Utilização de recursos genéticos e melhoramento de *Arachis hypogaea* L. no Nordeste Brasileiro.

Roseane Cavalcanti dos Santos¹

Importância sócioeconômica

Entre as oleaginosas cultivadas no mundo, o amendoim é a quarta mais produzida internacionalmente, perdendo apenas para a soja, algodão e colza (canola), sendo responsável por 10% da produção mundial de óleo comestível e o 5º mais consumido com uma produção de 3,86 milhões de toneladas (Canziani, 1995).

A produção mundial de grãos de amendoim, atualmente, atinge a marca de 23,5 milhões de toneladas anuais; desse total 60% é destinada ao esmagamento para extração de óleo comestível, cujo subproduto (torta ou farelo) é largamente utilizado como ração animal. Cerca de 8 milhões de toneladas são utilizadas como alimento humano, "in natura", como componente de iguarias caseiras ou processado pela indústria de alimentos.

Os países em desenvolvimento são responsáveis por 80% da produção de amendoim, sendo que, aproximadamente, 67% é originária dos trópicos semi-áridos (Santos, 1996). Os maiores exportadores são a China, os Estados Unidos, a Índia, o Sudão, o Senegal e a Argentina; o Japão e diversos países da Europa figuram como principais importadores.

O Brasil já se situou entre os sete primeiros países produtores de amendoim no contexto mundial, cujo principal produto comercializado era o óleo. Até o final dos anos 60 e início da década de 70, a cultura de amendoim tinha papel de destaque na economia brasileira, uma vez que o óleo contribuiu para o processo de substituição da banha de porco por óleos vegetais, sendo um dos pioneiros na alteração do hábito alimentar, juntamente com o óleo de algodão (Rocha & Barbosa, 1990). A área colhida chegou a alcançar 758.585ha com uma produção de 956.228t na safra 1971/1972. A partir de meados de 1974 devido, entre outros fatores, à queda da qualidade do produto no mercado internacional, decorrente dos sucessivos problemas de contaminação com aflatoxina, superior à permitida pela legislação externa, o preço do amendoim começou a cair, perdendo lugar no mercado, o que interferiu drasticamente na área plantada e, conseqüentemente, na produção (Almeida, 1996). Com a redução das exportações, o destino do produto no mercado nacional também mudou. Antes, a produção era destinada às indústrias de esmagamento; atualmente, cerca de 80% da produção destina-se ao mercado de consumo 'in natura' (Freitas *et al.* 1995; Freire *et al.* 1996). Para esse, a maior preferência (90%) é pelo amendoim do tipo Valência, de película vermelha; o restante é atendido por materiais do tipo Spanish (grãos pequenos) ou Runner (grãos grandes), ambos de pele bege, para atender as indústrias de alimentos (doces, pasta, paçocas e salgados). Entre os materiais de pele vermelha, o de maior aceitação pelo mercado é aquele com grãos médios, redondos e com quatro

¹ Pesquisadora da Embrapa Alagadão, CP 174, CEP 58107-720, Campina Grande-,PB.

sementes para ser comercializado na forma torrada ou caramelizada; outro tipo que tem crescido ultimamente no mercado de salgados é o de grãos longos, que pode ser comercializado na forma crua ou torrada para cocktail. O teor de óleo para esse tipo de mercado deve estar entre 45% a 46% (Freire *et al.* 1996; Freire, 1997).

Na região Nordeste, o segundo maior pólo consumidor de amendoim, o mercado se divide em amendoim verde, vendido na vagem (Sergipe e parte da Bahia) e seco (restante da região). Para o primeiro, a colheita do produto é feita entre 70 a 75 dias. A vantagem desse tipo de cultivo para o agricultor é que a cultura ocupa menos tempo no solo correndo menor risco frente às freqüentes intempéries. Por outro lado, o custo de cultivo é menor por não ser necessário fazer a secagem e o beneficiamento; o retorno de capital investido é mais rápido com relação ao produto colhido seco. Do ponto de vista econômico, o preço do produto verde se equipara ao comercializado seco, mesmo considerando que cerca de 40% do peso das vagens é de umidade. Para o mercado de amendoim seco, a colheita é realizada entre 100-110 dias e o produto é comercializado cozido (20%) ou torrado (80%), principalmente em feiras livres ou transformado em subprodutos pelas indústrias de alimentos.

Como ocorre nos países do primeiro mundo, as indústrias brasileiras de doces e confeitos vêm apresentando nos últimos 10 anos um crescimento em qualidade e diversificação, onde o amendoim vem tendo utilização crescente. Por esse aspecto e pelo fato de que tem havido escassez do produto no mercado interno provocando eventuais importações, principalmente da Argentina pode-se deduzir que o Brasil tem condições de ampliar a oferta de amendoim, estimulando a produção agrícola no país. A expansão da exploração agrícola comercial do amendoim no Brasil depende do seu nível tecnológico e competitividade, onde é de importância primordial a disponibilidade de cultivares produtivas, rentáveis e adaptadas às diversas regiões, sistemas de produção e padrões de mercado.

As indústrias de alimentos têm sido mais rigorosas com a aceitação dos produtos a serem processados. Os atributos de qualidade para as indústrias de confeitaria, por exemplo, levam em conta o rendimento em amêndoas, coloração, tamanho, aparência, sabor, despeliculamento e as características nutricionais (teor de óleo e proteína, qualidade dos ácidos graxos e aminoácidos essenciais) e sensoriais.

A produção brasileira na safra de 1997, situou-se em 160 mil toneladas. São Paulo, o principal Estado produtor, atende a demanda brasileira com cerca de 100 mil toneladas em uma área plantada de 50 a 60 mil hectares por ano. Outras regiões como o Nordeste, o Sul e o Centro – Oeste contribuem com 20 a 30% da produção nacional (Levantamento..., 1997).

A região Nordeste, na verdade, não tinha tradição com o cultivo do amendoim. O maior impulso na área de cultivo ocorreu nos últimos dez anos, onde a área cultivada em regime de sequeiro passou de 3.000 para atuais 7.000ha (Anuário Estatístico do Brasil, 1987; Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 1997); a produção cresceu na mesma proporção. O rendimento das cultivares utilizadas pela maioria dos agricultores, entretanto, ainda é baixo, situando-se em torno de 800 kg/ha de amendoim em vagens. Os principais produtores regionais são os Estados da Bahia, de Sergipe, da Paraíba e do Ceará.

Os dados relativos ao cultivo irrigado na região são escassos. Segundo Rabelo *et al.* (1991), até o início da década de 90, foram produzidas 6.095t de amendoim em condições irrigadas nas principais Microrregiões Homogêneas (Baixo Parnaíba Piauiense, Tabuleiros de São Miguel dos Campos-AL, e Baixo Parnaíba Maranhense) em uma área de 2.199ha. Um dos fatores que contribuíram com este crescimento foi a grande demanda do produto cujo volume de produção não tem sido suficiente para atender o mercado regional que demanda, anualmente, cerca de 50.000t de grãos para atender as indústrias de alimentos e o consumo "in natura". A produção local atende menos de 20% do consumo. O restante é abastecido com a produção de outros Estados principalmente o de São Paulo (Freitas, 1995).

Com relação à produtividade, embora a área de cultivo no Brasil, atualmente, esteja 44% menor do que nos últimos dez anos, a produtividade da cultura cresceu na mesma ordem, de 44%, resultado esse alcançado em grande parte, por meio das várias tecnologias (cultivares e sistemas de cultivo melhorados), liberadas através das principais empresas de pesquisa que trabalham com essa cultura no país.

Atualmente, já existe tecnologia disponível para o cultivo do amendoim de acordo com a tipologia do agricultor, envolvendo sistema de cultivo, novas variedades, máquinas e implementos agrícolas, etc. Com o auxílio dos serviços da extensão rural e dos meios multimídia, principalmente a televisão, os agricultores estão mais conscientes das vantagens na adoção de novas tecnologias. Outro fator positivo foi que, com a abertura da economia, e o crescimento da demanda interna, principalmente para confeitaria, o amendoim passou a ter maior competitividade e isto obrigou os produtores a terem mais cuidado para obter o produto com melhor qualidade, tanto no aspecto agrônomo quanto sanitário. Outro enfoque diz respeito aos novos tipos de amendoim que têm entrado no Brasil, na forma de salgados e com grande aceitação pelo mercado consumidor. Isto tem aumentado o interesse dos produtores por novos tipos de amendoim, em especial o Runner, para atender este novo e atraente segmento, no mercado nacional.

Recursos genéticos

Aspectos evolutivos

O primeiro registro arqueológico do amendoim foi citado na literatura no início do século XVI, pouco depois do descobrimento da América. As suposições sobre sua possível origem africana ou asiática têm sido descartadas através de numerosas provas. Uma delas está relacionada com registros referentes ao descobrimento realizado em 1875 de sua ocorrência em tumbas precolombianas situadas em Ancon, Pachamac e outros lugares da costa do Pacífico. Nos últimos 25 anos, numerosas coleções de germoplasma de amendoins silvestres e cultivados, obtidos do Noroeste e Nordeste da Argentina, no Paraguai, no Brasil, na Bolívia, no Uruguai, no Peru e no Equador, confirmam definitivamente a origem sulamericana desta leguminosa (Gregory & Gregory, 1976; Bajaj, 1984; INTA, 1986).

A planta do amendoim é dicotiledônea, da família *Leguminosae*, subfamília *Papilionidae*, gênero *Arachis* que apresenta cerca de 80 espécies, amplamente distribuídas no bioma Cerrado e em outros ambientes de

vegetação aberta tendo como limites de distribuição a Ilha de Marajó ao Norte, o Uruguai ao Sul, o Nordeste brasileiro a Leste e a Oeste, o sopé da Cordilheira dos Andes. Dentre as espécies conhecidas, 48 são restritas ao Brasil. Sua origem é apontada para a Serra de Amambai, que divide as bacias atuais dos rios Paraguai e Paraná, estabelecendo parte do limite entre o estado do Mato Grosso do Sul e o Paraguai (Silva, 1997).

Até o ano de 1973, Hammons, citado por Banks (1976) registrou que o gênero *Arachis* se estendia sobre mais de 2,6 milhões de km² do continente da América do Sul. O amendoim cultivado se originou da Bolívia, ao longo das encostas dos Andes. Krapovickas em 1968, identificou cinco centros genéticos, onde o amendoim apresenta a maior diversidade de caracteres. Mais tarde, em 1973, Gregory, *et al.* adicionaram o Nordeste do Brasil como o sexto centro de diversificação.

A África é um importante centro secundário de variação. Os germoplasma oriundos deste Continente mostram uma grande plasticidade genética. Segundo Gregory *et al.* (1973), esta plasticidade é devida às várias combinações surgidas através de mutações naturais, cruzamentos e alguma instabilidade genética herdada em consequência da natureza tetraplóide do amendoim .

A nível citológico, todas as espécies selvagens situam-se em apenas dois níveis de ploidia, o diploide ($2n = 20$) e o tetraplóide ($2n = 4x = 40$). Baseados na morfologia e nos cruzamentos interespecíficos, o gênero *Arachis* encontra-se dividido nas seguintes seções: *Arachis*, *Erectoides*, *Caulorrhizae*, *Rhizomatosae*, *Extranervosae*, *Heteranthae*, *Procumbentes*, *Triectoides*, *Triseminatae*. A seção *Arachis*, que contém o amendoim cultivado, está subdividida em 4 séries contendo entre elas, espécies diplóides anuais (*A. batizocoi* Krap et Greg.) e perenes (*A. helodes* Martius ex Krap et Rig, *A. villosa* Benth var. *villosa* e *A. villosa* var. *correntina* Burkart) e dois alotetraploides (*A. hypogaea* L. e *A. monticola* Krap et Rig.).

De acordo com Bajaj (1984) as espécies diplóides mais importantes são: *A. benthamii*; *A. diogoi*; *A. duranensis*; *A. helodes*; *A. eufescens*; *A. repens*; *A. rigoni* e *A. villosa*. Entre as espécies tetraplóides, esse autor cita como as mais importantes: *A. glabrata*; *A. hagenbeckii*; *A. hypogaea*; *A. monticola*; *A. nambiguarae*; *A. rasteiro*; *A. selvagem*; *A. marginata* e *A. prostrata*.

A espécie selvagem *A. monticola*, oriunda do Nordeste da Argentina, cruza naturalmente com a espécie cultivada, *A. hypogaea*. Presume-se, a propósito, que essa espécie seja o descendente selvagem comum de *A. hypogaea*. Comparando-se *A. monticola* com *A. hypogaea*, Bajaj (1984) relata que essa última tem vagens mais resistentes, pouco frágeis e os ginóforos são mais curtos. Infere-se que tais mudanças, por certo desvantajosas na selvagem, foram conseguidas através de uma seleção humana, sendo ainda de importância fundamental na domesticação e subsequente distribuição e diversificação da espécie, uma vez que grande variabilidade do hábito de crescimento e características das sementes foram acumuladas. Krapovickas (1968) distinguiu cinco grandes grupos do amendoim cultivado na América do Sul, os quais representam centros secundários de diversidade, desenvolvidos a partir de um outro centro primário de domesticação no Sudeste da Bolívia e Nordeste da Argentina (Quadro 1).

Do ponto de vista de utilização em programas de melhoramento genético, as espécies selvagens possuem características desejáveis, não encontradas nas cultivares comerciais. Citam-se como principais a alta resistência ao

estresse hídrico e a algumas doenças de importância econômica bem como a rica qualidade da proteína encontrada nas sementes de algumas espécies (Quadro 2). Nesse último aspecto, o melhoramento pode ser derivado para quaisquer um desses dois segmentos: melhoria da dieta alimentar para consumo humano ou animal. Segundo Pizarro (1997), a maioria das espécies do gênero *Arachis* prestam-se para produção de forragem, cuja qualidade nutricional é tão elevada quanto outras leguminosas forrageiras utilizadas comercialmente. As espécies *A. pintoi*, *A. glabrata* e *A. hypogaea*, por exemplo, apresentam ampla adaptação a vários tipos de clima e solo, alto rendimento de forragem e, especialmente, alto valor nutritivo tanto na parte vegetativa quanto na semente.

A incorporação de características desejáveis, via hibridação entre espécies selvagens e a cultivada é, de certo modo, laboriosa e necessita de manipulação genética devido às diferenças encontradas entre estas espécies nos níveis de ploidia e barreiras interespecíficas.

Segundo Murty *et al.* (1981) alguns híbridos interespecíficos têm sido produzidos nestes últimos anos. A grande maioria deles foram utilizados em análises citológicas para avaliação do relacionamento entre as espécies, entretanto, ressaltam que é difícil produzir híbridos desejáveis devido às incompatibilidades interespecíficas.

Todos os membros do gênero *Arachis* são geocárpicos e presumivelmente, todos os genótipos são altamente endogâmicos. As espécies selvagens podem ser algumas vezes intercruzadas, entretanto, os híbridos geralmente são mais ou menos estéreis. De um modo geral, os cruzamentos interseccionais ocorrem pouco, embora alguns sejam possíveis.

Banco de Germoplasma de *A. hypogaea*

No melhoramento de plantas, três recursos básicos devem ser explorados para que se consiga maior variabilidade genética. O primeiro é o conhecimento das diferenças hereditárias entre os genótipos da espécie cultivada. O segundo, refere-se às diferenças que podem ser criadas artificialmente pelo uso de mutagens e o terceiro são as diferenças que ocorrem entre os relativos selvagens das espécies cultivadas (Farias, 1996). Segundo Jatasa & Paroda (1983), a informação precisa sobre a divergência genética é decisiva para o sucesso de um programa de melhoramento uma vez que as plantas geneticamente divergentes produzem alto efeito heterótico e consequentemente segregantes desejáveis para a produção.

O estudo de diversidade genética em germoplasma pode ser procedido em vários níveis, através da caracterização dos acessos utilizando-se descritores agrônômicos, bioquímicos, nutricionais e moleculares.

Na espécie *A. hypogaea* vários são os descritores que podem ser utilizados para caracterizar seus acessos. Alguns deles, contudo, por apresentarem pequena variação morfológica, oferecem pouca contribuição aos propósitos da curadoria.

A Embrapa Cenargen possui um banco de germoplasma de *Arachis* constituído de 928 acessos, 847 dos quais originários do Brasil, 48 do Paraguai, 13 da Bolívia, 13 da Argentina e 7 do Uruguai (Valls, 1997). A maioria desses acessos é mantida no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em trabalhos de parceria com o Cenargen. A Embrapa Algodão quando iniciou as pesquisas com

amendoim em 1986, constituiu uma coleção de *Arachis hypogaea*, a qual conta atualmente com 228 acessos. Embora seja composta apenas de materiais da espécie cultivada, resultados obtidos através de estudos de diversidade genética têm demonstrado que a variação infra-específica detectada entre os acessos tem sido suficiente para gerar variabilidade genética no programa de melhoramento da cultura desenvolvido pela empresa (Sales, 1995; Farias, 1996).

A manutenção do BAG-Amendoim da Embrapa Algodão visa, além de conservar os acessos, verificar como eles podem contribuir para a ampliação da base genética das futuras cultivares, avaliando o seu potencial de variabilidade para incorporação na rotina do melhoramento genético desta oleaginosa. As principais abordagens utilizadas no estudo do BAG levam em conta a caracterização e classificação dos acessos e a análise da divergência e similaridade genética entre eles.

O registro dos acessos do BAG-Amendoim da Embrapa Algodão encontra-se disponível no SIBAG - Amendoim (Sistema de Informações de Banco Ativo de Germoplasma) um "software" recentemente desenvolvido pela empresa que organiza na base de dados, os descritores utilizados na caracterização e avaliação dos acessos de amendoim. Este "software" contribui para a obtenção de listas estruturadas por critérios definidos pelos usuários e respostas rápidas a consultas para orientar linhas e ações de pesquisa ligadas ao melhoramento da cultura.

As informações contidas no SIBAG consistem de:

a) Dados de passaporte- incluem a denominação do acesso, junto à sigla da instituição que o cedeu; sua genealogia e local (município, estado, país) de origem. O BAG-Amendoim é composto por acessos oriundos de vários países, envolvendo os continentes da América do Sul, América do Norte, Europa, Ásia e África, de modo que 41% são introduções nacionais e 59%, internacionais. As maiores introduções nacionais da coleção são oriundas da região Nordeste (74%) com maior participação do Estado da Paraíba (25%). Nas internacionais, 83% dos germoplasma são originários do continente africano, sendo a maioria introduzida da África do Sul, representado pelas "pré-breeding lines" cujos acessos alimentam também, o programa de melhoramento genético da cultura para resistência à seca.

Quanto à genealogia, do total de germoplasma da coleção, 30% são constituídos de tipos locais ("land races"), 8% são cultivares definidas, 37% são "pre-breeding lines" e 25% são linhagens avançadas. Com relação à classificação infra-específica, 49% dos acessos representam a subespécie *fastigiata* var. *vulgaris* (Spanish), 34% a *fastigiata* var. *fastigiata* (Valência), 12% a *hypogaea* var. *hirsuta* (Runner) e 5% a *hypogaea* var. *hypogaea* (Virgínia).

b) Caracterização morfológica- os descritores que têm sido adotados para caracterizar morfológicamente o BAG-Amendoim são de certa forma, sintéticos, e seguem de acordo com a recomendação de curadores nacionais e internacionais. As medidas referentes aos descritores da fase vegetativa são tomadas geralmente, a partir do 30º dia após o plantio, examinando-se 25% das plantas da parcela. Essa é constituída de uma fileira de 10 m de comprimento, onde cada acesso é semeado no espaçamento de 0,70 m x 0,20 m, deixando-se duas plantas por cova

(Santos *et al.* 1997b). Os descritores morfológicos ligados à fase reprodutiva (ginóforo, vagens e sementes) são examinados tomando-se dez plantas ao acaso por parcela e, de cada planta, coleta-se oito vagens, perfazendo um total de 80 frutos por acesso. Os descritores são os seguintes: padrão, hábito de crescimento, altura, pigmentação e pilosidade da haste principal, cor do ginóforo, tamanho, forma e cor do folíolo, tamanho, forma e cor da semente, tipo botânico, bico, reticulação e constrição da vagem. A descrição desses descritores encontra-se no Quadro 3.

c) Caracterização agrônômica- essa é baseada nos descritores ligados aos componentes de produção da cultura. Os descritores adotados são: rendimento em vagens e em sementes, porcentagem de vagem chocha e de semente perfeita, peso de 100 vagens e de 100 sementes, número de vagens maduras/planta, número de sementes/vagem e comprimento e largura da vagem.

O registro dos dados ligados ao rendimento são tomados considerando-se a produção total de vagens ou sementes que o acesso produziu na parcela. As demais medidas agrônômicas são tomadas em 20 plantas coletadas ao acaso na parcela (Santos *et al.* 1997).

d) Caracterização fitossanitária- as principais doenças registradas no BAG-Amendoim são Mancha castanha (*Cercospora arachidicola* Hori), Pinta preta (*Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) Deighton), Ferrugem (*Puccinia arachidis*), Mancha pimenta (*Leptosphaerulina crassiasca* (Sechet) Jackson & Bell) e as viroses causadas por vírus do mosaico do amendoim (Peanut mottle potyvirus, PeMoV), vírus do viracabeça (Groundnut ringspot tospovirus, GRSV) e Potyvirus B (Peanut poty Br virus, PPBrV).

Para avaliar o grau de infecção dessas doenças, com exceção das viroses, é procedida uma classificação de cada variável numa escala numérica variando de 1 a 4, onde 1= infecção muito baixa, 2 = infecção baixa, 3= infecção moderada e 4= alta infecção (Veiga *et al.* 1986). Para as viroses também são feitas avaliações visuais, contudo a confirmação quanto a presença ou ausência é feita pelo teste ELISA, com antisoros específicos para cada vírus (Pio-Ribeiro *et al.* 1996).

Com relação às pragas, os insetos e ácaros descritos para a cultura do amendoim podem ser caracterizados pela sua descrição propriamente dita, local de ataque e danos provocados. Algumas espécies são descritas: cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), tripes (*Enneothrips flavens*), lagarta do pescoço vermelho (*Stegasta bosquella*), gafanhoto do Nordeste (*Schistocerca pallens*), lagarta militar (*Spodoptera frugiperda*), lagarta elasmopalpa (*Elasmopalpus lignosellus*), percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*) e ácaro vermelho (*Tetranychus evansi*).

e) Caracterização fisiológica- o registro desses descritores é mais laborioso, devido a exigência de contagens diárias, principalmente dos caracteres de floração. A medida de cada descritor é tomada ao acaso em 40% das plantas da parcela; alguns são marcados e acompanhados até o final do ciclo. Os descritores adotados são: início da floração (dap), duração do florescimento (dias), número de flores/planta, número de ginóforos/planta, peso da planta fresca (g), índice de colheita (%), eficiência reprodutiva (%) e maturação completa da vagem (dias).

f) Caracterização nutricional- os principais descritores utilizados no BAG são os relativos aos teores de óleo, proteína, fibras e cinzas nas sementes. A importância dessas informações é que, por se tratar de um produto com finalidade alimentar, o pesquisador tem um indicativo do potencial de aproveitamento de cada acesso para utilização em estudos nutricionais e/ou bioquímicos voltados para fabricação de subprodutos destinados à suplementação na dieta alimentar.

A análise do teor de óleo é realizada através do aparelho de ressonância magnética. A proteína é determinada pela digestão do nitrogênio (Microkjeldahl) e dosado colorimetricamente pelo reativo de Nessler. O resultado da proteína bruta é obtido multiplicando-se pelo fator 5,43 e expresso em relação à porcentagem de matéria seca, segundo metodologia descrita por Freire (1997).

Outras análises que têm sido realizadas, porém em menor escala devido ao custo elevado, são as de aminoácidos (AAs) e ácidos graxos. Em análises realizadas no BAG-Amendoim em um grupo de acessos representando os tipos Valência, Virgínia e Spanish, Freire (1997) verificou que o teor de proteína na farinha integral variou de 27 a 30%; na desengordurada chegou a 53%. A média do teor de lipídios nas sementes ficou em 46%. Os teores de AAs encontrados na farinha desengordurada dos acessos demonstraram ser superiores aos padrões estabelecidos pela FAO/85, com exceção da lisina, único AA essencial que o amendoim demonstrou ser deficiente. Com relação ao óleo, verificou-se que esse é composto principalmente pelos ácidos oléico, linoléico e palmítico, perfazendo mais de 80% do total dos ácidos graxos da semente do amendoim.

Genética e melhoramento

Citogenética

Os primeiros estudos cromossômicos de *A. hypogaea* foram realizados em 1930. Seis anos mais tarde, Husted identificou um par de cromossomos pequenos e outro par de cromossomos com uma constrição secundária, designada A e B, respectivamente. Em 1964, Smartt observou que várias espécies diplóides da seção *Arachis* tinham o cromossomo A. Em 1978, Smartt *et al.* reportaram que a espécie *A. batizocoi* tinha apenas o cromossomo B.

Baseados nestas informações e, ainda, na fertilidade do pólen de vários híbridos F₁ destas espécies, foi postulado que *A. batizocoi* e *A. cardenasii* contribuíram com os cromossomos B e A respectivamente na formação de *A. hypogaea*. Entretanto, em 1976, Gregory & Gregory sugeriram que *A. hypogaea* seja um possível tetraplóide de um híbrido intraseccional entre *A. cardenasii* e *A. duranensis*. Mais recentemente, Lopes (1997) relatando sobre os avanços na caracterização genética de germoplasma de *Arachis* spp. e *A. hypogaea* sugere que as espécies *A. duranensis* e *A. ipaensis* são as doadoras dos genomas A e B do amendoim cultivado baseando-se em resultados de RFLP de DNA nuclear e de cloroplasto.

Na seção *Arachis*, *A. hypogaea* e *A. monticola* são tetraplóides e apresentam os cromossomos A e B. A afinidade cariomorfológica dos cromossomos com constrição secundária entre *A. cardenasii*, com *A. monticola*

e *A. hypogaea* sugere que *A. cardenasii* seja um ancestral destas espécies tetraplóides. Kirti *et al.* (1982) estudaram o pareamento cromossômico de híbridos F₁ (*A. hypogaea* x *A. monticola*) no estágio paquíteno e observaram que o pareamento foi consideravelmente regular, e que os genomas destas espécies são bastante similares. A separação dos cromossomos na anáfase I e II ocorreu normalmente, condição esta facilitada pela grande fertilidade dos pólenos nos indivíduos parentais. Deste modo, o sucesso no pareamento cromossômico seguido pelo alto potencial de recombinação e fertilidade do pólen indicam que as espécies parentais são altamente relacionadas, podendo até mesmo, segundo o autor, a espécie *A. monticola* ser descrita como *A. hypogaea* var. *monticola*. Esta teoria está de acordo com Smartt *et al.* (1978) que relatam em seu trabalho sobre genomas de *A. hypogaea*, que *A. monticola* é perfeitamente compatível para cruzamento e pode até pertencer a mesma espécie de *A. hypogaea*.

O trabalho de Goppinathan Nair *et al.* (1964) sobre comportamento de híbridos interespecíficos em *Arachis*, relata também que os híbridos entre *A. hypogaea* x *A. glabrata* são altamente férteis e as sementes muito parecidas com as de *A. hypogaea*.

Em estudos sobre a utilização de parentes selvagens no melhoramento genético de *A. hypogaea*, Singh & Moss (1982) utilizaram a técnica de taxonomia numérica para mostrar o grau de similaridade entre as espécies estudadas. Através do dendograma eles mostraram que *A. cardenassi* difere em sua morfologia das espécies *A. villosa*, *A. correntina*, *A. chacoense*, *A. duranensis* e outras três espécies de *Arachis*. O trabalho revelou ainda que *A. batizocoi* é suficientemente distinta das outras espécies anteriormente relatadas, sendo esta separada em um grupo diferente. Os valores da distância de Mahalanobis (D₂) entre *A. cardenassi* e outros membros do grupo, de 0,379 e 0,883, são todos maiores do que a média da distância intragrupo de 0,335, indicando que *A. cardenassi* pode ser considerada como um subgrupo dentro de um grupo mais largo.

Métodos de melhoramento

O maior objetivo no melhoramento genético do amendoim é conseguir cultivares com produções superior e estáveis, resistentes à várias pragas e doenças e com larga adaptação ambiental. Soma-se a isto, a melhoria na qualidade do óleo e da proteína para atender o mercado "in natura" e a indústria de produtos alimentícios.

Os métodos convencionais do melhoramento envolvem Introdução, Seleção, Linha pura, Seleção massal ou modificada, Hibridação e recombinação seguidas pelas técnicas de pedigree, bulk ou retrocruzamento (Allard, 1971). Segundo Wynne & Gregory (1981), podem ainda serem utilizados, para obtenção de uma população melhorada, o sistema de cruzamento múltiplo, seleção recorrente e o sistema dialélico de cruzamento seletivo.

A introdução deve resolver acima de tudo a questão da aclimatação. Os procedimentos da seleção não criam variabilidade genética, apenas atua na existente. A variabilidade é criada a partir da hibridação, entretanto, não deve ser esquecido que características indesejáveis estão freqüentemente ligadas à outras de valores econômico-cultural e que, enquanto algumas cultivares

melhoradas são produzidas, uma forte pressão de seleção é responsável pela diversidade da erosão genética, contribuindo para a extinção de velhas raças.

De acordo com Coffelt & Hammons (1974), o melhoramento do amendoim pode ser dividido em três estágios: a) associação ou criação de um conjunto de germoplasma variado; b) seleção de indivíduos superiores através deste conjunto e c) utilização dos indivíduos selecionados para criar variabilidade genética. A estimativa de variância genética, herdabilidade e coeficiente de correlação podem ser de grande valor em todos os três estágios.

A maioria das características agrônômicas do amendoim são de natureza quantitativa. Um programa de melhoramento em tais caracteres é primariamente condicionado pela magnitude e natureza da variação presente na população (Qadri & Kunti, 1982). A produção, por exemplo, é um caráter complexo, governado por vários pares de genes, de efeito cumulativo, não dominantes e herdado quantitativamente (Coffelt & Hammons, 1974).

Badami (1930), citado por Coffelt & Hammons (1974) sugere que em uma população a ser melhorada, deve ser feita uma seleção preliminar baseada nas plantas que apresentem maior número de vagens maduras e uma seleção final nas plantas que apresentem maior peso de semente. Entretanto, Badwal & Gupta (1968) citado por Coffelt & Hammons (1974), sugerem que a seleção baseada apenas no rendimento é geralmente menos eficiente do que a seleção baseada nos componentes de produção. Esses autores estudaram a herança e correlação de nove caracteres em amendoim (número de vagem/planta, peso de vagem/planta, número de sementes/planta, peso da semente, peso da vagem, peso da semente/planta, comprimento da vagem, número de semente/vagem e peso de 100 sementes) e revelaram que a seleção numa população para aumentar qualquer um dos seguintes caracteres: número de vagem; peso da vagem; número de sementes ou peso de sementes, resulta num correspondente aumento nos outros por eles estudados.

Diversos autores têm estudado a variabilidade genética e herança de alguns caracteres de importância econômica no amendoim. No Quadro 4 podem ser observados os níveis do coeficiente de variação fenotípica (CVF), coeficiente de variação genotípica (CVG), herdabilidade (H_2) e ganho genético (GG) de diversos caracteres morfológicos e agrônômicos importantes no melhoramento da cultura.

Melhoramento de amendoim no Brasil

Os objetivos vinculados a um programa de melhoramento com a cultura do amendoim no Brasil são bastante diversificados devido a grande abrangência territorial e, por conseguinte, as grandes variações de ordem edafoclimáticas. Na criação de cultivares adaptadas às diversas regiões produtoras do país, alguns caracteres agrônômicos preestabelecidos devem ser incorporados na formação do novo genótipo, como o rendimento em vagens superior ao material tradicional e manutenção das características das sementes para atender o mercado consumidor. Outros caracteres assumem sua importância diferenciada dependendo da região onde o programa de melhoramento está sendo desenvolvido. Para a região Sudeste, por exemplo, onde as condições climáticas são favoráveis para a presença e disseminação de patógenos, a resistência às doenças foliares é de significativa importância para a tecnologia de produção. De acordo com Godoy *et al.* (1997), as doenças consideradas como limitantes para a cultura, devido aos seus variados graus de severidade

são: Mancha preta (*Cercosporidium personatum*), Mancha castanha (*Cercospora arachidicola*), verrugose (*Sphaceloma arachidis*), Mancha barrenta (*Phoma arachidicola*) e Ferrugem (*Puccinia arachidis*). O melhoramento genético conduzido pelos técnicos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) tem utilizado, como material básico, o germoplasma existente na espécie cultivada, através de cruzamentos. As avaliações dos acessos para resistência a doenças têm sido realizadas em materiais nativos ou introduzidos de outros programas de melhoramento. Como alguns acessos apresentam resistência a mais de uma doença, a exploração de resistência múltipla e parcial às doenças foliares tem sido praticada em regiões onde a pressão das doenças é acentuada e onde o controle químico onera o custo de produção (Godoy *et al.* 1997).

A obtenção de materiais com resistência às cercosporioses Mancha parda e Pinta preta não é fácil. A maioria das cultivares locais são suscetíveis a estas doenças. Algumas linhagens avaliadas na Embrapa Algodão por Soares *et al.* (1996), resultantes de cruzamentos entre genótipos do tipos Valência x Runner e Spanish x Runner, têm apresentado baixos índices de infestações. A maioria das fontes de resistência são dos tipos botânicos Virgínia e Runner; o ideótipo dos genótipos pertencentes a esses tipos têm aceitação restrita pelos agricultores devido ao hábito de crescimento rasteiro, ao formato das vagens que geralmente apresentam altas reticulação e constricção e ao ciclo tardio dos mesmos. Por isso, antes da síntese final da futura cultivar, o padrão do genótipo é restaurado para que atenda às exigências dos agricultores e do mercado nacional.

As principais cultivares de amendoim lançadas pelo IAC são: IAC TUPÃ, IAC POITARA e IAC OIRÃ, liberadas em 1987. Todas são de porte ereto, ciclo entre 100 a 120 dias, sementes grandes e alongadas, sendo a última de coloração bege. A média de rendimento em vagens dessas cultivares situa-se em 2.900kg/ha no período das águas e 1.900kg/ha no período seco. O rendimento em sementes situa-se em 75% e o teor médio de óleo é de 53% (Pompeu, 1987). Em 1997 foram lançadas as cultivares de porte rasteiro e sementes de coloração bege IAC CAIAPÓ (ciclo de 130-135 dias e sementes de tamanho médio) e IAC JUMBO (ciclo de 145-160 e semente extra grande). Ambas possuem duas sementes/vagem e são bastante produtivas; apresentam moderada resistência à Mancha parda, Pinta preta e Verrugose e resistência à Mancha barrenta (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, 1997).

Melhoramento do amendoim para as condições do Nordeste brasileiro

Diagnóstico do Amendoim nas Zonas Produtoras

A região Nordeste apresenta condições edafoclimáticas favoráveis para obtenção de vagens de amendoim de boa qualidade, tanto a nível fitossanitário quanto sensorial. Cerca de 80% da produção obtida nessa região é destinada para abastecer o mercado de consumo 'in natura', na forma de amendoim torrado ou cozido, gerando centenas de empregos diretos e indiretos, uma vez que o produto, na sua maioria, é comercializado em feiras livres, festas juninas, casas de espetáculos, praias etc, conferindo grande importância no contexto social e econômico da região. O sistema de produção utilizado pelos agricultores, contudo, está ainda, bem distante dos padrões de uma exploração moderna. Segundo Araújo *et al.* (1992), Barros *et al.*, (1994a, b, c), que

procederam um amplo diagnóstico sobre esse tema, os produtores de amendoim nessa região são predominantemente parceiros ou pequenos arrendatários, com áreas cultivadas geralmente inferiores a 20ha. Apenas 12,82% deles usam sementes selecionadas. A grande maioria, portanto, planta tipos locais, adquiridos em feiras livres ou em armazéns, cujos genótipos além de apresentarem baixo rendimento cultural, são geralmente vulneráveis aos ataques de pragas e/ou doenças. Como as sementes são geralmente de baixa qualidade fisiológica, o plantio é feito adensado, para garantir maior uniformização no estande. Por essa razão, o gasto passa a ser maior, cerca de 70-80kg de sementes/ha, ao invés do recomendado (60kg/ha). O preparo do solo é feito manualmente ou a tração animal. As práticas de análise de solo, calagem, adubação e tratos fitossanitários são adotadas por apenas 13% dos agricultores regionais (Barros *et al.* 1994b). Os tratos culturais, colheita e beneficiamento são procedidos manualmente com a utilização de mão-de-obra familiar por quase a totalidade dos agricultores.

Nesse sistema o rendimento em vagens obtido fica entre 500-800 kg/ha, considerando um cultivo livre de agentes fitopatológicos. Como a prática da calagem não é adotada pela maioria, o rendimento em sementes fica em torno de 50%, indicando que, de quase todo material colhido, metade é de cascas devido a má formação das sementes, depreciando o produto que terá conseqüentemente, menor valor no mercado.

Alguns problemas no cultivo do amendoim a nível regional têm sido detectados como limitantes à sua expressão e ao seu rendimento. De forma generalizada, tem sido constatadas como principais dificuldades técnicas a falta de estoque de sementes melhoradas para atender a demanda da clientela e os custos de produção envolvendo mão-de-obra no plantio, colheita e pós-colheita. Apesar disso, o cultivo do amendoim nessas áreas constitui-se em um atrativo negócio agrícola. Segundo Vale *et al.* 1994 e Santos *et al.* 1997, os motivos são os seguintes: a) a cultura produz bem nos tipos de solo, clima e sistema de irrigação dos perímetros irrigados, podendo ser plantada todo o ano; o alto rendimento em vagens, a propósito, está associado a altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar, elevada radiação e pouca precipitação. Essas condições são encontradas em, praticamente, todos os perímetros irrigados da região (Kulandavieu & Morachan, 1983); b) seu cultivo é uma boa alternativa para melhoria da qualidade do solo através de rotação com outras culturas herbáceas ou de consórcio com algumas fruteiras até o segundo ano. Pode também ser utilizado na recuperação de canaviais edaficamente desgastados devido ao continuado monocultivo; c) como é de ciclo curto, ocupa a terra por pouco tempo e d) comparada com outras herbáceas tradicionais na região, seu custo de produção ainda é pequeno considerando-se a menor ocorrência de problemas de ordem fitossanitária.

Com relação ao valor alimentar, vários trabalhos reportam sobre a grande importância do consumo do amendoim na dieta da população nordestina, considerando que cerca de 4% das famílias pobres dessa região vivem, basicamente, da agricultura de subsistência e sua renda familiar depende, em 76%, dessa atividade, o que as tornam excessivamente vulneráveis às condições climáticas (Santos, 1996). A carência alimentar por produtos protéicos é elevada, principalmente levando-se em conta o baixo consumo dos alimentos de origem animal, devido ao seu alto preço. A importância do consumo do amendoim reside no fato de ser um alimento de alto valor calórico (cerca de 596

calorias/100g de sementes), rico em proteínas e vitaminas do complexo B e E, podendo suprir as carências de ordem nutricional não apenas da população adulta, mas, principalmente, da infantil.

Principais estratégias do programa de melhoramento

As pesquisas com amendoim na Embrapa-Algodão iniciaram em 1986; as principais linhas de pesquisa na época eram voltadas para o fitomelhoramento e manejo cultural. O maior impulso na pesquisa, contudo, ocorreu em 1990 quando teve início o Projeto Amendoim; as linhas de pesquisa passaram a ser mais abrangentes, envolvendo além do fitomelhoramento e manejo cultural, as áreas de tecnologia de sementes e de alimentos, engenharia agrícola, fitopatologia, entomologia, ecofisiologia e genética-bioquímica. Os esforços para desenvolver o referido projeto contou com o apoio de uma equipe multidisciplinar e interinstitucional distribuída em cinco Estados da região Nordeste, representada pelas seguintes instituições: Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário (EBDA), Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), Embrapa Tabuleiros Costeiros (SE), Embrapa Semi-Árido (PE), Empresa de Assistência Técnica e Reforma Agrária (EMATER-PB), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Piauí, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará.

O programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa Algodão alimenta todas as atividades de pesquisa com esta cultura. Os métodos utilizados pela equipe envolvem a introdução, seleção e hibridação. A obtenção de variedades produtivas e resistentes à seca estão entre os principais objetivos do programa. Outras características como produção de vagem concentrada, resistência à doenças, precocidade e redução do teor de óleo nas sementes são também importantes na constituição das populações base que alimentam o programa. Antes de ser sintetizado, entretanto, o produto deve atender às características agrônômicas e de mercado, sendo esse último, o segmento responsável por sua aceitação.

Os tipos preferidos pelos agricultores regionais são os Valência, por serem de porte ereto, facilitando a colheita manual; as vagens devem possuir 3 a 4 sementes de película vermelha, por serem estas mais aceitas pelo mercado nacional (Freire, 1997).

Os materiais selecionados são avaliados em dois ciclos/ano durante três anos; a seguir, as linhagens de elite ou avançadas são introduzidas em ensaios regionais para avaliação sob diferentes condições agroecológicas por mais três anos. Os melhores materiais são multiplicados em campos de pequeno aumento; simultaneamente são realizados os testes de ajuste ou unidades demonstrativas. A seguir, conduz-se os campos de grande aumento para produção da semente básica e posterior lançamento. Todo este procedimento é realizado quando as linhagens são oriundas de introdução ou quando a seleção é procedida entre germoplasma geneticamente definidos. Quando o material é conseguido via hibridação, o procedimento seletivo segue de acordo com o já relatado; a única diferença é que a população F_1 é completamente conduzida em casa de vegetação de modo a garantir maior aquisição de sementes F_2 .

Uma síntese das principais cultivares obtidas através do projeto encontra-se no Quadro 5. A cultivar BR 1 é atualmente, a de maior disseminação na região Nordeste. Lançada pela Embrapa Algodão em 1994, essa cultivar foi

obtida a partir de um "bulk" formado por três acessos do BAG-Amendoim, o CNPA 29 AM, o CNPA 95 AM e o CNPA 96 AM, os quais contribuíram, após síntese, com o padrão da cor e forma das sementes, com a tolerância à seca e às cercosporioses e com a precocidade (Santos 1995a, b). Três ciclos de seleção massal foram procedidos para uniformização no tamanho e cor das sementes, produção e ciclo. A cultivar é do tipo botânico Valência, porte ereto e altura da haste principal de, aproximadamente, 35cm. Trata-se de um material de grande precocidade, com ciclo de 89 dias após a emergência, sementes de coloração vermelha e tamanho médio, recomendada para consumo "in natura" e para indústria de produtos alimentícios. Tem baixo teor de óleo (45%) e é adaptada às condições fisiográficas do Nordeste, apresentando rendimento médio de 1.700 kg/ha de amendoim em vagens em regime de sequeiro.

Antes do lançamento da BR 1, a maioria das variedades de amendoim cultivadas no Nordeste eram derivadas da TATU, uma cultivar oriunda do Estado de São Paulo, com ciclo em torno de 110 dias após a emergência. Embora seja uma cultivar tradicional, é altamente suscetível às cercosporioses e contém alto teor de óleo na semente, entre 49 a 50%, sendo mais recomendada para indústria de esmagamento (Godoy *et al.* 1990). A maior demanda de amendoim na região Nordeste, entretanto, é para atender o consumo "in natura" e a indústria de alimentos. A cultivar BR 1 veio atender esse aspecto porque tem baixo teor de óleo, produz 42% a mais de vagens do que a TATU e, embora seja recomendada para cultivo regional, seu padrão de vagens e sementes atende completamente às exigências do mercado nacional.

A grande vantagem desta cultivar, do ponto de vista de sustentabilidade, é que ela apresenta grande tolerância às cercosporioses Mancha parda e Pinta preta, podendo todo seu cultivo ser procedido na ausência de insumos químicos para controle da doença, gerando desta forma um produto de melhor qualidade alimentar. Além disso, a planta produz grande quantidade de nódulos viáveis de rizóbio, o que tem minimizado os custos de produção devido a menor utilização de fertilizante nitrogenado de origem química.

A cultivar BRS 151 Amendoim L 7 foi gerada em 1993, sendo resultante de cruzamento entre as cultivares IAC TUPÃ, bastante produtiva, de grãos longos, porém adaptada para clima temperado, com a cultivar africana CNPA Nigéria 55 437, de grãos pequenos e bege, porém altamente precoce e resistente à seca. Quatro linhagens isogênicas, entre outras 24, foram selecionadas desse cruzamento, para compor a L 7, que é uma cultivar bastante precoce e produtiva. Estudos preliminares desenvolvidos com a L 7 têm demonstrado que ela é bastante tolerante ao estresse hídrico, característica esta herdada geneticamente através do seu progenitor africano. O critério para seleção de genótipos com tolerância à seca baseou-se em análises isoenzimáticas, feitas em laboratório, medições do comprimento das raízes, feitas em campo na época da colheita, observações fenotípicas das plantas, frente ao estresse hídrico, nas fases vegetativa e reprodutiva e estudo das expressões fisiológicas das plantas submetidas a estresse hídrico em casa de vegetação.

A BRS 151 Amendoim L 7 pertence ao grupo Valência, é de porte ereto, medindo em torno de 45cm. As hastes e os ginóforos são de coloração verdes-arroxeados. As vagens são de tamanho médio, com bico, constrição e reticulação moderados. As sementes são vermelhas, alongadas e grandes. É indicada para cultivo de sequeiro e irrigado no Nordeste brasileiro.

Em 27 ensaios conduzidos nos Estados da Paraíba, Bahia, Pernambuco e Sergipe, durante 1994 a 1997 em regime de sequeiro, a BRS 151 Amendoim L 7 apresentou rendimento médio em torno de 1.850kg/ha em vagens. Em regime irrigado, contudo, ela demonstra seu maior potencial de produção, em torno de 4.500kg/ha. O rendimento em sementes situa-se em 71%.

A Havana foi obtida através de seleção massal, com pressão de seleção para tamanho e forma dos grãos e adaptação para clima semi-árido. Tem ciclo de 90 dias, é tolerante ao estresse hídrico e apresenta rendimento médio de 1.780kg/ha em vagens. A L 7 e a Havana não são tão tolerantes às cercosporioses quanto a BR-1, porém, caso a incidência da doença ocorra a partir dos 65 dias após o plantio, não se tem percebido danos a nível de produção que compense economicamente o controle químico. Suas sementes têm película bege, tamanho médio e número de 4/vagem. É indicada para atender o mercado de alimentos (doces, salgados, farinha etc).

Conclusão

Promover tecnicamente o desenvolvimento agrícola de uma determinada cultura em uma região não é uma tarefa fácil de se alcançar, sobretudo quando se depende de gerenciamento extra-institucional e recursos financeiros. Conseguir inseri-lo na região, contudo, de forma a dinamizá-lo gradualmente minimizando os efeitos negativos da pobreza sócioeconômica, é, portanto, um desafio.

A região Nordeste do Brasil apresenta problemas geopolíticos e culturais, com quadros sociais conhecidos de deficiência nutricional, especificamente protéica e vitamínica. A introdução ou soerguimento de uma cultura alimentar nessa região traz sempre uma estimulante perspectiva de minimizar os graves e sérios efeitos da pobreza rural.

Os resultados de pesquisa obtidos com a realização do Projeto Amendoim pela Embrapa Algodão têm promovido um benefício singular para o desenvolvimento cultural e alimentar dessa oleaginosa na região, de forma acessível aos produtores e de natureza sustentável. Com a facilidade de cultivo, a quase ausência de tratamento fitossanitário, a brevidade do ciclo e o preço no mercado, o cultivo do amendoim passou a ser encarado como uma alternativa economicamente viável para o agricultor nordestino, principalmente para aqueles que abandonaram o cultivo tradicional, da batatinha ou algodão, por exemplo, por problemas de ordem econômica ou cultural.

No Nordeste, essa oleaginosa encontra todas as características para ser amplamente desenvolvida e difundida entre os agricultores. O estimulante rendimento, econômico e cultural, abre perspectivas para seu crescimento no mercado interno. A qualidade do produto, por sua vez, com a globalização da economia, pode ainda assegurar sua participação no mercado externo. O maior impulso agrícola, entretanto, capaz de minimizar a demanda regional, seria conseguido através de definições de medidas que favorecessem a expansão do produto, com política de crédito e o empenho por parte dos agricultores na adoção de técnicas racionais e recomendadas por órgãos de pesquisa competentes.

Os próximos desafios para a pesquisa regional, nortearão para o desenvolvimento não só dessa cultura, mas também de outras estratégicas de fim alimentar, de forma altamente sustentável, principalmente no ponto de vista

orgânico. Isso continuará envolvendo o empenho da pesquisa agropecuária mas, para que haja uma difusão proativa e eficiente, será necessário também a participação mais efetiva de todos agentes transformadores que compõem a cadeia produtiva, com objetivo conjunto de dinamizar o desenvolvimento agroindustrial da região semi-árida do país.

Referências bibliográficas

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.
- ALLARD, R. W. Princípios de melhoramento genético de plantas. Rio de Janeiro: USAID, 1971. 373.
- ALMEIDA, F.R. de F. Amendoim. **Agroanalysis**, n.3, p.26-27, 1996.
- ARAÚJO, J. M. de; SANTOS, R. C. dos; FARIAS, F. J. C.; SOUZA, J. M. de. **Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar-PB: Ano I.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB) **Relatório técnico anual 1990-1991.** Campina Grande, 1992. p. 430-434.
- ASSOKA RAJ, P. C. Genotypic variability in some quantitative caracteres of groundnut. **Science & Culture**. v.35, p. 408 - 409, 1969.
- BAJAJ, Y. P. S. Peanut. In: **Handbook of plant cell culture**. New York: Mac. Publs. Comp. 1984. p. 193 - 225.
- BANKS, D. J. Peanuts: Germplasm resources. **Crop Science**. v.16, p. 499 – 502, 1976.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. C. dos.; ARAÚJO, J. M. de, SANTOS, J. W. dos OLIVEIRA, S.R. de M. **Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB) **Relatório técnico anual 1992-1993.** Campina Grande, 1994a. p. 381-383.
- BARROS, M. A. L.; ARAÚJO, J. M. de., SANTOS, J. W. dos., SANTOS, R. C. dos.; OLIVEIRA, S. R. de M. **Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim nos principais municípios produtores do Estado de Sergipe.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB) **Relatório técnico anual 1992-1993.** Campina Grande, 1994b. p. 387-390.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. C. dos., ARAÚJO, J. M. de. Produção de amendoim no Nordeste cresce 45%. EMBRAPA. CNPA, Campina Grande, PB. **CNPA INFORMA**, n. 17. p.5, 1994c.
- CANZIANI, J.R.F. Óleos vegetais: produção mundial deve crescer 5,7%. **Óleos e Grãos**, v.5, n.23, p.39-40, 1995.
- CHAUHAN, R. M., SHUKLA, P. T. Variability, Herdability and genetic advance in bunch and spreading types of groundnut. **Indian Journal of Agricultural Science**, v. 55, n.2, p. 71 – 74, 1985.
- COFFELT, T. A.; HAMMONS, R. O. Correlation and heritability studies on nine caracteres in parental and infraspecific-cross populations of *Arachis hypogaea*. **Oleagineux**, v.29, p. 23 – 27, 1974.
- FARIAS, R. H. de. **Classificação de germoplasma de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) na base dos componentes principais.** Areia: Universidade Federal da Paraíba. 1996. 60p. (Tese de graduação).

- FREIRE, R.M.M.; SANTOS, R.C. dos; BELTRÃO, N. E. de M. Qualidade nutricional e industrial de algumas oleaginosas herbáceas cultivadas no Brasil. **Óleos e Grãos**, n. 28, p. 49-53, 1996.
- FREIRE, R.M.M. **Estudo de aminoácidos em genótipos de amendoim** (*Arachis hypogaea* L.). João Pessoa: UFPb, 1997. 118p. Tese Mestrado.
- FREITAS, S.M. de; GODOY, I.J. de.; VIEIRA, R.D. Aspectos comparativos da produção e comercialização de amendoim nos países do Mercosul. **Informações Econômicas**, v. 25, n. 1, p. 49-55, 1995.
- GODOY, J. I. de; MORAES, S. A. de; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; VEIGA, R. F. de A. avaliação do potencial agrônômico de introduções de amendoim com vistas ao melhoramento genético. **Bragantia**, v.49, n.1; 127-140, 1990.
- GODOY, J.I.; MORAES, D.A. de; VEIGA, R.F.A. **Avaliação agrônômica de germoplasma de amendoim com ênfase para resistência à doenças nas condições brasileiras**. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1, 1997, Campinas. IAC/CENARGEN, 1997. p.18-19.
- GOPINATHAN NAIR, P. B., W. X. PONNAIYA and V. S. RANAN. Greeding behaviour of interespecific hibrids in *Arachis*. **Madras Agricultural Journal**, v.51, p. 360,1964.
- GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P.; KRAPOUVICKAS, A.; SMITH, B. W.; YARBROUGH, J. A. Structures and genetic resources of peanut. In: WISON, C. A. ed. **The peanut culture and uses**. [S. I]. American Peanut Research, 1973. p. 47 - 133.
- GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P. Groundnut *Arachis hypogaea* (Leguminosae-Papilionatae). In: Simmondss, N.W. ed, **Evolution of crop plants**. Longman: London,1976.
- HUSTED, L. Cytological Studies of the peanut *Arachys*. II. Chromosome number, morphology and behaviour and their application to the origin of cultivated forms. **Citologia**, v.7, p. 396 – 423, 1936.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Cultivares de elite**. Campinas, 1997. 57p.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA-INTA. **Mani**: historia, importância, técnica de cultivo, uso y comercializacion. Manfredi, Cordoba, 1986. 52p. (Cuaderno de actualizacion tecnica,3).
- JATASRA, D. S.; PARODA, R. S. Genetic divergence in wheat. **Indian Journal of Genetic**, n. 43, p.63-67, 1983.
- KIRTI, P. B.; MURTY, U. R.; BHARATHI, M.; RAO, N. G. P. Chromosome pouring in F₁ hibrid *Arachys hypogaea* L. x *A. monticola* Krap. et Rig. **Theoretical Applied Genetic** v. 62, p. 139 - 144, 1982.
- KRAPOVICKAS, A. The origin, variability and spread of the groundnut (*Arachis hypogaea* L.). In: Ucko, P. J.; Folks, I. S. (Eds.). **The domestication and exploration of plants and animals**. London: Gerald Duckwortib, 1968.
- KULANDAIVELU, R.; MARACHAN, Y. B. Influence of weather on pod yield and growth attributes in buunch groundnut. **Turrialba**, v.33, p.332-334, 1983.
- LABANA, K. S. MR. SINGH; R. S. SANGHA; JASWAL, S. O. Variability and interrelations among caracteres in F₂ progeny of groundnut. I. **Research Punjab Agricultural University**. v.17, n.2, p. 107 - 114, 1980.
- LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. p. 14-15.

- LOPES, C.R. **Avanços na caracterização genética de germoplasma de *Arachis* spp. e *A. hypogaea***. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1, 1997, Campinas. IAC/CENARGEN, 1997. p.17-18.
- MAJUMDAR, P. K., R. PARKASH and M. F. HAQUE. Genotypic and phenotypic variability in quantitative characters in groundnut. **Indian Journal of Genetic & Plant Breeding**, v.29, p. 291 – 296, 1969.
- MURTHY, U. R., N. G. P. RAO; KIRTI, P. B., BHARATI, M. **Cytogenetics and groundnut improvement Report** (1978 - 1981). Índia, Hyderabad: ICRISAT, 1981. 66p.
- NEVILL, D. J. Studies of resistance to foliar pathogens. In: PROCEEDINGS INTERNATIONAL WORKSHOP. **Groundnuts**. Andhra Pradesh: ICRISAT, 1980.P.199-202.
- PIO-RIBEIRO, G.; SANTOS, R.C. dos; ANDRADE, G.P.; ASSIS FILHO, F.M.; KITAJIMA, E. W.; OLIVEIRA, F.C.; PADOVAN, I.P.; DEMSKI, J.W. Isolamento e erradicação do 'peanut stripe virus' em amendoim no Estado da Paraíba. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, n.2, p.289, 1996.
- PIZARRO, E. A. Procuccion animal potencial de especies del gebero *Arachis*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1, 1997, Campinas. IAC/CENARGEN, 1997. p.21-22.
- POMPEU, A.S. IAC OIRÃ, IAC POITARA e IAC TUPÃ: Novas cultivares de amendoim para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.46, n.1, p. 127-131, 1987.
- QADRI, M. T.; KHUNTI, U. P. Genetic variability in bunch groundnut. **Crop Improvment**, v. 9, n. 1. p. 98 - 100, 1982.
- RABELO, J. L. C.; COELHO, J. P.; SANTOS, J. A. N. dos. **Estudos sobre a agroindústria no Nordeste**. vol 2. Fortaleza: BNB, 1991,140p.
- RAO, T. S. Genetic variability in groundnut. **Crop Improvment**. v.6, n.1, p. 66 – 67, 1979.
- ROCHA, M.B.; BARBOSA, M.Z. Aspectos econômicos da cultura do amendoim. **Agricultura em São Paulo**, v. 37, n. 2, p. 101-166, 1990.
- SALES, M. M. S. **Estudo da divergência genética em genótipos de amendoim do banco de germoplasma do CNPA**. Areia: Universidade Federal da Paraíba. 1995. 56 p. Tese de Graduação.
- SAHNGA, A. S.; SHANDHU, R. S. Genetic variability and correlation studies in groundnut (*Arachys hypogaea* L.) **Journal of Research Punjab Agricultural University**. Ludhiana v.7, n. 143, p. 150, 1970.
- SANTOS, R.C. dos. Brazilian growers have a new peanut cultivar. **International *Arachis* Newsletter**, n. 15, p. 12-13, 1995a.
- SANTOS, R.C. dos. Peanut crop: a viable alternative to Brazilian Northeast growers. **Ciência e Cultura**. v. 47, n. 1/2, p. 9-10, 1995b.
- SANTOS, R. C. dos. **Viabilização tecnológica do amendoim para a região Nordeste**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996. 46p.
- SANTOS, R. C. dos; VALE, L. V.; SILVA, R. R. F.; ALMEIDA, R. P. de; ALMEIDA, V.M. R. A. Recomendações técnicas para o cultivo de amendoim precoce no período das águas. EMBRAPA Algodão: Campina Grande. 1996a. 21p. (**Circular Técnica**, 20).
- SANTOS, R. C. dos; BEZERRA, J. R. C.; RÊGO, G. M.; MELO FILHO, P. de A.; CAMPÊLO, M. T. B.; SOUSA, A. A. de; BARROS JÚNIOR, G. Avaliação de linhagens avançadas de amendoim sob condições irrigadas. Campina

- Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996b. 7p. (EMBRAPA-CNPA. **Pesquisa em andamento**, 35).
- SANTOS, R.C. dos; MOREIRA, J. de A.N.; ALMEIDA, R. P. de; RIBEIRO, G.P.; ANDRADE, G.P.; PROCÓPIO, C.D.; SILVA, A.M.D. Caracterização e avaliação de germoplasma exótico e cultivares de *Arachis hypogaea* L. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 1997. 20p. (**Documentos**, 43).
- SILVA, G.P. da S. **O conhecimento da geografia do gênero *Arachis* (Leguminosae) para a coleta de germoplasma.** In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1, 1997, Campinas. IAC/CENARGEN, 1997. p.24-24.
- SINGH, A. K.; MOSS, J. P. Utilization of wild relatives in genetic improvement of *Arachis hypogaea* L. **Theor. Appl. Genet.** v. 61, p. 305 - 314, 1982.
- SMARTT, J. **Cross-compatibility relationships between the cultivated peanut *Arachis hypogaea* L. and other species of the genus *Arachis*.** Raleigh: N. C. State Univ., Raleigh, 1964, 83p.
- SMARTT, J., W. C. GREGORY, and M. P. GREGORY. The genomes of *Arachis hypogaea*. The implications in interspecific breeding. **Euphytica** . v.27, p. 677-680, 1978.
- SOARES, J.J.; ALMEIDA, R. P. de; SANTOS, R. C. dos; SANTOS, J. W. dos; SILVA, C. A . D. da; Avaliação do nível de resistência de genótipos de amendoim à mancha angular causada por *Cercosporidium personatum*. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. 1996, 46p. (**Pesquisa em Andamento**, 24).
- VALE, L. V.; BARROS JR., G; SOUSA, A. J. de; SOUSA, J. M. de; SANTOS, R. C. dos. Estudo do espaçamento e arranjo de plantio de duas cultivares de amendoim sob condições irrigadas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande-PB) **Relatório técnico anual, 1992-1993**. Campina Grande, 1994. p. 411-414.
- VALLS, J.F.M. **Situação dos Bancos Ativos de Germoplasma de espécies silvestres de *Arachis* na América Latina.** In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1, 1997, Campinas. IAC/CENARGEN, 1997. p.20-21.
- VEIGA, R.F. de A; GODOY, I.J de; SAVY Filho, A.; GERIN, M.A.; VALLS, J.F.M. **Descritores de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) utilizados no Instituto Agrônomo de Campinas.** Campinas: IAC, 1986. 21p (IAC. Boletim de Pesquisa, 108).
- WYNNE, J. C.; GREGORY, W. C. Peanut breeding. **Advances in Agronomy**, v.34, p. 39 - 68, 1981.

Quadro 1 - Classificação intraespecífica dos grupos botânicos no amendoim

NOME	GRUPO	CARACTERÍSTICA
A. subespécie <i>hypogaea</i>	-----	nenhuma gema floral no ramo principal; pares alternados de ramos vegetais e florais ao longo dos ramos laterais
1. var. <i>hypogaea</i>	Virginia	pouco pilosa; ramos curtos
2. var. <i>hirsuta</i>	Runner Peruviana	muito pilosa; ramos longos
B. subespécie <i>fastigiata</i>	-----	gema floral no ramo principal; período contínuo de um a vários ramos florais ao longo dos ramos laterais
1. var. <i>fastigiata</i>	Valência	pouco ramificado
2. var. <i>vulgaris</i>	Spanish	muito ramificado

FONTE: Krapovickas, 1968

Quadro 2- Características agrônômicas, industriais e fitossanitárias encontradas em algumas espécies selvagens de *Arachis*.

ESPÉCIES	CARACTERÍSTICA DESEJÁVEL
1. <i>A. chacoense</i>	Resistência à cercosporiose, imunidade à ferrugem, trips e afídeos
2. <i>A. cardenasii</i>	resistência à <i>Cercosporidium personata</i> e à ferrugem
3. <i>A. duranensis</i>	resistência à ferrugem
4. <i>A. correntina</i>	imunidade à ferrugem
5. <i>A. sternosperma</i>	resistência à cercosporiose
6. <i>A. batizocoi</i>	resistência à cercosporiose, trips, jassídeos e afídeos
7. <i>A. villosa</i>	imunidade à ferrugem, sistema radicular profundo; maior regeneração na poda e número de sementes; alto conteúdo de óleo na semente, resistência à seca
8. <i>A. monticola</i>	resistência à ferrugem e à cercosporiose
9. <i>A. pusilla</i>	resistência à ferrugem, cercosporiose e à virose do tomate
10. <i>A. villosulicarpa</i>	florescimento abundante e formação de 4-6 peg/axila foliar
11. <i>A. glabrata</i>	sistema radicular profundo e resistência à cercosporiose, ferrugem e trips; alto conteúdo de proteínas, sais minerais e óleo na semente
12. <i>A. hagenbeckii</i>	folíolo pouco denso e resistência à seca, alto conteúdo de proteína, sais minerais e óleo na semente
13. <i>A. marginata</i>	alto conteúdo de proteínas, sais minerais e óleo nas sementes
14. <i>A. prostrata</i>	resistência à seca
15. <i>A. diogeni</i>	alto conteúdo de sais minerais, proteína, e óleo

FONTE: Murty *et al*, 1981; Bajaj, 1984

Quadro 3 - Descritores morfológicos utilizados para caracterizar o Banco de Germoplasma de Amendoim da Embrapa Algodão

DESCRIPTOR	DISCRIMINAÇÃO
Padrão	1-Sem inflorescência no ramo principal; 2- Com inflorescência no ramo principal
Hábito de crescimento	1- ereto; 2- moita; 3- ramador; 4- semi-ereto
Altura da haste principal	Medida em cm a partir da base da planta até o último nó da haste principal
Pigmentação da haste principal	1- verde; 2- verde-arroxeadado; 3- arroxeadado; 4- roxa
Pilosidade da haste principal	1- ausente; 2-escassa; 3-lanosa; 4-pilosa
Cor do ginóforo	1- verde; 2- verde-arroxeadado; 3- arroxeadado; 4- roxo
Tamanho do folíolo	1 - pequeno (nervura principal < 4cm) 2 - médio (nervura principal > 4cm < 6cm) 3 - grande (nervura principal > 6cm)
Forma do folíolo	1-elíptico; 2- lanceolado; 3- obovado
Cor do folíolo	1-verde claro; 2- verde normal, 3- verde escuro
Tamanho da semente	1- pequena (100 sementes <= 40g) 2 - média (100 sementes = 41 a 48 g) 3 - grande (100 sementes >= 49 g)
Forma da semente	1-alongada; 2- arredondada, 3- cordiforme
Cor da semente	1- bege-escuro, 2- bege; 3-rósea; 4-vermelha; 5-roxa
Tipo botânico	1- Valência; 2- Spanish; 3-Virgínia; 4- Runner
Bico	1 - ausente; 2 - leve; 3 - moderado; 4 - proeminente
Constrição	1 - ausente; 2 - leve; 3 - moderada; 4 - profunda
Reticulação	1 - ausente; 2 - leve; 3 - moderada; 4 - proeminente

Quadro 4 - Coeficiente de variação genética fenotípica (CVF), coeficiente de variação genotípica (CVG), herdabilidade (H^2) e ganho genético (GG) de algumas características do amendoim.

CARÁTER	CVF	CVG	H^2	GG	FONTE
número de vagem	alto	alto	baixo	alto	Wynne & Gregory (1981)
número de ramos secundários	alto	alto	alto	alto	Labana <i>et al</i> (1980)
nº de gemas frutíferas \ ramo secundário	alto	alto	-	alto	Labana <i>et al</i> (1980)
nº de nós frutíferos \ ramo primário	-	-	alta	-	Labana <i>et al</i> (1980)
peso de 100 sementes	alto	alto	alta	alto	Labana <i>et al</i> (1980); Rao (1979)
largura do foliolo	baixo	baixo	baixa	alto	Labana <i>et al</i> (1980)
comprimento do foliolo	baixo	baixo	baixa	baixo	Labana <i>et al</i> (1980)
produção de vagens	baixo	baixo	baixa	baixo	Labana <i>et al</i> (1980)
altura do ramo principal	-	-	-	baixo	Labana <i>et al</i> (1980)
número de ramos primários	-	alto	alta	baixo	Labana <i>et al</i> (1980); Qadri & Khunti (1982); Sangha & Sandhu (1970)
número de vagem/planta	-	alto	médio	alto	Sing <i>et al</i> (1982); Rao (1979); Chaughan & Shukla, (1985)
índice de colheita	-	-	média ¹ / alta ²	-	Sing <i>et al</i> (1982) ¹ ; Qadri & Khunti (1982) ²
número de sementes/vagem	-	-	baixo	-	Wynne & Gregory (1981).
% de óleo na semente	-	-	alta	-	Qadri & Khunti (1982).
comprimento de vagem	-	alto	alta	-	Wynne & Gregory (1981); Coffelt & Hammons (1974);
largura de vagem	-	-	alta	-	Majundar <i>et al</i> , 1969
produção de matéria seca	-	-	alta	-	Wynne & Gregory (1981); Coffelt & Hammons (1974)
hábito ramador e altura da planta	-	-	-	alto	Wynne & Gregory (1981)
					Rao (1979)

Quadro 5 - Descritores agrônômicos e composição química das cultivares de amendoim BR 1¹, BRS 151 Amendoim L 7² e Havana³

Características	BR 1	L 7	Havana
Ciclo (dias após a emergência-dae)	89	87	90
Altura da haste principal (cm)	38 a 42	40 a 45	40 a 45
Cor das hastes e ginóforos	arroxeados	verde arroxeados	verde arroxeados
Cor, forma e tamanho das sementes	V, Ar, M	V, Al, G	B, Ar, M
Bico, constricção e reticulação da vagem	leve	moderado	leve
Número médio de vagens/planta	37	39	35
Número de sementes/vagem	4	2	4
Peso de 100 vagens (g)	145 a 148	156 a 160	148 a 152
Peso de 100 sementes (g)	45 a 48	58 a 63	46 a 50
Vagem chocha (%)	9 a 12	10 a 12	7 a 9
Semente perfeita (%)	84 a 95	85 a 92	93 a 95
Rendimento em vagens (kg/ha) (sequeiro)	1.700	1.850	1650
Rendimento em vagens (kg/ha) (irrigado)	3.500	4.500	3.400
Rendimento em amêndoas (%)	72 a 75	70 a 72	73 a 74
Óleo bruto na semente (%)	45	46	43
Proteína bruta na semente (%) (N x 5,46)	29	30	28
Proteína na farinha desengordurada (%)	51	55	47
Reação às cercosporioses	T	MT	MT
Reação ao estresse hídrico	T	T	MT

Composição química (%) da farinha integral (FI) e desengordurada (FD) de genótipos avançados de amendoim, expressos em relação à porcentagem de matéria seca

Cultivar	Umidade	Lipídio	Proteína ¹		Cinza	
			FI	FD	FI	FD
BR 1	7.11	45.26	29.49	51.48	2.88	5.08
BRS 151 Amendoim L 7	6.37	46.48	30.19	54.50	2.72	4.77
Havana	7.09	43.46	28.21	46.84	2.54	4.51

¹ Lançamento: set/94; ² lançamento: nov/98; ³ lançamento: nov/99 (previsão)

Legenda: V- vermelha, B- bege; Ar- arredondada, Al- alongada; M- médio, G-grande; T- tolerante, MT- medianamente tolerante