seguir:

Tipo Virginia: com ciclo longo, frutos grandes com dois grãos (raramente três ou quatro), eixo central sem inflorescências, de hábito rasteiro.

Tipo Spanish: com ciclo curto, frutos pequenos com dois grãos, eixo central com inflorescência e planta de hábito ereto.

Tipo Valência: com ciclo curto, frutos pequenos com quatro a cinco grãos, eixo central com inflorescências e planta de hábito ereto.

Durante as atividades de hibridação em programas de melhoramento, pode ocorrer o cruzamento entre materiais de classificação agrônômica distinta, gerando assim novas cultivares com classificação agrônômica não definida, pois terá características dos dois tipos utilizados como genitores. Um exemplo disso é a cultivar IAC-Caiapó, que surgiu do cruzamento de um material tipo Virginia com um tipo Spanish (IAC, 1996).

Origem do amendoim cultivado e seus possíveis ancestrais

Várias regiões são consideradas centros de origem e diversidade do amendoim cultivado (*A. hypogaea*). O sul da Bolívia é considerado centro de origem e diversidade de *A. hypogaea* ssp. *hypogaea* var. *hypogaea* (tipo Virginia); e o centro-oeste boliviano é considerado centro de diversidade de *A. hypogaea* ssp. *fastigiata* (tipos Valência e Spanish) e centro de origem dos amendoins *A. hypogaea* ssp. *fastigiata* var. *fastigiata* (tipo Valência), uma região entre essas duas áreas. Isso possibilita teorizar sobre eventos de origens distintas para os tipos botânicos do amendoim (HAMMONS, 1982).

Como uma das hipóteses mais aceitas, o amendoim comum tem sua origem apontada para o sul da Bolívia, no Gran Chaco boliviano, região onde se sobrepõem as duas espécies diplóides que, provavelmente, lhe deram origem: *A. duranensis* e *A. ipaënsis*. Ademais, essa região é próxima de onde ocorre *A. monticola* (AABB), possivelmente relacionada com a origem de *A. hypogaea*, que tem 40 cromossomos e com a qual foram obtidos híbridos férteis com *A. hypogaea*. As duas espécies silvestres (*A. duranensis* e *A. ipaënsis*) de genomas A e B, respectivamente, ocorrem naturalmente na mesma região e teriam se cruzado mediante polinização por abelhas, gerando um híbrido estéril que teria poliploidizado naturalmente. Acredita-se que a variedade *hypogaea* seja possivelmente a forma mais antiga e que tenha se originado na região próxima da linha de fronteira entre a Bolívia e a Argentina. Tal híbrido fértil teria sido domesticado por indígenas da América do Sul (KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994). Diversas espécies silvestres já foram consideradas como possíveis ancestrais do amendoim cultivado.

Gregory e Gregory (1976) foram os primeiros a indicarem *A. duranensis* e *A. cardenasii* como possíveis ancestrais do amendoim cultivado. Smartt et al. (1978), baseados em

estudos de caracterização citogenética e de cruzabilidade, mostraram que as espécies *A. batizocoi* e *A. cardenasii* seriam as doadoras do genoma de *A. hypogaea*. Gregory et al. (1980) indicam também essa hipótese, apesar de apontarem que novas coletas estariam sendo feitas e que outras espécies poderiam ser novas candidatas a ancestrais de *A. hypogaea*. Porém, outros autores, por meio de uso da caracterização citogenética, descartam a hipótese dos ancestrais serem *A. cardenasii* e *A. batizocoi*. Singh (1986, 1988) sugeriu também que os ancestrais fossem *A. duranensis* e *A. batizocoi*, enquanto Krishna e Mitra (1988), baseados em dados obtidos por proteínas de reserva, sugerem que os possíveis genitores seriam *A. duranensis* ou *A. cardenasii*.

Stalker et al. (1991) fizeram cruzamentos entre *A. ipaënsis* e *A. hypogaea* e *A. duranensis* e *A. hypogaea*, mas sem sucesso. Kockert et al. (1991, 1996), por meio do uso de marcadores RFLP, consideraram que os ancestrais seriam *A. ipaënsis* e *A. duranensis*. Paik-Ro et al. (1992), com o uso de RFLP em acessos de *A. hypogaea*, *A. monticola*, *A. batizocoi*, *A. cardenasii*, *A. duranensis* e *A. glandulifera*, sugeriram que *A. duranensis* foi a espécie que se apresentou mais próxima de *A. hypogaea*. Krapovickas e Gregory (1994) afirmam que *A. monticola*, espécie silvestre tetraplóide que se cruza com *A. hypogaea* gerando descendentes férteis, possa ser um ancestral do amendoim cultivado ou um derivado do mesmo, o que leva a acreditar que as espécies com mais chances de ser ancestrais de *A. hypogaea* seriam *A. ipaënsis* e *A. duranensis*, contudo não descartam a possibilidade de origem polifilética (FERNÁNDEZ; KRAPOVICKAS, 1994).

Hilu e Stalker (1995) confirmaram, por marcadores RAPD, que *A. duranensis* pode ser o doador do genoma A de *A. hypogaea* e descartam que *A. batizocoi* seja o doador do genoma B. Singh & Smartt (1998) sugeriram que, até que se produzisse um anfiploide sintético fértil entre *A. duranensis* e *A. ipaënsis*, que se cruzasse com *A. hypogaea* e produzisse um híbrido fértil, não seria resolvida a questão dos prováveis ancestrais de *A. hypogaea*. Além disso, a reprodução de *A. hypogaea* poderia não ser feita

de forma exata, em virtude do longo período de separação entre o presente e a origem da espécie.

Raina e Mukai (1999a, 1999b), por meio de hibridização fluorescente in situ (FISH) e por hibridização genômica in situ (GISH) e Raina et al. (2001), por meio de marcadores RAPD e ISSR, observaram que *A. ipaënsis* e *A. villosa* seriam os mais prováveis genitores do amendoim cultivado. Já Fávero et al. (2006) realizaram o cruzamento entre *A. ipaënsis* e *A. duranensis*, gerando um híbrido estéril que, posteriormente, foi poliploidizado com o uso de colchicina e cruzado com todas as seis variedades botânicas de *A. hypogaea*, acreditando-se que *A. ipaënsis* e *A. duranensis* sejam as espécies ancestrais mais prováveis do amendoim cultivado.

Simpson et al. (2001) acreditam na possibilidade de que a origem do amendoim não tenha ocorrido a partir de apenas um evento; mas sim, de mais de um. Essa possibilidade se deve ao fato de terem sido encontrados vestígios arqueológicos nos Andes, onde foi possível observar frutos de espécies silvestres de *Arachis*, indicando que tribos caçadoras e coletoras possivelmente as cultivavam. É possível que *A. hypogaea* tenha sua origem, por meio de domesticação pelo homem, em quintais de civilizações caçadoras/coletoras/cultivadoras, pois, em dois sítios arqueológicos escavados perto de Casma, no Peru, foram encontradas amostras de amendoim semelhantes a segmentos de fruto de *A. magna*, *A. ipaënsis* ou *A. monticola*, datadas de 1800 a 1500 a.C. No outro sítio, foram encontrados segmentos de frutos parecidos com os atuais de *A. duranensis*. Se as populações cultivavam espécies de genoma A e B em um mesmo local, não seria difícil que abelhas fizessem cruzamentos entre elas, gerando híbridos estéreis. No gênero *Arachis*, não é incomum a ocorrência de eventos de poliploidização. Tal fenômeno de poliploidização pode ter ocorrido nas eventuais roças dessas espécies levadas para cultivo na vertente ocidental dos Andes, originando uma planta tetraplóide e fértil, que foi então domesticada por essas populações nativas.

Dispersão do amendoim cultivado

Ao comparar a distribuição das variedades de amendoim com a dispersão dos povos indígenas da floresta tropical de agricultura rudimentar, surge a importância das populações araucas e guaranílicas na criação, seleção e dispersão do amendoim (KRAPOVICKAS, 1995). Logo, a domesticação é um processo com muitas variáveis, assim como a migração dos povos. Atualmente, a maioria dos centros importantes de cultivo não coincide com os lugares de origem dos materiais.

O início da domesticação é um processo muito antigo e com importante participação feminina. Supõe-se que o utensílio mais primitivo utilizado tenha sido o “pau cavador”, que seria usado para plantar quase sem movimento da terra, e para colher partes subterrâneas de plantas silvestres, ação sempre associada à coleta, à caça e à pesca. O “pau cavador” seria uma ferramenta neolítica com ponta aguda ou em bisel, que provavelmente foi usada entre os anos de 10000 e 4000 a.C. A agricultura possibilitou então um certo grau de sedentarismo e, com ela, começou o desenvolvimento da agricultura de aldeia (KRAPOVICKAS, 1996).

Considera-se a existência de seis centros de diversidade do amendoim: I. Guaranítico; II. Centro-Oeste (GO) e Sudeste do Brasil (MG); III. Norte (RO) e Centro-Oeste do Brasil (MT); IV. Vertente oriental dos Andes, na Bolívia; V. Peru; VI. Nordeste do Brasil. Tais centros possuem predominância de algumas subespécies, tais como: subsp. *fastigiata* (centros I e II), subsp. *hypogaea* (centro III), subsp. *hypogaea* var. *hypogaea* (centro IV), subsp. *hypogaea* var. *hirsuta* (centro V) e, finalmente, a subsp. *fastigiata* (centro VI) (GREGORY; GREGORY, 1976).

Acredita-se que os portugueses levaram o amendoim do Brasil para a África e a Índia, e os espanhóis para a Indonésia e a China, sendo certo que, posteriormente, outros fluxos ocorreram para a América Central, Caribe, México e

América do Norte, atingindo assim o mundo todo. Foram encontrados restos arqueológicos de amendoim comum de 300 d.C. (México), 1800 a.C. (Peru) e até de 2500 a.C. (China), o que somente comprova a antigüidade de sua dispersão mundial (HAMMONS, 1982). Hoje é conhecido mundialmente por mais de 30 nomes vulgares, dos quais os mais usados são: amendoim, cacauete, maní e munduví (VEIGA; VALLS, 1982).

Quanto à diversidade genética do amendoim, é no Peru e no Equador que se encontra a sua maior variabilidade, pois, nesses países, se cultivam raças pertencentes a todas as variedades, exceto a *vulgaris*. Então, o Peru seria um centro de variação secundário. Acredita-se que o centro de variação mais importante da variedade *hypogaea* seja a costa oriental dos Andes, na Bolívia, por ser o mais próximo da área das espécies silvestres. Contudo, haveria dois outros centros de variação, um nas regiões baixas da costa pacífica do Equador e o outro no Rio Xingu (MT). A variedade *hypogaea* é conhecida vulgarmente como tipo Virginia. Sua origem e difusão nos EUA ainda não são claras, mas acredita-se que estejam associadas ao tráfico de escravos entre a África e as Antilhas (HAMMONS, 1982; KRAPOVICKAS, 1995).

A variedade *hirsuta* é considerada como muito tardia e, hoje, de plantio pouco freqüente, porém teve grande importância na antigüidade.

Amostras de amendoim arqueológico foram encontradas em muitos sítios na costa do Peru, e a dispersão deve ter sido muito antiga, pois apresentam variante como de Madagascar (*A. hypogaea* var. *microcarpa*). Seriam necessários estudos sobre a dispersão do amendoim, saindo da América do Sul em direção a outros continentes, para que fosse possível compreender as relações transpácificas anteriores às viagens de Colombo (HAMMONS, 1982; KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994).

A variedade *peruviana* é considerada quase exclusiva do Peru. A raça Tingo María, representante típica da peça de ouro e de prata com o formato de uma vagem de

amendoim, encontrada nas tumbas reais de Sipán, é caracterizada como *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *peruviana*. A variedade *aequatoriana* só é conhecida no Equador e no norte do Peru como local natural de ocorrência. A variedade *fastigiata* é caracterizada por genótipos precoces, que se dispersaram por regiões com períodos curtos de chuva no mundo todo. Foi conhecida nos Estados Unidos por Valencia por ter sido introduzida da Espanha, no início do século 20 (HAMMONS, 1982; KRAPOVICKAS; GREGORY, 1994; KRAPOVICKAS, 1995).

A variedade *vulgaris* tem como centro de variação mais importante o Uruguai. Foi difundida no mundo todo por sua qualidade oléica e, nos EUA, recebeu o nome de Spanish, já que alguns autores acreditavam que essa variedade teria sido introduzida nos Estados Unidos, oriunda da Espanha, em 1871 (HAMMONS, 1982; KRAPOVICKAS, 1995).

Cruzabilidade com o amendoim cultivado

Um dos maiores problemas no uso das espécies silvestres para melhoramento genético é a sua incompatibilidade com o amendoim comum. Estudos de compatibilidade em cruzamentos são fundamentais para confirmar a possibilidade de incorporação dos acessos a programas de melhoramento convencional (FÁVERO, 2006). Foram observados vários processos que levariam à falha na obtenção de híbridos em cruzamentos de amendoim, tais como: a) falta de fertilização; b) fertilização atrasada; c) inabilidade dos proembriões para crescerem depois de o *peg* atingir o solo; d) crescimento muito lento dos proembriões (TALLURY et al., 1995).

Algumas razões para incompatibilidade entre espécies são: a) utilização de espécies silvestres como genitores femininos; b) barreiras de ploidia; c) diferenças genômicas entre espécies; d) meiose irregular em híbridos tratados

com colchicina; e) dificuldades encontradas em gerações de retrocruzamentos quando se obtêm aneuplóides ou pentaplóides (STALKER; MOSS, 1987). A esterilidade de híbridos triplóides originários dos cruzamentos entre amendoim cultivado (tetraplóide – 40 cromossomos) e espécies silvestres, as quais, na maioria, são diplóides (20 cromossomos), podem ser resolvidos por meio do uso da colchicina para viabilizar a duplicação dos cromossomos. Quando se utilizam espécies da seção *Arachis*, alguns trabalhos vêm mostrando que, em cruzamentos interespecíficos, há diferenças entre os cruzamentos recíprocos e que espécies perenes geralmente se hibridizam melhor quando utilizadas como genitores masculinos (STALKER; MOSS, 1987).

Uma alta taxa de sucesso foi observada quando o amendoim cultivado foi utilizado como genitor feminino (TALLURY et al., 1995). O processo de obtenção de indivíduos com 40 cromossomos é trabalhoso e apresenta dificuldades, como barreiras de esterilidade (ausência de florescimento e frutificação) nos vários níveis de ploidia (COMPANY et al., 1982).

Existem diversas formas de introgressão de genes de espécies em *A. hypogaea* (SIMPSON, 1991; SIMPSON et al., 2001). A primeira delas seria o cruzamento da espécie silvestre diplóide ($2n=20$) com *A. hypogaea*, gerando um híbrido triplóide que seria tratado com colchicina para duplicação dos cromossomos, tornando-o hexaplóide e fértil. Esse hexaplóide seria retrocruzado com *A. hypogaea* várias vezes até que houvesse a perda de cromossomos e a progênie voltasse a ter 40 cromossomos. Esse tipo de técnica tem sido usada nos Estados Unidos e na Índia. O segundo processo de introdução seria a duplicação de cromossomos de espécies silvestres de genoma A e B, tornando-as tetraplóides, e o posterior cruzamento entre elas, seguido por cruzamento desse híbrido com *A. hypogaea*. Vários retrocruzamentos serão necessários para manter somente caracteres de interesse oriundos das espécies silvestres. Essa técnica não tem se mostrado muito interessante, pois há altos índices de esterilidade após o

primeiro retrocruzamento. O terceiro processo seria o cruzamento entre uma espécie de genoma A com uma de genoma B, gerando um híbrido estéril, que seria tetraploidizado por meio do uso da colchicina, tornando um anfidiplóide sintético fértil, que seria cruzado com *A. hypogaea* e retrocruzado várias vezes até que todos os caracteres de interesse em *A. hypogaea* fossem recuperados. Esta última forma foi a que mostrou resultados mais promissores.

Nos Estados Unidos, já foi lançada a primeira cultivar de amendoim com resistência a nematóides de galhas e também a primeira com genes transferidos a partir de espécies silvestres de *Arachis*, a cultivar COAN (SIMPSON; STARR, 2001).

Melhoramento genético de *A. hypogaea*

Segundo Godoy (2006), o melhoramento genético e a criação de cultivares de amendoim para as condições brasileiras encontram algumas limitações a serem superadas: a) a diversidade de ambientes de produção, que tende a aumentar à medida que as áreas de cultivo são ampliadas e disseminadas para diversos estados do País; b) a diversidade de padrões de amendoim por causa das preferências variáveis do mercado e a rapidez com que essas variações ocorrem; c) a necessidade de criar mecanismos que motivem os produtores a utilizar sementes certificadas, reduzindo os riscos de perda de qualidade do produto comercial. Hoje, o mercado brasileiro está sendo mantido, em cerca de 80 % da área, pelas cultivares IAC Runner 886, IAC Caiapó e IAC Tatu ST. A 'IAC-Tatu-ST' vem sendo utilizada por sua qualidade de grãos, mais granados e maiores que os demais materiais de película vermelha encontrados no mercado, os quais são os preferidos dos brasileiros. A 'IAC Caiapó' e a 'IAC Runner 886' são adaptadas à mecanização, têm apelo para o mercado externo e possuem grãos grandes e de película clara.

No programa de pesquisas de melhoramento genético do IAC, algumas prioridades vêm sendo seguidas: a) obtenção de cultivares para o mercado tipo Runner; b) obtenção de cultivares rasteiras para a produção de grãos de película vermelha, semelhantes aos grãos Valência ou Spanish; c) obtenção de cultivares portadoras do caráter “alto oléico”, para os mercados de Runners e para os rasteiros de película vermelha; d) desenvolvimento de linhagens portadoras de alta resistência múltipla a doenças foliares (GODOY, 2006).

Bancos de germoplasma

Os recursos genéticos de amendoim são armazenados em Bancos Base de Germoplasma (BBG), conceito que se refere à manutenção em câmaras frias, *in vitro*, em salas climatizadas ou em criopreservação por nitrogênio líquido, visando à conservação em médio e em longo prazo. Já o termo Banco Ativo de Germoplasma (BAG) refere-se, como o próprio nome diz, a coleções ativas, onde os acessos, além de serem conservados em curto prazo, são plantados a campo ou em casa-de-vegetação e são caracterizados, avaliados, intercambiados e utilizados, rotineiramente. O melhorista necessita desse germoplasma, bem como de um bom número de informações sobre a sua variabilidade, para selecionar os acessos e incorporá-los na coleção de trabalho que fundamenta o seu programa de pesquisas. Os BAGs mais expressivos, no plano mundial, são os seguintes:

1) **Brasil** – O trabalho com o amendoim comum no Brasil começou no final da década de 1920, na Esalq, em Piracicaba, SP, no Instituto Borges de Medeiros (IBM), em Porto Alegre, RS, e no Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, SP. Naquela época, iniciou-se, então, o BAG-Amendoim, que persiste no IAC, atualmente, com cerca de 2 mil acessos e com um grande incremento a partir de 1979, após convênio com a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Embrapa Cenargen). Outro banco ativo de germoplasma brasileiro localiza-se na Embrapa Algodão, em Campina

Grande, PB, com 300 acessos. As pesquisas com espécies silvestres de amendoim foram iniciadas com os primeiros trabalhos morfológicos e a conservação de espécies silvestres, na década de 1950. Atualmente, o principal BAG de espécies silvestres de amendoim encontra-se na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, o qual possui mais de 900 acessos, cobrindo todas as seções e, praticamente, todas as espécies do gênero.

2) **Índia** – Considerado o principal banco internacional ativo de germoplasma do amendoim cultivado, pelo número de materiais conservados, com mais de 10 mil acessos, entre espécies silvestres e *A. hypogaea*. Localiza-se no International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (Icrisat, Patancheru).

3) **Estados Unidos** – O segundo maior BAG de amendoim do mundo, com 7 mil acessos de *A. hypogaea* e espécies silvestres. Localiza-se no USDA Plant Introduction Station, Georgia, além de possuir outro BAG na Texas Agricultural Experiment Station, em Stephenville (Texas A&M University).

4) **Argentina** – É o maior BAG de amendoim da América do Sul, com cerca de 3.520 acessos, oriundos de 39 países. Foi formado em 1930 e incrementado pelo trabalho de coleta da equipe. Localiza-se no Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, em Córdoba (Inta/Manfredi).

Outros países do continente americano também participam da conservação de recursos genéticos de amendoim, como a Bolívia (Estação Experimental Saavedra – Ciat, com espécies forrageiras, e no Ministério da Agricultura, em Cochabamba), a Colômbia (manutenção de espécies forrageiras de *Arachis*, no Centro Internacional de Agricultura Tropical – Ciat, em Cali), o Equador (Estação Experimental Bolche, Guayaquil – Iniap), o Paraguai (Centro Regional de Experimentação – Cria, com 190 acessos de amendoim, Inia, Assunción), o Peru (Centro La Molina, Lima), o Uruguai (Faculdade de Agronomia da Universidade Nacional, Montevideu) e a Venezuela (tem coletado recursos genéticos por intermédio

do Centro Nacional de Pesquisa Agrícola e conservado seu germoplasma nos Estados Unidos).

Perspectivas

O amendoim é um dos cultivos de origem sul-americana que tem impacto mundial. Atualmente é a leguminosa de grão de maior difusão no mundo, posicionando-se entre os 20 cultivos alimentícios mais importantes, em especial para a Ásia, que é a maior produtora e consumidora (WILLIAMS, 2006).

Além do amendoim comum, deve-se sempre lembrar que outras espécies do gênero *Arachis* têm um bom potencial de uso presente e futuro, tanto para fins comerciais como para estudos científicos da evolução do gênero. No entanto, a legislação brasileira, restritiva de acesso aos recursos genéticos, dificultou, por alguns anos, a organização de novas expedições científicas de coletas de recursos genéticos no Brasil e as pesquisas posteriores a elas.

Seria conveniente buscar apoio internacional para as seguintes oportunidades que nos apresentam: a) contribuição com o diálogo nacional e internacional; b) repatriação de materiais coletados no passado; c) conservação ex situ; d) intercâmbio de informações e novas tecnologias; e) resgate dos usos culinários típicos do amendoim; f) prosseguimento dos avanços genéticos recentes e das pesquisas em espécies forrageiras; g) incremento e utilização das oportunidades de capacitação (WILLIAMS, 2006).

Referências

- AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. 536 p.
- AHMED, E. M.; YOUNG, C. T. Composition, quality, and flavor of peanuts. In: SMARTT, J. (Org.) **The groundnut crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1982. p. 655-688.
- CHEVALIER, A. Monographie de l'arachide. **Revue de Botanique Appliquée & D'Agriculture Tropicale**, Paris, v. 13, p. 749-789, 1933.

- CLAY, H. J. **Productos do amendoim**. Washington: União Panamericana, 1938. 26 p.
- COMPANY, M.; STALKER, H. T.; WYNNE, J. C. Cytology and leafspot resistance in *Arachis hypogaea* X wild species hybrids. **Euphytica**, Netherlands, v. 31, p. 885-893, 1982.
- CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 5 maio 2006.
- CONAGIN, C. H. T. M. Espécies selvagens do gênero *Arachis*. Observações sobre os exemplares da coleção da Seção de Citologia. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 21, p. 341-374, 1962.
- FAGUNDES, M. H. **Sementes de amendoim**: alguns comentários. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/Semente-de-Amendoim-INTERNET.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2003.
- FÁVERO, A. P. Uso de espécies silvestres no pré-melhoramento do amendoim no Brasil. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE ESPECIALISTAS EN ARACHIS, 5., Río Cuarto. **Conferencias y poster**: anais... Río Cuarto: Fundación Mani Argentino, 2006. p. 96-101.
- FÁVERO, A. P.; SIMPSON, C. E.; VALLS, J. F. M.; VELLO, N. A. Study of the evolution of cultivated peanut through crossability studies among *Arachis ipaënsis*, *A. duranensis*, and *A. hypogaea*. **Crop Science**, Madison, v. 46, p. 1.546-1.552, 2006.
- FERNÁNDEZ, A.; KRAPOVICKAS, A. Cromosomas y evolución en *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, v. 8, n. 1-4, p. 187-220, 1994.
- FREITAS, F. O.; MORETZSOHN, M. C.; VALLS, J. F. M. Genetic variability of Brazilian Indian landraces of *Arachis hypogaea* L. **Genetics and Molecular Research**, v. 6, n. 3, p. 675-684, 2007. [<http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2007/vol3-6/pdf/GMR0347.pdf>]
- GODOY, I. J. Situação do mercado de amendoim para o Brasil e recentes avanços na criação e desenvolvimento de cultivares. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE ESPECIALISTAS EN ARACHIS, 5., Río Cuarto. **Conferencias y poster**: anais... Río Cuarto: Fundación Mani Argentino, 2006. p. 26-29.
- GODOY, I. J.; MORAES, S. A.; ZANOTTO, M. D.; SANTOS, R. C. Melhoramento do amendoim. In: BORÉM, A. (Org.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 51-94.
- GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P. Groundnut. In: SIMMONDS, N. W. (Org.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1976. p. 151-154.
- GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P.; KRAPOVICKAS, A.; SMITH, B. M.; YARBROUGH, J. A. Structure and genetic resources of peanut. In: PATEE, H. E.; YOUNG C. T. (Org.). **Peanut culture and uses**. Stillwater: APREA, 1973. p. 47-133.
- GREGORY, W. C.; KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, M. P. Structure, variation, evolution and classification in *Arachis*. In: SUMMERFIELD, R. J.; BUNTING, A. H. **Advances in legume science**. Kew: Royal Botanical Gardens, 1980. v. 1. p. 469-481. Proceedings of the International Legume Conference, Kew, 4 Aug., 1978. Ed. by R.J. Summerfield and A.H. Bunting.
- GUOK, H. P.; WYNNE, J. C.; STALKER, H. T. Recurrent selection within a population from an interspecific peanut cross. **Crop Science**, Madison, v. 26, p. 249-253, 1986.
- HAMMONS, R. O. Origin and early history of peanut. In: PATEE, H. E.; YOUNG.C. I. (Org.). **Peanut science and technology**. Yoakum: APREA, 1982, v. 1. p. 1-18.
- HAMMONS, R. O. The origin and history of the groundnut. In: SMARTT, J. (Org.). **The groundnut crop**: a scientific basis for improvement. London: Chapman and Hall, 1994. p. 24-42.
- HILU, K. W.; STALKER, H. T. Genetic relationships between peanut and wild species of *Arachis* sect. *Arachis* (Fabaceae): evidence from RAPDs. **Plant Systematic Evolution**, Vienna, v. 198, p. 167-178, 1995.

- HUSTED, L. Cytological studies of the peanut *Arachis*. 1. Chromosome number and morphology. **Cytologia**, Tokyo, v. 5, p. 109-117, 1933.
- HUSTED, L. Cytological studies of the peanut *Arachis*. 2. Chromosome number, morphology and behavior, and their application to the problem of the origin of the cultivated forms. **Cytologia**, Tokyo, v. 7, p. 396-423, 1936.
- IAC. **Amendoim**: IAC-Tatu-ST, IAC-22, IAC-5. Campinas, 1999. Folder de lançamento.
- IAC. **Cultivar de amendoim IAC-Caiapó**: menor custo de produção, melhor qualidade. Campinas, 1996. Folder de lançamento.
- KOCKERT, G.; STALKER, H. T.; GIMENES, M.; GALGARO, L.; LOPES, C. R.; MOORE, K. RFLP and cytogenetic evidence on the origin and evolution of allotetraploid domesticated peanut *Arachis hypogaea* (Leguminosae). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 83, n.10, p. 1.282-1.291, 1996.
- KOCKERT, G.; HALWARD, T.; BRANCH, W. D.; SIMPSON, C. E. RFLP variability in peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars and wild species. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 81, p. 565-570, 1991.
- KRAPOVICKAS, A. Evolution of the genus *Arachis*. In. MOAV, P. (Org.). **Agricultural, genetics, selected topics**. Jerusalem: NCRD, 1973. p. 135-151.
- KRAPOVICKAS, A. Agricultura indígena en las llanuras de la Cuenca del Plata. **Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria**, Buenos Aires, v. 50, p. 31-45, 1996.
- KRAPOVICKAS, A. El origen y dispersión de las variedades del maní. **Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria**, Buenos Aires, v. 49, p. 18-26, 1995.
- KRAPOVICKAS, A. La colaboración internacional en recursos genéticos: el caso del maní (*Arachis* L.: Leguminosae). In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE BOTÁNICA MAR DEL PLATA, 6., 1994, Missouri. **Anais...** Missouri: Missouri Botanical Garden, 1994. 4 p.
- KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, v. 8, n. 1-4, p. 1-186, 1994.
- KRAPOVICKAS, A. 1998. *Arachis hypogaea* var. *hirsuta* y las relaciones transoceánicas precolombinas. **Anales de la Academia Nacional de Ciências Exactas, Físicas y Naturales**, v. 50, p. 211-216, 1998.
- KRISHNA, T. G.; MITRA, R. The probable genome donors to *Arachis hypogaea* L. based on arachin seed storage protein. **Euphytica**, Wageningen, v. 37, p. 47-52, 1988.
- LAVIA, G. I. Estudios cromosómicos en *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, v. 9, p. 111-120, 1996.
- LAVIA, G. I. Karyotypes of *Arachis palustris* and *A. praecox* (section *Arachis*), two species with basic chromosome number $x=9$. **Cytologia**, Tokyo, v. 63, p. 177-181, 1998.
- LAVIA, G. I. Relación entre cromosomas "A" y ciclo de vida en especies de la sección *Arachis*. In: ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN ARACHIS SPP. DE AMERICA LATINA, 2., 1999, Córdoba. **Anais...** Córdoba: INTA, 1999. p. 15.
- PAIK-RO, O. G.; SIMTH, R. L.; KNAUFT, D. A. Restriction fragment length polymorphism of six peanut species within the *Arachis* section. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 84, p. 201-208, 1992.
- PANDE, S.; RAO, J. N. Resistance of wild *Arachis* species to late leaf spot and rust in greenhouse trials. **Plant Disease**, Charleston, v. 85, p. 851-855, 2001.

PEÑALOZA, A. P. S.; VALLS, J. F. M. Chromosome number and satellited chromosome morphology of eleven species of *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, Corrientes, v. 14, p. 65-72, 2005.

PEÑALOZA, A. P. S.; VALLS, J. F. M. Contagem do número cromossômico em acessos de *Arachis decora* (Leguminosae). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. **Programa e resumos...** Campinas: IAC: EMBRAPA-CENARGEN, 1997. p. 39.

PIZARRO, E. A. *Arachis*: la leguminosa. In: **Hoja Informativa**. Planaltina: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: CIAT: Embrapa-CPAC, 1994. 4 p.

PRINE, G. M. Forage possibilities in the genus *Arachis*. **Proceedings of the Soil and Crop Science Society of Florida**, v. 24, p. 184-196, 1964.

PRÓ-AMENDOIM. **Projeto Abicab**. Disponível em: <<http://www.proamendoim.com.br>>. Acesso em: 5 maio 2006.

PROUS, A. **Arqueologia brasileira**. Brasília, DF: UnB, 1992. 576 p.

QUIMBRASIL. **Amendoim**: do plantio à colheita. São Paulo, 1980, v. 2. 11 p.

RAINA, S. N.; MUKAI, Y. Detection of a variavel number of 18S-5.8S-26S and 5S ribosomal DNA loci by fluorescent in situ hybridization in diploid and tetraploid *Arachis* species. **Genome**, Ottawa, v. 42, p. 52-59, 1999a.

RAINA, S. N.; MUKAI, Y. Genomic in situ hybridization in *Arachis* (Fabaceae) identifies the diploid wild progenitors of cultivated (*A. hypogaea*) and related wild (*A. monticola*) peanut species. **Plant Systematic Evolution**, Vienna, v. 214, p. 251-262, 1999b.

RAINA, S. N.; RANI, V.; KOJIMA, T.; OGIHARA, Y.; SINGH, K. P.; DEVARUMATH, R. M. RAPD and ISSR fingerprints as useful genetic markers for analysis of genetic diversity, varietal identification, and phylogenetic relationships in peanut (*Arachis hypogaea*) cultivars and wild species. **Genome**, Ottawa, v. 44, p. 763-772, 2001.

ROBLEDO, G.; SEIJO, G. Characterization of the *Arachis* (Leguminosae) D. genome using fluorescence *in situ* hybridization (FISH) chromosome markers and total genome DNA hybridization. **Genetics and Molecular Biology**, v. 31, p. 717-724, 2008.

SEIJO, J. G.; LAVIA, G. I.; FERNÁNDEZ, A.; KRAPOVICKAS, A.; DUCASSE, D.; MOSCONE, E. Physical mapping of the 5S and 18S-25S rRNA genes by FISH as evidence that *Arachis duranensis* and *A. ipaënsis* are the wild diploid progenitors of *A. hypogaea* (Leguminosae). **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 91, n. 9, p. 1.294-1.303, 2004.

SIMPSON, C. E. Pathways for introgression of pest resistance into *Arachis hypogaea* L. **Peanut Science**, Stillwater, v. 18, p. 22-26, 1991.

SIMPSON, C. E. Use of wild *Arachis* species/introgression of genes into *A. hypogaea*. **Peanut Science**, Stillwater, v. 28, n. 2, p. 114-116, 2001.

SIMPSON, C. E.; KRAPOVICKAS, A.; VALLS, J. F. M. History of *Arachis* including evidence of *A. hypogaea* L. progenitors. **Peanut Science**, Stillwater, v. 28, n. 2, p.78-80, 2001.

SIMPSON, C. E.; STARR, J. L. Registration of 'Coan' peanut. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 918, 2001.

SINGH, A. K. Putative genome donors of *Arachis hypogaea* (Fabaceae), evidence from crosses with synthetic amphidiploid. **Plant Systematic & Evolution**, Vienna, v. 160, p. 143-151, 1988.

SINGH, A. K. Utilization of wild relatives in the genetic improvement of *Arachis hypogaea* L. Synthetic amphidiploids and their importance in interspecific breeding. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 72, p. 433-439, 1986.

- SINGH, A. K.; SMARTT, J. The genome donors of the groundnut/peanut (*Arachis hypogaea* L.) revisited. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 45, p.113-118, 1998.
- SMARTT, J.; GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P. The genomes of *Arachis hypogaea*. 1. Cytogenetic studies of putative genome donors. **Euphytica**, Netherlands, v. 27, p. 665-675, 1978.
- STALKER, H. T. A new species in section *Arachis* of peanuts with a D genome. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 78, n. 5, p. 630-637, 1991.
- STALKER, H. T. Utilizing wild species for crop improvement. In: STALKER, H. T.; CHAPMAN, C. (Ed.). **Scientific management of germplasm: characterization, evaluation and enhancement**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1989. p. 139-154. (IBPGR Training Courses: Lecture Series, 2).
- STALKER, H. T.; DHESI, J. S.; PARRY, D. C.; HAHN, J. H. Cytological and interfertility relationships of *Arachis* Section *Arachis*. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 78, n. 2, p. 238-246, 1991.
- STALKER, H. T.; MOSS, J. P. Speciation, cytogenetics and utilization of *Arachis* species. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 41, p. 1-40, 1987.
- STEBBINS, G. L. **Chromosomal evolution in higher plants**. Reading: Addison-Wesley, 1971. 216 p.
- TALLURY, S. P.; STALKER, H. T.; PATEE, H. E. Early reproductive ontogeny in interspecific crosses of *Arachis hypogaea* and Section *Arachis* species. **Annals of Botany**, Oxford, v. 76, p. 397-404, 1995.
- VALLS, J. F. M. Collection of *Arachis* germplasm in Brasil. **Plant Genetic Research Newsletter**, Roma, v. 53, p. 9-14, 1983.
- VALLS, J. F. M. O gênero *Arachis* (Leguminosae): importante fonte de proteínas na pré-história sul-americana? In: REUNIÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA, 8, 1995, Porto Alegre, **Anais... EDIPUCRS**, 1996, p. 265-280. [Coleção Arqueologia, n. 1, v. 2, p. 265-280, 1996].
- VALLS, J. F. M. Recursos genéticos de *Arachis*: avanços no conhecimento botânico e a situação atual de conservação e uso. **Agrociencia**, Montevideo, v. 9, n. 1-2, p. 123-132, 2005.
- VALLS, J. F. M.; PIZARRO, E. A. Collection of wild *Arachis* germplasm. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: CIAT, 1993. p. 19-27.
- VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. New species of *Arachis* (Leguminosae) from Brasil, Paraguay and Bolivia. **Bonplandia**, Corrientes, v. 14, n. 1-2, p. 35-63, 2005.
- VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. Taxonomy, natural distribution, and attributes of *Arachis*. In : KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali: CIAT, 1994. p. 1-18.
- VANNI, R. O. Estudios taxonómicos en el género *Stylosanthes* (Aeschynomeneae – Leguminosae), en América y sus relaciones con *Arachis*. In: ENCUENTRO INTERNACIONAL DE ESPECIALISTAS EN ARACHIS, 5., Río Cuarto. **Conferencias y poster: anais...** Río Cuarto: Fundación Mani Argentino, 2006. p. 50-51.
- VEIGA, R. F. A.; VALLS, J. F. M.; LOPES, C. R. Identification key to Brazilian populations of wild peanut, *Arachis sylvestris* (A.Chev.) A.Chev. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Rome, v. 107, p. 23-27, 1996.
- VEIGA, R. F. A. **Caracterização morfológica e isoenzimática em populações de *Arachis sylvestris* (A.Chev.) A.Chev.** 1994. 222 f. Tese (Doutorado em Genética) - Departamento de Genética, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Botucatu.
- VEIGA, R. F. A.; VALLS, J. F. M. Coleta de germoplasma de amendoim no Nordeste do Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 34, p.31-36, 1982.

VEIGA, R. F. A.; VALLS, J. F. M.; TOMBOLATO, A. F. C.; BARBOSA, W. ; PIRES, E. G. Amendoius silvestres para uso ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 7-15, 2003.

WILLIAMS, D. E. Aboriginal farming system provides clues to peanut evolution. In: PICKERSGILL, B.; LOCK, J. M. **Legumes of economic importance**. Kew: Royal Botanic Gardens. 1996 p.11-17. (Advances in Legume Systematics, 8).

WILLIAMS, D. E. La historia mundial del maní : Cuál sera su futuro? In: ENCUENTRO INTERNACIONAL DE ESPECIALISTAS EN *ARACHIS*, 5., Río Cuarto. **Conferencias y poster: anais...** Río Cuarto: Fundación Mani Argentino, 2006. p. 88-95.