

Obtenção e transferência de híbridos entre o amendoim cultivado e anfidiplóides sintéticos para a Embrapa Algodão para sua inserção em programa de melhoramento

Alessandra Pereira Fávero¹

Taís Falleiro Suassuna²

O amendoim é a quarta oleaginosa mais plantada no mundo, utilizada principalmente na produção de óleo comestível, confeitos, doces ou para consumo *in natura*. Estima-se que a produção mundial esteja aproximadamente em 36 milhões de toneladas ao ano (FAOSTAT data, 2005). O Brasil possui cerca de 92,8 mil ha plantados com amendoim, com produção em 2002 de 217,3 mil toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento, 2004a).

Na safra 2003/2004 a estimativa da área plantada foi de 98,2 mil ha, sendo 73,2 mil ha no Estado de São Paulo (74,54% da área plantada no Brasil) e a produção foi de 175,7 mil toneladas (80,86% da produção brasileira). A produtividade média brasileira é de 2,21t/ha (CONAB, 2004a).

A produção de amendoim no Brasil aumentou de maneira expressiva nos últimos dez anos. Na safra 1995/96 foram produzidas 138,8 mil t em 81,4 mil ha; já no ano agrícola 2004/05 foram colhidas 301,7 mil t em 129,5 mil ha (CONAB, 2005a). Esses aumentos em produção têm sido consequência de aumentos consistentes em produtividade, que passou de 1716 kg/ha em 1995/1996 para 2330 kg/ha na safra 2004/2005. No entanto, a produção de amendoim no Brasil já foi muito superior: 970 mil t, registrada em 1972 (CONAB, 2003). A partir de 1974, fatores como a contaminação por aflatoxina nos grãos e torta e a maior

¹ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. ² Embrapa Algodão.

disponibilidade de óleo de soja levaram ao menor consumo do produto. Em decorrência da queda no valor de mercado, houve forte redução na área plantada e na produção do nosso país, que passou a produzir apenas o necessário para o consumo de grãos *in natura* e indústria de confeitos, ou seja, em torno de 100 mil t ao ano.

Este recente interesse dos produtores do país pelo amendoim é reflexo dos bons preços pagos ao produtor, tanto no mercado interno quanto externo (CONAB, 2004b). São observadas mudanças no setor produtivo e de processamento, marcadas pela adoção e investimentos em tecnologias, que vão desde a adoção de cultivares do tipo rasteiro, mecanização de todas as etapas da lavoura, até a aquisição de secadores artificiais (Godoy, 2001).

No cerrado, o cultivo do amendoim tem aumentado a cada ano, sendo uma alternativa para rotação com outros produtos, especialmente algodão, por reduzir a infestação pelo nematóide das galhas (*Meloidogyne incognita*). Nestas áreas, onde o amendoim não era cultivado anteriormente, a produtividade tem sido elevada. O Mato Grosso do Sul, na atual safra, registra a maior

produtividade do Brasil, 2.851 kg/ha (CONAB, 2005b).

Os produtores paulistas podem ser caracterizados como sendo a maioria composta por arrendatários de terras, de porte médio e tecnificados. Já no Nordeste, a maioria são pequenos produtores, também arrendatários, com plantio de subsistência ou para comercialização do excedente em feiras. Há duas áreas de maior plantio no Estado de São Paulo, a primeira na região norte do Estado, próximo ao município de Ribeirão Preto, com alta fertilidade de solo e produtividade, onde o amendoim é utilizado na rotação com a cana-de-açúcar. A outra maior área de cultivo é no oeste do Estado, na região de Tupã e Marília, onde os solos são mais fracos, com menor produtividade e onde o amendoim é usado na reforma de áreas de pastagens (Godoy et al., 1999a).

Um dos principais problemas dos produtores de amendoim no Brasil e no mundo é o ataque de doenças fúngicas, como a mancha barrenta (*Phoma arachidicola* Marasas et al.), mancha castanha (*Cercospora arachidicola* Hori), mancha preta (*Cercosporidium personatum* (Berk & Curt.) Deighton), ferrugem (*Puccinia arachidicola* Speg) e verrugose

(*Sphaceloma arachidis* Bitancourt & Jenkins). As perdas em função da ocorrência destas doenças podem chegar a mais de 50% (Godoy et al., 1999b).

A importância do controle das doenças, especialmente neste momento em que cultivares de ciclo mais longo são adotados pelos produtores brasileiros, foi abordada pelo trabalho de Godoy *et al* (1999b). A estabilidade e adaptabilidade de produção foram avaliadas para três cultivares: a Tatu, tipo ereto, que ocupa a maior área nos plantios do Brasil; a IAC-Caiapó, um tipo rasteiro desenvolvido pelo IAC, com resistência parcial à maioria das doenças foliares, que vem sendo progressivamente adotado pelos produtores em São Paulo; e a Florunner, uma cultivar rasteira dos Estados Unidos, considerada o padrão no comércio internacional. As avaliações foram realizadas em três locais, durante três anos, sob diferentes níveis de controle das doenças foliares. Os autores verificaram que genótipos com as características da Florunner devem ser cultivados em condições ótimas de controle das doenças foliares, quando exibem o máximo de seu potencial produtivo. Vale lembrar que a

introdução da Florunner na Argentina substituiu os tipos eretos tradicionalmente cultivados, especialmente na região semi-árida, onde a redução na incidência de doenças reduziu os custos com o controle químico das mesmas. Os autores também verificaram interação significativa com ambientes, o que reforça a necessidade de avaliação em vários locais antes de introduzir cultivares desse porte. A IAC-Caiapó apresentou comportamento mais previsível frente às variações ambientais, com ou sem controle das doenças. Neste aspecto, a resposta foi semelhante a Tatu, sendo a IAC-Caiapó mais produtiva. No entanto, a precocidade da cultivar Tatu reduziu os danos causados por doenças foliares, tornando-a menos responsiva ao controle químico que as cultivares de ciclo mais longo.

O gênero *Arachis* vem sendo estudado com intensidade crescente, graças ao potencial demonstrado por algumas de suas espécies silvestres para o melhoramento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Várias espécies possuem níveis de resistência a pragas e doenças superiores aos encontrados em acessos de germoplasma de *A. hypogaea* (Stalker & Moss, 1987).

Possui nove secções, sendo que *A. hypogaea* está situada na secção *Arachis*, juntamente com outras 26 espécies silvestres.

O melhoramento de *A. hypogaea* pela introgressão de genes de espécies silvestres diplóides ainda tem sido centrado em um pequeno número de espécies, da secção *Arachis*, citologicamente caracterizadas como possuidoras do genoma "A". Os maiores progressos têm sido obtidos pelo uso de *A. cardenasii* e *A. diogeni* (perenes) ou *A. duranensis* (anual) (Simpson, 1997; Stalker, 1989; Singh et al., 1996).

Husted (1933, 1936) observou, no amendoim cultivado, a presença de dois pares de cromossomos diferentes dos demais. Um par ele denominou de "A", com coloração diferenciada e bem menor que os demais cromossomos o outro par, com constricção secundária, chamou de "B". A presença de padrão de pareamento bivalente dos cromossomos e a ocasional observação por Husted (1936) de tetravalentes mostra a condição alotetraplóide de *Arachis hypogaea*. Smartt et al. (1978a) sugeriram 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. (1978a) sugerem que há várias espécies silvestres de *Arachis* com cromossomos "A" que poderiam ser o doador do genoma "A", podendo ser *A. cardenasii* o principal candidato, enquanto que *A. batizocoi* foi a única espécie utilizada no trabalho sem o par "A", logo seria um possível doador do genoma "B". Hoje, denominam-se espécies de genoma "A" aquelas pertencentes à Secção *Arachis* e possuidoras do par de cromossomos "A". Já espécies de genoma "B" são aquelas pertencentes à Secção *Arachis* que não possuem o par "A" e que compartilham o genoma "B" do amendoim cultivado.

Experimentos com cruzamentos gerando híbridos férteis têm elevado o potencial das espécies da secção *Arachis* no melhoramento de *A. hypogaea*. Contudo, diversas características têm sido transferidas de espécies diplóides que possuem o genoma "A" da espécie cultivada. Pouco tem sido alcançado no que diz respeito ao genoma "B". Tem-se obtido somente tetraplóides artificiais "AABB" quando se usa *A. batizocoi* como doador do genoma "B".

Enquanto várias espécies e acessos com genoma “A” estão disponíveis, pouco germoplasma de espécies da secção *Arachis* com o possível genoma “B” havia sido obtido no passado. Hoje seu total excede 25 acessos, mas resultados atuais sobre sua similaridade genética não têm sido consistentes com a cruzabilidade real com *A. hypogaea*. Desde 1976, na coleção têm sido observados espécies e acessos da secção *Arachis* que se cruzam com o amendoim e não são associados ao genoma A. A tentativa de se produzir híbridos artificiais “AABB” incluindo *A. ipaënsis*, a espécie aparentemente mais próxima de *A. hypogaea* pelo seu cariótipo e por marcadores moleculares tem falhado insistentemente.

Estudos de compatibilidade em cruzamentos são fundamentais para confirmar a possibilidade de incorporação dos acessos a programas de melhoramento convencional. Neste estudo, um conjunto de acessos pouco pesquisados foi minuciosamente observado e inter cruzado visando a introgressão no amendoim cultivado de características favoráveis controladas por genes localizados nos dois genomas.

O objetivo do presente trabalho foi testar espécies silvestres diplóides da secção *Arachis*, de genomas “A” e “B”, assim como variedades de *A. hypogaea*, quanto ao nível de resistência para três doenças fúngicas - mancha castanha (*Cercospora arachidicola*), mancha preta (*Cercosporidium personatum*), ferrugem (*Puccinia arachidis*) - e posterior seleção dos materiais mais resistentes de ambos os genomas. Outros objetivos foram cruzar espécies pertencentes aos dois genomas, duplicar cromossomos destes híbridos estéreis obtidos e cruzar os anfidiplóides sintéticos com *Arachis hypogaea*, visando a introgressão de genes de resistência às doenças no amendoim cultivado, além de transferir à Embrapa Algodão os híbridos desenvolvidos para que fossem reavaliados quanto à resistência aos isolados da região nordeste, em condições controladas e/ou a campo, para que os melhores fossem selecionados e introduzidos nos programas de melhoramento de amendoim da Embrapa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz"- ESALQ/USP e na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Os acessos envolvidos no trabalho estão listados na Tabela 1 e foram fornecidos pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pela Embrapa Algodão.

Avaliação para resistência a doenças

Folhas de amendoim infectadas foram coletadas nas estações experimentais do IAC. As espécies fúngicas *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum*, foram coletadas na Estação Experimental de Alta Mogiana, na cidade de Ribeirão Preto. A espécie *Puccinia arachidis* foi coletada na Estação Experimental de Pindorama. As folhas foram levadas para o IAC onde foram isolados os fungos.

Além destes isolados, procurou-se repicar alguns acessos de fungos localizados na micoteca do IAC, sob os números 1436-1 (*Cercospora arachidicola*) e 1589-0 e 1595-0 (*Cercosporidium personatum*)

Todos os isolados foram repicados em meio aveia-ágar segundo Moraes & Salgado (1979b). A

técnica utilizada para o desenvolvimento dos testes de resistência foi desenvolvida por Moraes & Salgado (1982), em condições de temperatura controlada a 23-25°C em luz alternada (10 h de luz e 14 h de escuro). Para cada acesso, prepararam-se quatro unidades experimentais distribuídas em blocos casualizados.

As avaliações foram feitas aos 27 dias para *Puccinia arachidis* e *Cercospora arachidicola* e 42 dias para *Cercosporidium personatum*.

Para avaliação de *Puccinia arachidis*, foi considerado o número de lesões por mm² de folíolo. Estas lesões foram também caracterizadas de acordo com a presença ou ausência de esporulação. Para avaliação de *Cercospora arachidicola* e *Cercosporidium personatum*, mediu-se a área de lesão por folíolo e fez-se uma relação entre área de lesão (mm²) e área foliolar (mm²). Utilizou-se o programa SAS[®] 8.2, via PROC GLM para a análise dos dados. Para cada grupo de dados foi utilizado um tipo de transformação diferente, conforme a adequabilidade, visando tornar os erros independentes e sua distribuição normal. Nas análises de variância, apenas entraram dados de acessos em que se observaram lesões.

Acessos sem lesões possuem variância igual a zero, o que compromete as análises, por isso, foram excluídos. Os dados foram transformados utilizando arcoseno $\sqrt{x+0,5}$ no experimento com *Cercospora arachidicola*, $\sqrt{\log(x+1)}$, nos experimentos com *Cercosporidium personatum* e *Puccinia arachidis*. Para as comparações múltiplas entre médias de diferentes acessos, utilizou-se o Método de Scott & Knott (1974), o qual distribui os acessos em grupos sem sobreposição de letras, facilitando sobremaneira a escolha dos acessos mais resistentes.

Cruzamentos

Durante o período de abril de 2000 a junho de 2001, foram feitos cruzamentos entre espécies de genomas distintos (Tabela 1). Foi utilizada a espécie *A. duranensis* (genoma “A”) como genitor masculino e a espécie *A. ipaënsis* (genoma “não-A”) como genitor feminino.

Entre os meses de agosto e outubro de 2001, os híbridos foram identificados mediante análise molecular. Foi utilizada a técnica de marcadores microssatélites para a separação de híbridos e possíveis indivíduos originários de autofecundações. Esta técnica foi escolhida devido à sua natureza codominante, facilidade e rapidez na obtenção dos resultados.

Tabela 1. Acessos de espécies de *Arachis* utilizadas no presente trabalho, código de acesso, nome da espécie, código BRA.

Acesso	Espécie	BRA
V 6389	<i>Arachis aff. magna</i>	012696
V 9401	<i>A. aff. diogoi</i>	022608
V 14167	<i>A. duranensis</i> Krapov. & W. C. Gregory	036200
cv. BR1	<i>A. hypogaea subsp. fastigiata var. fastigiata</i>	033383
cv. Caiapó	<i>A. hypogaea</i>	037371
Runner 886	<i>A hypogaea subsp. hypogaea var. hypogaea</i>	037389
cv. Tatu	<i>A. hypogaea subsp. fastigiata var. fastigiata</i>	011606
K 30076	<i>A. ipaënsis</i> Krapov. & W. C. Gregory	036234

Poliploidização de cromossomos

As estacas com aproximadamente 20 cm de comprimento foram isoladas de plantas em crescimento, colocadas em tubos de ensaio com colchicina a 0,2%

fechados com filme plástico PVC e submetidos a condições controladas de luz branca fluorescente e temperatura controlada entre 28 a 30°C por 8h. Aproximadamente 10 estacas foram feitas por genótipo.

Posteriormente as estacas foram lavadas em água corrente por 20 minutos, cortadas em bisel no seu último internódio. Aplicou-se o hormônio enraizador ácido indolbutírico (IBA) e as estacas foram levadas ao telado para o plantio em copos plásticos com substrato que foram acondicionados em bandejas envoltas em um saco plástico transparente para manter a umidade do ambiente onde permaneceram por 20 dias aproximadamente. A contagem dos cromossomos de estacas do anfidiplóide sintético foi feita de acordo com a metodologia citada em Fávero et al. (2004)

Cruzamentos entre *A. hypogaea* e anfidiplóide sintético

Algumas estacas tratadas com colchicina e retiradas de híbridos entre *A. ipaënsis* e *A. duranensis* foram identificadas como possuidoras de células tetraplóides. Os cruzamentos foram feitos na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em condições de telado entre outubro de 2002 a março de 2003 para o anfidiplóide (*A. ipaënsis* e *A. duranensis*) e entre novembro de 2003 a abril de 2004 para o anfidiplóide (*A. aff. magna* e *A. aff. diogo*). Os acessos de *A. hypogaea* foram

utilizados como genitores femininos e as cultivares utilizadas foram: BR 1, IAC-Caiapó, IAC-Runner, IAC-Tatu-ST.

A identificação de híbridos foi baseada em estudos utilizando marcadores moleculares tipo microssatélites e estes foram realizados no Laboratório de Caracterização Genética Vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta todos os acessos submetidos aos testes de resistência a *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum* e *Puccinia arachidis*, assim como as notas que os genótipos receberam, de acordo com os grupos em que cada acesso se alocou. Para *Cercospora arachidicola*, as letras recebidas pelo teste de Scott & Knott variaram de A a F, sendo que alguns genótipos foram retirados da análise de variância por não apresentarem lesão, recebendo nota zero. Para fazer a ordenação única para todas as lesões e todos os genótipos, modificou-se a categorização de letras para números; assim, a variação de zero a F foi modificada para zero a seis. Para

Cercosporidium personatum, como os valores eram de zero, A a D, tornaram-se zero a quatro. Para *Puccinia arachidis*, no grupo um havia as categorias zero, A a D, modificando-se para 0 a 4 e para o grupo dois, antes observavam-se grupos A e B, sendo alterados para notas 5 e 6. Finalmente, foi possível fazer uma soma de todos os valores obtidos para cada genótipo. Pode-se observar que a maioria dos acessos de espécies silvestres foi significativamente mais resistente que os acessos de *A. hypogaea*. *Arachis monticola*, espécie silvestre alotetraplóide considerada

candidata a ancestral de *A. hypogaea* mostrou-se também mais suscetível a *Cercosporidium personatum* e *Puccinia arachidis* quando, comparado a maioria das espécies silvestres. *Arachis monticola* não foi testada para *C. personatum* porque as folhas não estavam em condições adequadas para a análise, assim como outros acessos sem letras de grupo na Tabela 2. *Arachis ipaënsis*, um dos candidatos a ancestral de *A. hypogaea*, também mostrou-se mais suscetível a *Cercospora arachidicola* e *Puccinia arachidis* quando comparado a muitas das espécies silvestres.

Tabela 2. Número de acesso, nome da espécie e letra e nota referente à resistência a *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum* e *Puccinia arachidis* e nota final de cada genótipo para o caráter resistência

Acesso	Espécie	<i>Cercospora arachidicola</i>	<i>Cercosporidium personatum</i>	<i>Puccinia arachidis</i>		Σ
		0-F (0-6)*	0-D	Grupo 1	Grupo 2	
VPoBi 9401	<i>A. aff. dioçoi</i>	0	0	1	-	1
VNVev 14167	<i>A. duranensis</i>	-	1	1	-	2
VSGr 6389	<i>A. aff. magna</i>	2	1	0	-	3
KGPScS 30076	<i>A. ipaënsis</i>	2	-	-	5	7
cv. Tatu	<i>A. hypogaea</i>	4	2	-	5	11
cv. Caiapó	<i>A. hypogaea</i>	5	3	-	5	13
Runner 886	<i>A. hypogaea</i>	5	3	-	5	13
cv. BR1	<i>A. hypogaea</i>	6	4	-	5	15

* notas 0 (imune) a 6 (altamente suscetível) correspondem respectivamente a 0 (imune) a F (altamente suscetível)

** Grupo 1 e 2 (presença ou não de esporulação)

Cruzamentos realizados e obtenção de híbridos

Aproximadamente 45 dias após a polinização, foram coletadas as

primeiras sementes dos cruzamentos que já estavam em estado de maturação fisiológica.

A utilização de microssatélites na detecção de híbridos mostrou-se altamente eficiente. Todos os indivíduos das progênies puderam ser identificados, sem qualquer dúvida, quanto à sua origem híbrida ou não, através da utilização de marcadores microssatélites.

Pôde-se observar na Tabela 3 que foram realizadas 50 polinizações, obtiveram-se sete plantas da progênie,

sendo sete híbridas, obtendo-se uma porcentagem de sucesso e pólen corado de 20,83% e 0,98% respectivamente para o híbrido *A. ipaënsis* 30076 x *A. duranensis* 14167 e de 7,69 e 22,99 para o híbrido *A. aff. magna* 6389 x *A. aff. diogoi* 9401.

Tabela 3. Tipos de *cruzamentos realizados*, número de polinizações, número de híbridos, porcentagens de sucesso e de pólen corado.

Cruzamentos	No. de polinizações	No. de híbridos	% de sucesso	% pólen corado
<i>A. ipaënsis</i> 30076 x <i>A. duranensis</i> 14167	24	5	20,83	0,98
<i>A. aff. magna</i> 6389 x <i>A. aff. diogoi</i> 9401	26	2	7,69	22,99

Tratamento com colchicina e obtenção de flores tetraplóides

As combinações híbridas K 30076 x V 14167 (*A. ipaënsis* e *A. duranensis*) e V 6389 x V 6401 (*A. aff. magna* e *A. aff. diogoi*) tiveram suas células duplicadas depois de oito e 12 horas de exposição à colchicina respectivamente. Como os tecidos tratados são somáticos, foi comum a ocorrência de plantas quiméricas. Estas plantas quiméricas produziram sementes, pois possuíam flores tetraplóides. A partir destas sementes, foi possível obter plantas totalmente

tetraplóides, pois surgiram da fusão de gametas com n=20. As plantas originárias de sementes possuíam flores com 97,74% de pólen corado para o anfidiplóide sintético K 30076 x V 14167 e 73,78% para o anfidiplóide sintético V 6389 x V 6401.

Cruzamentos efetuados entre *Arachis hypogaea* e os anfiplóides sintéticos.

Na Tabela 4 é possível observar os tipos e número de cruzamentos efetuados entre acessos

de *Arachis hypogaea* e os anfidiplóides sintéticos, número de plantas no telado, número de plantas híbridas e a porcentagem de sucesso. Após a polinização cruzada de 1218 flores, foi possível a obtenção de 98 indivíduos híbridos acondicionados em telado.

Os cruzamentos em que se observaram híbridos foram:

A. hypogaea cv. BR 1 x [*A. ipaënsis* (K 30076) x *A. duranensis* (V 14167)]^c, *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea* cv. IAC-Caiapó x [*A. ipaënsis* x *A. duranensis*]^c, *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea* cv. IAC-Runner x [*A. ipaënsis* x *A. duranensis*]^c, *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *fastigiata* cv. IAC-Tatu-ST x [*A. ipaënsis* x *A. duranensis*]^c, *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea* cv. IAC-Caiapó x [*A. aff. magna* e *A. aff. diogoi*]^c, *A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea* cv.

IAC-Runner x [*A. aff. magna* e *A. aff. diogoi*]^c, *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *fastigiata* cv. IAC-Tatu-ST x [*A. aff. magna* e *A. aff. diogoi*]^c,

Um marcador morfológico importante detectado foi a observação de flores amarelas nos híbridos entre o anfidiplóide e *A. hypogaea*. Os cultivares de *A. hypogaea* utilizados no trabalho têm flores de cor laranja assim como *A. ipaënsis* e *A. aff. magna*. *Arachis duranensis* e *A. aff. diogoi* sempre foram usados como genitores masculinos e seus híbridos sempre possuíam flores amarelas.

Nos meses de abril a junho de 2004, foram colhidos frutos de genitores femininos e masculinos inclusive da combinação *A. hypogaea* x (*A. aff. magna* x *A. aff. diogoi*)^c. Das sementes colhidas, apenas uma amostra de cada combinação híbrida foi colocada para germinar, portanto, é possível que haja mais sementes híbridas armazenadas na câmara fria.

Tabela 4. Combinações efetuadas para os cruzamentos entre acessos de *Arachis hypogaea* e os anfidiplóides sintéticos, número de polinizações realizadas, número de plantas híbridas e porcentagem de sucesso (realização de polinizações em relação à obtenção de híbridos).

Acessos de <i>A. hypogaea</i>	Anfidiplóides sintéticos	Número de polinizações	Número de plantas híbridas	% de sucesso
BR 1	X (K 30076 x V 14167) ^c	290	34	11,72
IAC-Caiapó	X (K 30076 x V 14167) ^c	53	16	30,19

IAC-Runner	X (K 30076 x V 14167) ^c	62	21	33,87
IAC-Tatu-ST	X (K 30076 x V 14167) ^c	251	13	5,18
IAC-Tatu-ST	X (V 6389 x V 9401) ^c	231	11*	
IAC-Caiapó	X (V 6389 x V 9401) ^c	141	1*	
IAC-Runner	X (V 6389 x V 9401) ^c	190	2*	
Total		1218	98	

^c Híbrido com duplicação de cromossomos via uso de colchicina

* Híbridos identificados em amostras de sementes

O sucesso na obtenção dos híbridos oriundos do cruzamento entre *A. hypogaea* e o anfidiplóide *A. ipaënsis* x *A. duranensis* pode ser um indício da maior proximidade entre essas espécies silvestres e *A. hypogaea*. No âmbito de estudos de evolução do amendoim cultivado, a obtenção de híbridos entre *A. hypogaea*, *A. ipaënsis* e *A. duranensis* foi de fundamental importância na validação de diversos trabalhos em caracterização molecular, morfológica e citogenética publicados até o momento (Kockert et al., 1991 e 1996; Krapovickas & Gregory, 1994; Fernández & Krapovickas, 1994) em que *A. ipaënsis* e *A. duranensis* são considerados os principais candidatos a ancestrais do amendoim cultivado.

Singh & Smartt (1998) afirmaram que enquanto não fosse obtido um híbrido fértil entre *A. ipaënsis* e *A. duranensis* e o amendoim cultivado não é possível

confirmar a ancestralidade de *A. hypogaea*. Mediante os resultados deste trabalho, foi possível obter híbridos a partir de cruzamentos entre quatro variedades diferentes de *A. hypogaea* com o anfidiplóide sintético e fértil *A. ipaënsis* x *A. duranensis*.

Transferências dos híbridos entre *A. hypogaea* e os anfidiplóides sintéticos para o Centro de Produto

No ano de 2005, foram transferidos os seguintes híbridos (Tabela 5) entre *A. hypogaea* e os anfidiplóides sintéticos para a Embrapa Algodão. A finalidade é avaliar estes genótipos em condições controladas e/ou a campo quanto às resistências às doenças fúngicas de parte aérea, causadas por isolados da região nordeste. Os mais resistentes serão selecionados e inseridos no programa de melhoramento de amendoim da Embrapa.

Tabela 5. Tipos de cruzamentos, geração e número de sementes ou estacas enviadas para a Embrapa Algodão.

Cruzamento	Geração	No. de sementes ou estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Tatu-ST x [K 30076 x V 14167]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Tatu-ST x [V 6389 x V 9401]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Runner x [V 6389 x V 9401]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Caiapó x [K 30076 x V 14167]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Caiapó x [V 6389 x V 9401]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Runner x [K 30076 x V 14167]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. BR-1 x [K 30076 x V 14167]	F1	20 estacas
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Tatu-ST x [K 30076 x V 14167]	F2	7 sementes
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Runner x [K 30076 x V 14167]	F2	30 sementes
<i>A. hypogaea</i> cv. IAC-Caiapó x [K 30076 x V 14167]	F2	30 sementes
<i>A. hypogaea</i> cv. BR-1 x [K 30076 x V 14167]	F2	33 sementes

CONCLUSÃO

- Pode-se concluir que: 1) há espécies silvestres altamente resistentes a pelo menos uma das três doenças fúngicas estudadas quando comparadas com *Arachis hypogaea*, 2) é possível obter híbridos entre espécies silvestres de genoma “A” e “B” estéreis, assim como duplicar cromossomos via utilização de colchicina e 3) é possível gerar híbridos entre *A. hypogaea* e anfidiplóides sintéticos férteis diferentes dos utilizados para gerar a cultivar COAN, gerando novas combinações híbridas e ampliando a variabilidade genética a ser

utilizada em programas de melhoramento.

- A obtenção de híbrido fértil entre *Arachis hypogaea* e o anfidiplóide sintético (*A. ipaënsis* x *A. duranensis*) reforça a teoria de que *A. ipaënsis* e *A. duranensis* seriam os ancestrais do amendoim cultivado, sendo por diversos autores, o estudo que faltava para esta comprovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Avaliação da Safra Agrícola 2003/2004: Sexto Levantamento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004a.

- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safras. Séries Históricas. Disponível em <http://www.conab.gov.br/> Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005a.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Avaliação da Safra Agrícola 2004/2005: Sexto Levantamento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005b.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Conjuntura amendoim. Disponível em <http://www.conab.gov.br/> Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Conjuntura Agropecuária – Amendoim Março/2004. Disponível em <http://www.conab.gov.br/> Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004b.
- FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/>, acessado em junho de 2005.
- FÁVERO, A.P. ; CUCO, S.M.; AGUIAR-PERECIN, M.R.L.; VALLS, J.F.M.; VELLO, N.A.. Rooting in leaf petioles of *Arachis* for cytological analysis. **Cytologia**, v. 69, n. 2, p. 215-219, 2004.
- FERNÁNDEZ, A.; KRAPOVICKAS, A. Cromosomas y evolución en *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v. 8, n. 1-4, p. 187-220, 1994.
- GODOY, I. J.; MORAES, S. A.; ZANOTTO, M. D.; SANTOS, R. C. Melhoramento do amendoim. In: Borém, A. (ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**, Viçosa, UFV, 1999a. p. 51-94
- GODOY, I.J.; MORAES, S.A.; SIQUEIRA, W.J.; PEREIRA, J.C.V.A.; MARTINS, A.L.M.; PAULO, E.M.. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade de cultivares de amendoim em três níveis de controle de doenças foliares. *Pesq. Agrop. Brasil.* 34 (7): 1183-1191. 1999b.
- GODOY, I.J. Problemas e perspectivas do melhoramento genético do amendoim no Brasil. In: Anais Londrina/IAPAR, 2001... III SIRGEALC - Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe. IAPAR: Londrina. p. 43-46.
- GREGORY, W.C.; KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, M.P. Structure, variation, evolution and classification in *Arachis*. In: SUMMERFIELD, R.J.; BUNTING, A.H. (Ed.). **Advances in legume science**. Proceedings of International Legume Conference, Kew, Royal Botanic Gardens, v. 1, 1978 ou 1980?, p.469-481.
- HUSTED, L. Cytological studies of the peanut *Arachis*. 1. Chromosome number and morphology. **Cytologia**, 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**, v. 7, p. 396-423, 1936.
- KOCKERT, G.; HALWARD, T.; BRANCH, W. D.; SIMPSON, C. E. RFLP variability in peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars and wild species. **Theoretical and Applied Genetic**, v.81, p.565-570, 1991.
- KOCKERT, G.; STALKER, H. M.; 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**, v. 83, p. 1282-1291, 1996.
- KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomia del género *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia**, v.8, n.1-4, p.1-186, 1994.
- MORAES, S. de A.; SALGADO, C. L. Avaliação da resistência a *Cercospora arachidicola* Hori em amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Fitopatologia* v.14, n.2, p.65-72, 1979.
- MORAES, S. de A.; SALGADO, C. L. Utilização da técnica de folhas destacadas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) para inoculações com *Cercospora arachidicola* Hori e *Cercospora personata* (Bert. & Curt.) Ell. & Ev. **Summa Phytopathologica**, v.8, p.39-55, 1982.
- SAS Institute INC. **Statistical analysis system**: user's guide: Stat, Version 6.4 ed. Cary: SAS Institute, 1990.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SIMPSON, C. E. Introgression of root-nematode resistance into *Arachis*. In: I SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, Campinas, 1997. **Resumos**. Campinas:IAC, 1997. p.49.
- SINGH, A. K.; SMARTT, J. The genome donors of the groundnut/peanut (*Arachis hypogaea* L.) revisited. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 45, p.113-118, 1998.
- SINGH, A. K.; SUBRAHMANYAM, P.; GURTU, S. Variation in a wild groundnut species, *Arachis duranensis* Krapov. & W. C. Gregory. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 43, p.135-142, 1996.
- SMARTT, J. ; GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P. The genomes of *Arachis hypogaea*. 1. Cytogenetic studies of putative genome donors. **Euphytica**, v.27, p.665-675, 1978.
- STALKER, H. T.; MOSS, J. P. Speciation, cytogenetics and utilization of *Arachis* species. **Advances in Agronomy**, v.41, p.1-40, 1987.

<p>Comunicado Técnico, 137</p> <p>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento</p>	<p>Exemplares desta edição podem ser adquiridos na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Serviço de Atendimento ao Cidadão Parque Estação Biológica, Av. W/5 Norte (Final) – Brasília, DF CEP 70770-900 – Caixa Postal 02372 PABX: (61) 448-4600 Fax: (61) 340-3624 http://www.cenargen.embrapa.br e.mail:sac@cenargen.embrapa.br</p> <p>1ª edição 1ª impressão (2005):</p>	<p>Comitê de Publicações</p> <p>Expediente</p>	<p>Presidente: Maria Isabel de Oliveira <i>Penteado</i> Secretário-Executivo: Maria da Graça <i>Simões Pires Negrão</i> Membros: Arthur da Silva <i>Mariante</i> Maria Alice <i>Bianchi</i> Maria da Graça <i>S. P. Negrão</i> Maria de Fátima <i>Batista</i> Maria Isabel de <i>O. Penteado</i> Maurício <i>Machain Franco</i> Regina Maria <i>Dechechi Carneiro</i> Sueli <i>Correa Marques de Mello</i> Vera <i>Tavares de Campos Carneiro</i> Supervisor editorial: Maria da Graça <i>S. P. Negrão</i> Normalização Bibliográfica: <i>Maria Iara Pereira Machado</i> Editoração eletrônica: Maria da Graça <i>Simões Pires Negrão</i></p>
---	---	--	---