

LUCAS NUNES DA LUZ

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM
POPULAÇÕES SEGREGANTES DE AMENDOIM**

RECIFE-PE

2009

LUCAS NUNES DA LUZ

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM POPULAÇÕES
SEGREGANTES DE AMENDOIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Melhoramento Genético de Plantas.

Orientação

DSc. Pérciles de Albuquerque Melo Filho – Orientador
Professor. Associado, DEPA, Área de Fitotecnia - UFRPE
DSc. Roseane Cavalcanti dos Santos – Co-orientadora
Pesquisadora da Embrapa Algodão

RECIFE – PE

Maio/2009

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM POPULAÇÕES
SEGREGANTES DE AMENDOIM**

LUCAS NUNES DA LUZ

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: ___ / ___ / ___

ORIENTADOR: _____

DSc. Péricles de Albuquerque Melo Filho
Professor Associado, DEPA, Área de Fitotecnia - UFRPE

EXAMINADORES: _____

Prof. DSc. João Luis da Silva Filho
Pesquisador da Embrapa Algodão

Prof. DSc. Francisco José de Oliveira
Professor Associado, DEPA, Área de Fitotecnia - UFRPE

Prof. DSc. Reginaldo de Carvalho
Professor Adjunto, Departamento de Biologia, UFRPE

Grande és tu ó perfeição que nos trouxeste o Verbo, como não fosse o bastante, ainda nos deste uma mãe e uma espada, como não fosse o bastante, nós deste uma luz. Graças a ti enxergo porque tenho olhos e ouço porque tenho ouvidos. Hoje, todo o universo me vê e me escuta, porque sabe o meu nome que tu pronunciaste.

Sob impetuoso olhar do criador
Paira a última chama
Luzes venerandas que sobre nós deitam
Vivifica na escuridão tenros filhos
Soerguidas pela providência
Penosa queda, triste partida
Pela própria força submergida
Ciência oculta
Da mais pura fonte bebida
Viva e resplandecente
Retorna em grandeza infinita
Perfeito céu estrelado
Bendita !

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A divina força que rege o universo.

A minha mãe, Irene, sertaneja forte e bonita como pé de aroeira e a toda a minha família. Aos meus irmãos: Eliane, Gerusa, Marilene, Mary e Zé Wilson e todos os meus sobrinhos. Ao meu Pai Oscar (In memorian).

Ao sândalo da minha vida, minha amada, amiga e companheira, calma e vibrante, carinhosa e delicada, meu amor Patrícia.

Ao meu orientador Prof. DSc. Péricles de Albuquerque Melo Filho, pela confiança no meu trabalho e pela amizade sincera.

A Profa. DSc. Roseane Cavalcanti dos Santos pela extrema competência e pela sabedoria exalada ao longo deste trabalho.

Ao pesquisador da Embrapa - Algodão João Luiz Silva Filho pelos valiosos préstimos e colaboração

A Coordenação de Aperfeiçoamento em nível Pessoal (CAPES) pela bolsa de concedida.

Ao programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas, bem como, todos os seus professores sempre solícitos e dispostos a ajudar sempre que necessário.

A todos os amigos da turma do Mestrado: Adônis, Aparecido (in memorian), Carla, Claudio, Cláudio, Cristina, Gheysa, José Machado, Fabio, Filipe, Flávio, Hevertom e Winstom.

A toda equipe do laboratório Genoma: Alessandra, Bandeira, Carliane, Claudia, Estela, Filipe, Isabel, Ivanildo, Jaqueline, José, Manuela, Manuela Granja e Rafael. Ao meu amigo Ivaldo pelas conversas e esclarecimentos de muitas naturezas.

Aos meus amigos: Andréa, Amanda, Brennda, Erivaldo, Germana, Georgia, Juliana, Larissa, Lidiane, Poliana, Ramom, Renata, Ricardo, Sarahbelle, Samuel e Tiago.

Ao meu grande amigo de outros sois Gerônimo Barreto.

E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realizam deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II - ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS DE AMENDOIM BASEADA EM DESCRITORES ASSOCIADOS AO GINÓFORO

- Tabela 1.** Estimativa dos componentes da variância genotípica, fenotípica, ambiental e herdabilidade no sentido restrito na população segregante de amendoim pelo método do REML para os caracteres número de vagens por planta (NVP), número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos totais no terço inferior (NGTI) e altura da haste principal (AHP) em Abreu e Lima e Goiana, PE, 2009. 49
- Tabela 2.** Efeitos genotípicos individuais preditos (BLUP) nas linhagens selecionadas de amendoim para os descritores: número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de ginóforos totais (NGT), número de vagens por planta (NVP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2)* para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009. 50
- Tabela 3.** Efeitos genotípicos individuais preditos (BLUP) nas linhagens selecionadas de amendoim para os descritores: número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de ginóforos totais (NGT), número de vagens (NVP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2)* para as linhagens selecionadas em Goiana, PE, 2009. 51
- Tabela 4.** Correlações de Pearson entre os descritores número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de ginóforos totais (NGT), número de vagens (NVP) e altura da haste principal (AHP) em Abreu e Lima (AL) e Goiana (GO), PE, 2009. 52

CAPÍTULO III - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS E ANÁLISE DE TRILHA EM DESCRITORES ASSOCIADOS AO GINÓFORO EM AMENDOIM

Tabela 1. Modelo da análise de variância e comparação entre as médias pelo teste de Tukey ($P>0,01$) para os descritores em amendoim: número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de vagens por planta (NVM), altura da haste principal (AHP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2) para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009. 64

Tabela 2. Correlações genotípicas e fenotípicas em amendoim entre os descritores número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de vagens por planta (NVM), altura da haste principal (AHP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2) para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009. 65

Tabela 3. Análise do coeficiente de trilha entre os descritores de amendoim: número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de vagens por planta (NVM), altura da haste principal (AHP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2) para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009. 66

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

USDA – United States Department of Agriculture
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
IAC – Instituto Agronômico de Campinas
CNPA – Embrapa Algodão
IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná
RNC – Registro Nacional de Cultivares
PEG – Ginóforo em inglês
BLUP – Best Linear Unbiased Prediction
REML – Restricted Maximum Likelihood
NGT – Número de Ginóforos Totais
NGTI – Número de Ginóforos no Terço Inferior da Planta
NVP – Número de Vagens por Planta
NVM – Número de Vagens Maduras
AHP – Altura da Haste Principal
EF₁% – Eficiência Reprodutiva com Base em NGT/NVP
EF₂% – Eficiência Reprodutiva com Base em NGTI/NVP
 σ^2_g – Variância Genotípica
 σ^2_f – Variância Fenotípica
 σ^2_a – Variância Ambiental
h_r² % – Herdabilidade no Sentido Restrito
r_G – Coeficiente de correlação genotípica
r_F – coeficiente de correlação fenotípica

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	VIII
CAPÍTULO I	13
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1 ORIGEM, ASPECTOS BOTÂNICOS E GENÉTICOS DO AMENDOIM	16
1.2 PARÂMETROS GENÉTICOS NO AMENDOIM	17
1.2.1 COMPONENTES DA VARIÂNCIA	18
1.2.1.2 VARIÂNCIA GENÉTICA, FENOTÍPICA E AMBIENTAL	18
1.2.1.3 HERDABILIDADE (h^2)	19
1.2.1.4 COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	21
1.2.1.5 ANÁLISE DE TRILHA (PATH ANALYSIS)	24
1.3 FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS	25
2. REFERÊNCIAS	28
CAPÍTULO II - ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS DE AMENDOIM BASEADAS EM DESCRITORES ASSOCIADOS AO GINÓFORO	37
RESUMO	38
ABSTRACT	39
INTRODUÇÃO	39
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADO E DISCUSSÃO	43
CONCLUSÕES	46
AGRADECIMENTOS	46
REFERÊNCIAS	47
CAPÍTULO III - CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS E ANÁLISE DE TRILHA EM DESCRITORES ASSOCIADOS AO GINÓFORO EM AMENDOIM	53
RESUMO	54
ABSTRACT	55
INTRODUÇÃO	55
MATERIAL E MÉTODOS	57
RESULTADO E DISCUSSÃO	58

LUZ, L.N. Estimativas de parâmetros genéticos em populações segregantes ...	10
AGRADECIMENTOS	60
REFERÊNCIAS	61
CONCLUSÕES GERAIS	67
ANEXOS	68
NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS A REVISTA PAB	69
NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS A REVISTA CROOP BREEDING AND APPLIED BIOTECHNOLOGY	82

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar os parâmetros genéticos em populações segregantes de amendoim para caracteres ligados a produção, associados ao ginóforo e avaliar via correlação genotípica e coeficiente de trilha os de maior contribuição na seleção para produção de vagens por planta. Foram utilizados progênies F_2 de um cruzamento entre as variedades BR 1 e a linha avançada CNPA 280 AM, que possuem: alta capacidade produtiva e floração concentrada na base da planta com alta eficiência reprodutiva, respectivamente. Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação da UFRPE, sendo as progênies F_1 obtidas postas para autofecundar. As progênies F_2 foram cultivadas em campo nos municípios de Abreu e Lima e Goiana\PE, em regime de sequeiro, no

período de maio a agosto de 2008. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso com 3 blocos. A colheita procedeu-se em média aos 90 dias após o plantio. Foram avaliadas a eficiência reprodutiva (EF_1 e EF_2), o número total de ginóforos (NGT), o número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), a altura da haste principal (AHP) e o número de vagens por planta (NVP). Os dados foram processados pelo aplicativo computacional SAS assumindo um modelo misto. As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo método RELM (Restricted Maximum Likelihood) e os valores genotípicos individuais preditos pelo método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). A variância ambiental foi superior as demais para todos os descritores nos dois locais estudados. A magnitude da herdabilidade para todos os descritores situou-se entre baixa e mediana, indicando maior perspectiva de seleção em gerações posteriores. Os maiores valores genotípicos individuais foram obtidos para o descritor NGTI. A predição dos valores genéticos individuais obtidos BLUP auxilia melhor na seleção das linhagens de amendoim no início do melhoramento do que as estimativas de herdabilidade, para os descritores estudados. As linhagens L.8 e L.11, apresentaram os melhores níveis de eficiência reprodutiva EF_1 e EF_2 , se mostrando mais aptas a transformar ginóforos em vagens maduras. Pela análise de trilha, observa-se que o descritor número de ginóforos no terço inferior da planta oferece maior possibilidade de seleção para produção de vagens.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, eficiência reprodutiva, herdabilidade, correlação genotípica, análise de trilha e REML\BLUP.

ABSTRACT

The present work had for objective esteem the genetic parameters in hybrid populations of peanut for on characters the production, related to the peg and evaluate through the genotypic correlation and of the coefficient of path analysis contribution in the selection for production of pods per plant. One used F_2 lines of a crossing between varieties BR 1 and advanced line CNPA 280 AM. The crossings had been carried through in house of vegetation of the UFRPE and gotten lines F_1 inbreeding. The F_2 lines had been cultivated in field in the cities of Abreu e Lima and Goiana\PE, in regimen of dry land, the period of May the Agost in 2008. The adopted

experimental delineation was blocks to random with 3 blocks. The reproductive efficiency (EF_1 and EF_2), the total number of pegs (NGT), the number of pegs in first part of the plant (NGTI), the height of the main stem (AHP) and the number of pods (NVP) for plant had been evaluated. The data had been processed by applicatory the computational SAS assuming a mixing model. The estimates of the genetic parameters had been gotten by method RELM (Restricted Maximum Likelihood) and the individual genotypics values predicted by BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). The environment variance was biggest the genotypic, in all the describers in the two studied environments. The magnitude of the heritability for all the describers was environments enters low and medium, indicating bigger perspective of selection in post generations. The magnitude of the heritability all the describers in the two studied environments showed enters low and medium, indicating bigger perspective of selection in post generations. The lines L.8 e L.11 showed biggest level of reproductive efficiency, more than hability for transform pegs in mature pods. The describers NGTI offers to greater possibility of selection for production of pods.

Key words: *Arachis hypogaea*, reproductive efficiency, heritability, genotypic correlation, path analysis and REML\BLUP.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1. Introdução Geral

O amendoim cultivado pertence à espécie *Arachis hypogaea* L. que é subdividida em duas subespécies: *hypogaeae* e *fatigiata* (KRAPOVICKAS e GREGORY, 1994), ambas com peculiaridades intrínsecas, como, hábito de crescimento, presença de inflorescência na haste principal, tamanho e cor da semente entre outros.

Trata-se de uma oleaginosa cultivada em diferentes regiões do mundo sob diferentes condições edafoclimáticas, sendo a China, Índia, Estados Unidos, Nigéria e Indonésia seus principais produtores, respectivamente (USDA, 2008). Dentre as

oleaginosas esta é quarta mais produzida no mundo, precedida pela soja, algodão e colza (SANTOS et al., 2005).

O amendoim representa uma importante fonte de proteína e óleo em nível mundial. Seu grande impacto econômico se deve principalmente as várias formas de consumo. No Brasil, a produção de amendoim na safra 2008 foi de 303,1 mil t em uma área plantada de 115,2 ha (CONAB, 2008).

O mercado do amendoim no Brasil é dividido em dois segmentos, confeitaria e consumo in natura. As cultivares atualmente disponíveis para atender cada seguimento do mercado são diferenciadas de modo que, cultivares do tipo agrônomo “*Valência*” atendem ao mercado de consumo in natura por apresentarem grãos médios de coloração vermelha, enquanto que as cultivares rasteiras tipo “*Runner*” e “*Spanish*” atendem ao mercado de confeitaria por apresentarem sementes grandes e de coloração bege (FREITAS et al., 2005).

No Brasil, a cultura do amendoim sofreu acentuadas modificações nas últimas décadas. Em meados de 70, os estados de São Paulo e Paraná respondiam por 90% da produção nacional, sendo esta destinada tanto a produção de farelo para alimentação animal como para obtenção de óleo vegetal e produtos secundários como margarinas entre outros. Entretanto, diversos fatores contribuíram para a redução da área plantada, entre elas: o avanço da sojicultura, a baixa produtividade das lavouras, suscetibilidade as variações climáticas, flutuação dos preços e problemas de ordem fitossanitária (FREITAS et al., 2005).

A produção nacional desta oleaginosa é concentrada no estado de São Paulo, com produção de 236,4 mil t, correspondendo a 80 % da safra do total (CONAB, 2008). Neste Estado, o manejo do amendoim é diferenciado dos demais conduzidos em outras regiões do país sendo geralmente tecnizado, com uso de colheitadeiras mecânicas e processos modernos de secagem e estocagem das vagens, gerando maior competitividade no mercado interno (SANTOS et al., 2005).

Na região Nordeste, a área plantada na safra 2008 foi de 10.500 ha sendo os maiores produtores os estados da Bahia, Paraíba, Sergipe e Ceará (CONAB, 2008). Para 2009 a estimativa é de quebra na produção na ordem de 5,3 % (IBGE, 2008). O cultivo desta oleaginosa nessa região é ainda pouco explorado tecnicamente, se fazendo em pequenas propriedades, sem tratamentos culturais

adequados e não raro com cultivares tradicionais de baixo valor cultural (GODOY et al., 2001). A produção nesta região ainda é insuficiente para atender à demanda da ordem de 50.000 t/ano, importando 70% deste total da região Sul do país, principalmente São Paulo, e de outros países como a Argentina (SANTOS et al., 2005).

O melhoramento do amendoim no Brasil tem sido praticado por instituições de pesquisa de todo o país, entre elas: o IAC (Instituto Agronômico de Campinas), EMBRAPA-ALGODÃO (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisas do Algodão) e IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná). Atualmente, o Brasil conta com 14 cultivares de amendoim cadastradas no registro nacional de cultivares (RNC): BR 1, BRS 151 L7 e BRS Havana da Embrapa algodão; IAC 5, IAC 22, IAC 8112, IAC Caiapó, IAC tatu ST, Runner IAC 886, Tatu vermelha, IAC Tupã, IAC Potiara e IAC Oirã do Instituto Agronômico de Campinas (IAC); IAPAR 25-ticão do Instituto Agronômico do Paraná (MAPA, 2009).

No Nordeste, a Embrapa-Algodão é pioneira no melhoramento do amendoim. Segundo Santos et al. (2005), os trabalhos de melhoramento do amendoim na Embrapa-Algodão, tiveram início em meados da década de 80, a partir de um estudo da viabilidade econômica e da demanda dos agricultores da Zona da Mata, Agreste e Sertão Nordestino. Para a região Nordeste, o objetivo dos programas de melhoramento é obtenção de cultivares portadoras das seguintes características: ciclo curto (face as condições climáticas do semi-árido), porte ereto (mais adequada a colheita manual); tolerância ao estresse hídrico e resistência as principais doenças que infectam à cultura.

Devido às suas várias formas de uso e facilidade de manejo o amendoim tem sido alvo de diversas pesquisas como o intuito de soerguer o agronegócio na região Nordeste, bem como, oferecer alternativa para os produtores que vivem da agricultura familiar. Segundo Godoy et al. (2005), a região oferece condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura, bem como, oferece grandes possibilidades para a diversificação do setor agrícola na região. O alto valor nutricional de suas sementes também o faz uma excelente alternativa cultural para o Nordeste (FREITAS et al., 2005).

1.1 Origem, aspectos botânicos e genéticos do amendoim

O amendoim é uma planta originária da América do Sul (Brasil e países fronteiriços: Paraguai, Bolívia e Norte da Argentina), ocorrendo entre as latitudes 10° e 30° Sul, com provável centro de origem na região do Charco, incluindo os vales do Rio Paraná e Paraguai. A difusão do amendoim iniciou-se a partir de indígenas para as diversas regiões da América Latina, América Central e México. No século XVIII foi introduzido na Europa. No século XIX difundiu-se do Brasil para a África e do Peru para as Filipinas, China, Japão e Índia (KRAPOVICKAS e GREGORY, 1994).

A origem do amendoim é creditada, ao cruzamento de espécies diplóides silvestres, resultante em um híbrido estéril, que após uma duplicação cromossômica teve sua fertilidade restaurada. São conhecidas 81 espécies pertencentes ao gênero *Arachis*, das quais, 64 espécies estão presentes no Brasil, sendo 47 delas endêmicas (VALLS, 2005). Dessa forma o Brasil ocupa considerável posição no concernente aos recursos genéticos do gênero *Arachis*.

A planta é dicotiledônea, herbácea, monóica, com flores hermafroditas e possui uma característica intrínseca ao gênero que é a presença de geocarpia obrigatória, onde após a fertilização uma estrutura fibrosa denominada ginóforo ou *peg*, em inglês, surge e se direciona para o solo dando início à formação da vagem. Floresce profusamente, por um tempo indeterminado, produzindo flores até o fim do ciclo (SANTOS et al., 1997).

O amendoim cultivado compreende seis variedades, distribuídas em duas subespécies: *hypogaeae* e *fastigiata* (KRAPOVICKAS e GREGORY, 1994). Entre estes, estão os principais tipos agronômicos cultivados no Brasil, *Virgínea* ou *Runner*, *Spanish* e Valência. O tipo agronômico *Virgínea* ou *Runner*, subespécie *hypogaeae* variedade *hypogaeae*, apresenta ciclo longo, sem flores no eixo principal e com ramificações vegetativas ou reprodutivas alternadas nos ramos primários. O tipo *Spanish*, subespécie *fastigiata*, variedade *vulgaris*, apresenta ciclo curto, com flores sobre o eixo principal e ramificações vegetativas e reprodutivas desordenadas ao longo dos ramos primários, com fruto normalmente bisseminados. O tipo Valência, subespécie *fastigiata*, variedade *fastigiata*, apresenta ciclo curto, com flores sobre o eixo principal e ramificações vegetativas e reprodutivas desordenadas ao longo dos ramos primários, normalmente com mais de duas semente por fruto, e retículo do pericarpo suave ou pouco marcado (VALLS, 2005).

O comportamento reprodutivo do gênero *Arachis* tem sido investigado por meio de cruzamentos entre as diferentes seções do gênero. Contudo, cruzamentos interespecíficos têm se mostrado raros (OLIVEIRA e VALLS, 2002).

O sistema floral do gênero contribui para ocorrência de autofecundação. A taxa de fecundação cruzada para o gênero é descrita como baixa em torno de 1%, ressaltando a ocorrência de cleistogamia presente no gênero (NIGAM et al., 1990). Para SIMPSON et al. (1994) a fecundação cruzada pode chegar até 10%.

Diversos estudos citogenéticos têm sido elaborados para explicar o gênero, contudo, credita-se o amendoim cultivado como um alotetraplóide natural ($2n=4x=40$), sendo ($2n=2x=20$) a maioria das espécies silvestres (PEÑALOZA e VALLS, 2005). Comumente, a nomenclatura tipo AABB tem sido usado para denominar o genoma do amendoim cultivado (SANTOS et al., 2005).

1.2 Parâmetros Genéticos no Amendoim

Alguns descritores de importância para o melhoramento da cultura estão associados ao ginóforo, como: o número total de ginóforos produzidos pela planta e o número de ginóforos produzidos no terço inferior da planta, a partir destes, pode-se calcular a eficiência reprodutiva. Estes descritores, são um bom indicativo da habilidade da planta para formar vagens. A eficiência reprodutiva é obtida a partir da razão entre a produção de vagens e a produção de ginóforos total .

O estabelecimento de estratégias eficientes de melhoramento depende essencialmente do conhecimento prévio dos mecanismos genéticos responsáveis pela herança do caráter a ser melhorado, tais como o número de genes que o governam, as ações e efeitos gênicos, herdabilidade, ampla e restrita, variância genética, fenotípica e ambiental (ALLARD, 1971).

Os parâmetros genéticos são grandezas teóricas que descrevem a estrutura genética dos caracteres quantitativos. Suas estimativas possibilitam prever os ganhos na seleção, fornecendo informações importantes à seleção e para a definição do programa de melhoramento da população (RAMALHO, 2005). O tipo de ação dos genes, em caráter quantitativo, também pode ser deduzido destes parâmetros, assim como as estimativas do progresso genético esperado na seleção (COCKERHAM, 1963; VENCOSKY, 1969).

Entre os parâmetros genéticos de maior interesse está a média. Uma vez que a população alvo possua uma média elevada para os caracteres de interesse são possíveis a estimativa mais precisa de parâmetros tais quais: variâncias genotípica, fenotípica e ambiental, herdabilidade, correlações genotípicas e fenotípicas e o ganho de seleção (RAMALHO et al., 2005).

1.2.1 Componentes da Variância

1.2.1.2 Variância Genética, fenotípica e ambiental

A variância fenotípica observada em ensaios multilocais pode ser dividida em variância genética, ambiental, residual e da interação genótipos x ambientes. Quando os valores de variância genética são de magnitude superior em relação aos demais componentes da variância, há boa chance de se realizar uma seleção satisfatória dos caracteres analisados. A variância genotípica pode ser dividida em variância genética aditiva, variância de dominância e variância epistática (VENCOVSKY, 1969).

A variância genética aditiva é, em geral, a fração mais importante a ser determinada, pois ela é decorrente dos valores genéticos ou reprodutivos dos indivíduos, que em última análise determinam a resposta à seleção. Na ação gênica aditiva ou ausência de dominância cada alelo contribui individualmente para o valor fenotípico, desta forma, de grande importância para o melhoramento de plantas autógamas, pois, na ausência de dominância cada genótipo caracteriza-se por apresentar um valor próprio, podendo, com a aditividade dos genes detectarem-se melhor os diferentes genótipos, o que é de fundamental importância para seleção (BUENO, 2006).

A variância genética de dominância caracteriza-se pela ação gênica dominante, diferentemente da ação gênica aditiva, ao invés dos alelos, os genes contribuem em pares para o fenótipo, fazendo com que genótipos diferentes tenham valores iguais, apresentando distribuição fenotípica mais compacta e permitindo que na heterozigose os genótipos segreguem para tipos inferiores. A variância genética epistática é produto das interações não alélicas ou alelos de genes diferentes. A variância fenotípica pode ser composta de variações produzidas pelo ambiente,

pelas variações dos efeitos genotípicos e devido à interação genótipo x ambiente (BUENO, 2006).

Para que as estimativas dos parâmetros genéticos sejam representativas da população em estudo, torna-se necessário que se cumpram alguns requisitos básicos. Segundo Robinson e Cockerham (1948): (a) as estimativas devem ser tomadas a partir de indivíduos ao acaso, na obtenção de progênies experimentais, (b) os genótipos devem ser distribuídos ao acaso, de preferência em diferentes ambientes, para que não haja superestimação dos componentes devido a interações com ambiente; (c) ausência de efeitos maternos, (d) herança regular diplóide, (e) equilíbrio de ligação nas progênies amostradas e (f) ausência de epistasia.

1.2.1.3 Herdabilidade (h^2)

Entre as estimativas de parâmetros genéticos, os valores de herdabilidade e ganho de seleção são os de maior interesse para o melhorista, uma vez que a maioria das características de interesse são de natureza quantitativa, ou seja, controladas por poligenes. São exemplos de caracteres quantitativos, produtividade, hábito de crescimento, teores de óleo e proteína, entre outros. Nesse caso, por se tratar de características relativas à poligenes e ainda a influência do ambiente sobre estes, são necessárias metodologias biométricas apropriadas, fundamentadas na utilização da estatística tais como, média, variância, desvios, covariância, entre outros.

A herdabilidade exprime quanto da variação fenotípica de um determinado caráter é de natureza genética. Entre as aplicações está a possibilidade de se estimar o progresso esperado com a seleção (RAMALHO, 2004). A herdabilidade pode ser estimada no sentido amplo, quando envolve todas as variâncias de natureza genética, e restrito, quando envolve apenas a variância aditiva. Entretanto as estimativas de herdabilidade exibem uma grande faixa de variação para o mesmo caráter, que pode ser devido a problemas de amostragem, às diferenças entre as populações ou relativo ao ambiente (RAMALHO, 1993).

Em amendoim, alguns trabalhos descritos na literatura têm demonstrado que a herdabilidade no sentido amplo tem sido a mais verificada nos descritores associados aos componentes de produção. Saleh e Masiron (1994) estudando a

herdabilidade em 13 linhagens de amendoim, pertencentes aos tipos botânicos Spanish, Virgínea e Valência sendo algumas destas cultivares provenientes de vários países, encontraram altos valores de herdabilidade no sentido amplo (0,73) para número de vagens por planta. Moreira e Santos (1994) em análise de parâmetros genéticos em populações segregantes F_5 de amendoim reportam altos valores de herdabilidade para caracteres relacionados à produção e precocidade, como peso de 100 sementes, peso de 100 vagens e início de floração.

Granja (2007) estudou os parâmetros genéticos em uma população intra-específica F_2 de amendoim, em nível de família, e reportou taxas de herdabilidade restrita para os caracteres número de vagens por planta (0,25) e peso de 100 vagens (0,25) denotando serem estes bons indicadores em trabalhos de seleção por serem estes caracteres de peso na produção final da planta.

Os valores da herdabilidade para os mesmos caracteres podem variar bastante dependendo da população estudada e da interação desta com o ambiente. É comum encontrar valores discrepantes para a mesma variável, não havendo motivo para controvérsias, já que a mesma é função do genótipo num dado ambiente. Como exemplo, para o caráter produção de vagem por planta, Upadhyaya et al. (2005), analisando 504 acessos de uma coleção de germoplasma, pertencentes as subespécies *fastigiata* e *hypogaea* reportaram herdabilidade de (0,78) para número de vagens por planta. Mothilal et al. (2005), analisando a herdabilidade para vários caracteres em uma população segregante de amendoim reportam herdabilidade para número de vagens por planta variando entre (0,03 e 0,18) nos diferentes cruzamentos avaliados. Phundenpa et al. (2004), analisando cultivares tipo Virgínea, Spanish e híbrido entre estes, reportam valores de herdabilidade para número de vagens por planta variando de (0,13 a 0,80) nos diferentes genótipos e cruzamentos analisados no mesmo ensaio.

Quando a herdabilidade é baixa, inferior a 50%, para determinado caráter, a seleção torna-se mais difícil, resultando em pequeno ganho de seleção. Ntare e Williams (1998), na Nigéria, em estudo sobre os componentes da herdabilidade em modelos fisiológicos para as condições de semi-árido, testaram 40 linhagens F_2 obtidas de cruzamento entre variedades tipo *Spanish* e a cultivar Chico e procuraram obter estimativas para seleção eficiente em populações segregantes não obtendo resposta satisfatória, devido aos baixos valores de herdabilidade para

produção de vagens, entre outros, variando entre (0,09 a 0,53) nos três ambientes testados.

1.2.1.4 Coeficiente de Correlação

Correlação é um parâmetro genético que mede o grau de associação linear entre dois caracteres, de modo que se diz que duas variáveis estão associadas quando a seleção praticada em determinado caráter é acompanhada pela variação em outro (RAMALHO et al., 2004). O conhecimento da associação entre os caracteres de seleção é de grande valia nos trabalhos de melhoramento, sobretudo, quando tais caracteres apresentam de baixa herdabilidade ou dificuldade de mensuração (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Há três tipos de correlação entre caracteres: genotípica, fenotípica e ambiental. A correlação genética, segundo muitos autores é a mais importante para o melhoramento, pois, mede o grau de associação entre os fatores genéticos somente, portanto, herdáveis (CRUZ e REGAZZI, 1997; FALCONER, 1987; RAMALHO et al., 1993). A correlação fenotípica é a medida real entre os caracteres, e envolve os fatores genéticos e ambiental sendo este parâmetro bastante usado em seleção indireta (HARTWIG et al., 2006).

A correlação genética entre dois caracteres é devida principalmente à ocorrência de ligação gênica e pleiotropia (FERREIRA, 2006). Entende-se por pleiotropia o fenômeno pelo qual um gene controla dois ou mais caracteres, sendo que, no presente, todo gene extensivamente estudado tem se mostrado mais ou menos pleiotrópico em maior ou menor grau (RAMALHO et al., 2004). Para Falconer (1987), quando a correlação genética é decorrente de efeitos pleiotrópicos a mesma é permanente por expressar o efeito gênico total dos genes em segregação. A correlação advinda de ligação gênica é transitória e tende a diminuir sua magnitude à medida que ocorre a permuta entre os genes, sendo a correlação, maior, quando os genes encontram-se muito próximos (RAMALHO et al., 1993).

A magnitude das correlações podem ser positivas ou negativas. Ocorre que alguns genes podem aumentar a resposta de outros, nesse caso, ocorre correlação positiva, caso inverso é chamada de correlação negativa (RAMALHO et al., 1993). Quando o sinal da correlação é positivo, diz-se, que as variáveis são favorecidas ou

prejudicadas pela mesma causa de variação, quando negativo, um é prejudicado e o outro favorecido. Quando os caracteres estão correlacionados positivamente entre alguns caracteres e negativamente com outros, optando pela seleção de algum, há que se cuidar para não provocar mudanças indesejáveis nos outros caracteres (FALCONER, 1987).

Diversos trabalhos têm sido realizados em amendoim relativos à estimativa de herdabilidade e correlação de caracteres (GUPTON e EMERY, 1970; HABIB et al., 1985; LAKSHMAIAH et al., 1983; PATRA, 1980; SANDHU e KHEHRA, 1977). Entretanto tais valores não são fixos, estes, variam em função de diferentes populações estudadas, das condições ambientais ou das interações entre genótipo e ambiente.

O estudo das correlações em populações segregantes é essencial para compreensão dos efeitos genéticos advindos da hibridação, bem como, de fundamental interesse para orientar os ciclos de seleção no melhoramento do amendoim. Em geral, os programas de melhoramento visam à produtividade, no entanto, esta, se mostra atrelada a valores outros que compõe um conjunto final. São exemplos de caracteres primários ligados a produção no amendoim: produção de vagens, produção de sementes, peso de 100 vagens e peso de 100 sementes são apontados como determinantes para produção. Além deste, outros caracteres tem peso na produção final da planta: número de vagens por planta e número de sementes por vagem.

Santos et al. (2000a), analisando a correlação e análise de trilha em genótipos da subespécie *fastigiata*, avaliou sua influência na produção de grãos, e reportam correlação genética positiva entre rendimento de sementes e (rendimento de vagens, peso de 100 vagens e peso de 100 sementes). Layrisse et al. (1980), encontraram correlação positiva entre rendimento e (produção de vagens, peso de vagens, produção de sementes e peso de sementes). Phudenpa et al. (2004), analisando correlação fenotípica entre caracteres agronômicos e a fixação de nitrogênio em híbrido F₂ de genótipos oriundos do cruzamento entre os tipos Virgínea e Spanish, encontram correlação positiva entre peso dos nódulos e (peso de 100 sementes e número de vagens por planta).

Entretanto, não apenas os caracteres ligados a produtividade apresentam importância para o melhoramento do amendoim. Para o cultivo em áreas de semi-

árido os genótipos de porte ereto, são preteridos por apresentarem menor ciclo reprodutivo, facilidade para a colheita, entre outros. Contudo, a desvantagem destes genótipos reside no fato de por vezes, possuírem baixa eficiência reprodutiva. Este parâmetro, baseia-se na razão entre o número total de ginóforos produzidos pela planta e a produção de vagens. Santos et al. (1997) estudaram caracteres de floração e reprodução em amendoim de porte ereto, ramador e decumbente, e reporta eficiência reprodutiva para os genótipos de porte ereto de 22% em média.

Nos genótipos de porte ereto, as flores se distribuem por toda a haste principal da planta, característica intrínseca da subespécie *fastigiata*, quanto mais alta é a planta maior é a distribuição das flores, conseqüentemente, dos ginóforos por toda a planta. Lakshmaiah et al. (1983), avaliaram possíveis critérios de seleção em populações de amendoim tipo botânico Valência e Spanish, e relataram correlação genotípica negativa entre tamanho da haste principal e produção de vagens desta forma, se vê que a distribuição dos ginóforos pela haste da planta influencia bastante na produção de vagens por planta e conseqüentemente, na produção final.

Santos et al. (2000b), analisaram genótipos de amendoim de porte ereto, estudaram a correlação fenotípica entre caracteres ligados ao ginóforo e eficiência reprodutiva, e encontraram correlação fenotípica positiva entre o número de ginóforos situados no primeiro terço da planta e eficiência reprodutiva e entre eficiência reprodutiva e número de vagens por planta. Outros trabalhos na mesma linha também reportam correlação positiva entre produção de vagens e número de ramos secundários e entre de vagens maduras (LAYRISSE et al., 1980). Quanto ao hábito de crescimento, nota-se que, sua influência é considerável não apenas pelo tamanho da haste em si, mas por outras variáveis que geralmente estão associadas ao porte, como o número de ramos primários e secundários que se apresenta geralmente maior em genótipos de porte rasteiro e menor nos eretos e a concentração de flores na parte basal da planta (SANDHU e KHEHRA, 1977).

1.2.1.5 Análise de Trilha (Path Analysis)

O coeficiente de correlação simples não é uma medida de causa e efeito, contudo, estratégias de seleção baseadas apenas nas correlações entre dois descritores podem conduzir a erros, pois, sua associação pode estar vinculada a

uma terceira variável ou mesmo a grupo de caracteres (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Análise de caminhamento ou coeficiente de trilha, proposto por Wright (1921), consiste no desdobramento das correlações entre caracteres em efeitos diretos e indiretos explicativos sobre uma variável dependente principal (DAHER et al., 2004). Uma vez que permite o desdobramento de correlações simples entre os caracteres amplia a relação de causa e efeito entre as variáveis estudadas (VIEIRA et al., 2007).

O uso da análise de trilha permite ao melhorista entender as associações existentes entre os caracteres coibindo uma interpretação errônea das correlações positivas (KUREK et al., 2001). Este método foi usado em plantas primeiramente por Dewey e Lu (1959), desde então, tem sido usado para entender o sentido das correlações entre os caracteres em programas de melhoramento de várias culturas (GOMES et al., 2007; VIERA et al., 2007; GOMES e LOPES, 2005).

O uso de análise de trilha em amendoim é bastante antigo. Sandhu e Khehra (1977) analisando o coeficiente de trilha em híbridos F_3 de vários cruzamentos em amendoim, encontraram forte efeito direto para número de ramos primários e secundários sobre a variável principal produção de vagens. Santos et al. (2000a), analisando o coeficiente de trilha para componentes de produção em amendoim, reportaram forte efeito direto positivo para rendimento de vagens sobre a variável principal rendimento de sementes, atribuindo a essa relação o alto valor da correlação obtida entre estes caracteres.

Gomes e Lopes (2005), analisando genótipos de amendoim tipo Valência e Spanish, reportaram forte efeito direto para peso de 100 sementes e número de vagens por parcela sobre a variável principal ganho de produção, ratificando o sentido das correlações positivas obtidas entre os descritores analisados. Contudo, no mesmo trabalho, os autores reportaram efeito direto positivo considerado para o descritor número de sementes por vagem, contrariando o sentido da correlação, que foi negativo entre o ganho de produção e número de sementes por vagem. Nestes casos, Vencovsky e Barriga (1992) recomendam que os efeitos indiretos sejam também considerados na análise.

As estimativas de coeficiente trilha mostram-se seguras e explicativas, principalmente quando não há ocorrência de multicolinearidade na matriz determinante das correlações. Multicolinearidade refere-se a toda correlação

existente entre caracteres associados, contudo, quando esta se apresenta muito alta ou perfeita, torna-se difícil avaliar seus efeitos sobre a variável principal podendo sua interpretação ser absurda ou danosa à análise das correlações (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

O grau de multicolinearidade da matriz pode ser estabelecido com base no número de condições, que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz. De modo prático, quando o número de condições for menor do que 100, a multicolinearidade é fraca ($N < 100$), moderada ($100 > N < 1000$) e severa, quando maior do que 1000 (MONTGOMERY e PECK, 1981). Somente quando o grau de multicolinearidade é considerado fraco, não constitui problema sério para a análise de trilha (CARVALHO et al., 1999).

1.3 Ferramentas Estatísticas

Diversos modelos experimentais têm sido discutidos para estimar os componentes da variância, porém, todos obedecem aos princípios básicos da casualização, repetição e controle local (RAMALHO et al., 2005). Em plantas autógamas, a eficiência da avaliação fenotípica em um dado genótipo, está associada a complexidade do controle genético do caráter em questão, mais especificamente ao (VGA) valor genotípico aditivo (NUNES, 2006). Desta forma, além de criteriosa acurção dos valores fenotípicos, são necessárias metodologias que permitam uma análise correta dos valores genotípicos (REZENDE, 2002).

A forma clássica de análise dados, representados por modelos estatísticos, é feita por meio da Análise da Variância (ANAVA). Nesta análise de dados, os modelos que representam a variação nos caracteres, próprios para a estimação, podem indicar efeitos de natureza fixa (modelo I) ou aleatória (modelo II) (RESENDE e FERNANDES, 1999). Contudo, para que o progresso genético seja maximizado, é necessário um ordenamento dos valores genotípicos preditos o mais próximo possível dos verdadeiros valores genotípicos (WHITE e HODGE, 1989), citado por (NUNES, 2006)

Uma forma de conseguir valores genotípicos mais precisos é via uso de modelos mistos. Por definição, modelo misto, cujo método foi desenvolvido por Henderson (1949) e utilizado pela primeira vez por Henderson (1975), citados por

(NUNES, 2006), contém efeitos de natureza fixa e aleatória com dupla utilidade, ou seja, servem para estimar média de efeitos fixos pelo Método dos Mínimos Quadrados Generalizados (GLS) e para prever efeitos aleatórios dos valores genéticos aditivos de indivíduos corrigidos para os demais efeitos fixos contidos no modelo (IEMA, 2003).

Pela metodologia de modelos mistos, a predição pode ser efetuada por três procedimentos distintos: (a) Melhor Predição – BP (“Best Prediction”) - iguais quantidades e precisões de informações associadas a todos os candidatos à seleção, onde as médias e variâncias são conhecidas ou estimadas com exatidão; (b) Melhor Predição Linear - BLP (“Best Linear Prediction”) - diferentes quantidades e precisões de informações associadas a todos os candidatos à seleção, com médias e variâncias conhecidas ou estimadas com precisão; (c) Melhor Predição Linear Não Viesado - BLUP (“Best Linear Unbiased Prediction”) - diferentes quantidades e precisões das informações associadas aos candidatos à seleção, sendo a variância conhecida ou estimada com precisão e a média não conhecida (RESENDE, 2002).

Dentre esses procedimentos, o BLUP é o mais completo e conduz à maximização do ganho genético, por ciclo de seleção, pois, implicam na utilização de diferentes pesos para os candidatos à seleção. Desta forma, a vantagem do procedimento BLUP é a estimação mais precisa dos efeitos fixos do modelo linear misto, a qual é realizada pelo método dos mínimos quadrados generalizados e não pelo método dos mínimos quadrados ordinários, como ocorre no procedimento com os demais (RESENDE et al., 1996). O procedimento BLUP foi desenvolvido por Henderson, em 1949, no contexto de modelos mistos, com a finalidade de prever valores genéticos de animais para a produção de leite sob condições de desbalanceamento nos dados, porém, somente foi apresentado formalmente por Henderson, em 1975 (NUNES, 2006). Desde então tem sido usado no melhoramento vegetal primeiramente para espécies perenes. A eficiência do BLUP no melhoramento de plantas tem sido relatada por vários autores e para várias culturas (ASSIS, et al., 2008; COIMBRA et al., 2008; GARCIA e NOGUEIRA, 2005; RESENDE et al., 2001; PANTER e ALLEN, 1995 ab).

Contudo, a predição de valores genotípicos depende do conhecimento prévio dos componentes de variância envolvidos. Diversas metodologias são usadas para

estimação dos componentes da variância, entre elas o método do REML (Restricted Maximum Likelihood) proposto por Patterson e Thompson (1971). A importância das estimativas de parâmetros genéticos pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita - REML ("Restricted Maximum Likelihood"), nos modelos mistos, é que essa metodologia gera estimativa de caráter bem mais precisa e não tendenciosas (RESENDE et al., 2001).

O REML é um procedimento freqüentemente utilizado para delineamentos em blocos. Cada observação é dividida em duas partes independentes uma referente aos efeitos fixos e outras aos efeitos aleatórios, de maneira que a função densidade de probabilidade das observações é dada pela soma das funções densidade de probabilidade de cada parte. A maximização da função densidade de probabilidade da parte referente aos efeitos aleatórios, em relação aos componentes de variância, elimina o viés resultante da perda de graus de liberdade na estimação dos efeitos fixos do modelo, resultando em estimativas mais precisa (NUNES, 2006).

2. Referências

ALLARD, E. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Bucher, 1971, 381p.

ASSIS, G. M. L. de; VALENTIM, J. F.; JÚNIOR, J. M. C.; AZEVEDO, J. M. A. de; FERREIRA, A. S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando-se metodologia de modelos mistos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1905-1911, 2008.

BUENO, L. C. S. **Melhoramento genético de plantas**. Princípios e procedimentos. Lavras: UFLA, 2006, 319 p.

LUZ, L.N. Estimativas de parâmetros genéticos em populações segregantes ...

28

CARVALHO, C. G. P. et al. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.603-613, 1999.

COCKERHAM, C. C. **Estimation of genetic variances**. In: HANSON, W. D.; ROBINSON, H. F. (Ed.). *Statistical genetics and plant breeding*. Washington: National Academy of Science, 1963, p. 53-93.

COIMBRA, J. L. M.; BARILI, L. D.; VALE, N. M.; GUIDOLIN, A. F.; BERTOLDO, J. G.; ROCHA, F. da.; TOALDO, D. Seleção para caracteres adaptativos em acessos de feijão usando reml/blup. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 20, n. 2, p. 177-185, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Quarto levantamento da safra 2007\2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra4levsafra.pdf>. Acesso em: 28\12\2008.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

DAHER, R. F.; PEREIRA, A. V.; PEREIRA, M. S.; LEDO, F. J. S.; *et al.* Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1531-1535, 2004.

DEWEY, D. R.; LU, K. H. A correlation path coefficient analysis of components of wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v.51, p.515-518, 1959.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production of groundnut world-wide production Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDeafault.aspx?PageID=567>. Acesso em: 17\12\2007.

FALCONER, D. S. **Introdução à Genética Quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987, 279 p.

FERREIRA, P. V. Melhoramento de Plantas. **Estimação de Parâmetros Genéticos**. Maceió: EDUFAL, 2006, v.3, 279 p.

FREITAS, S. M.; MARTINS, S. S.; NOMI, A. K.; CAMPOS, A. F. A evolução do mercado Brasileiro de amendoim. In: SANTOS, R.C. (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília; Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.17-44.

GARCIA, C. H.; NOGUEIRA, M. C. S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 68, p.107-112, 2005.

GODOY, I. J.; MORAES, S. A.; MORAES, A. R. L.; KASAI, F. S.; MARTINS, A. L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Potencial produtivo de linhagens de amendoim do grupo ereto precoce com e sem controle de doenças foliares. **Bragantia**, v. 60, n. 2, p. 101-110, 2001.

GODOY, I. J.; MORAES, S. A.; ZANOTTO, M. D.; SANTOS, R. C. Melhoramento do amendoim. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 51-102.

GOMES, C. N.; CARVALHO, S. P.; JESUS, A. M. S.; CUSTÓDIO, T. D. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.8, p.1121-1130, 2007.

GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. de A. Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.5, p.105-112, 2005.

GRANJA, M. M. C.; **Parâmetros genéticos em uma população de amendoim**. 2007. 48f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

GUPTON, C. L.; EMERY, D. A. Heritability estimates of the maturity of fruit from specific growth periods in Virginia type peanut. **Crop Science**, v.10, n.2, 127-129. 1970.

HABIB, A. F.; JOSHI, B. Y.; BAHT, B. N. Combining ability estimates in peanuts (*Arachis hypogaea* L.). **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, Índia, v. 45, n.2, p. 236-239, 1985.

HARTWIG I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G et al. Correlações fenotípicas entre caracteres agronômicos de interesse em cruzamentos dialélicos de aveia branca. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.12, n.3, p. 273-278, 2006.

HENDERSON, C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. **Biometrics**, Raleigh, v. 31, n. 2, p. 423-447, 1975.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola. Disponível em:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_2008_10_9.shtm. Acesso em: 28/12/2008.

IEMMA, M. **Uso do melhor preditor linear não visado (BLUP) em análise dialélica e predição de híbridos**. 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

KRAPOVICKAS, A.; GREGORY, W. C. Taxonomía del género de *Arachis* L (*Leguminosae*). **Bonplandia**, v. 8, n. 1-4, p. 1-186, 1994.

KUREK, A. J; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN, I. C.; MARCHIORO, V. S.; CRUZ, P. J. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de agrociência**, v.7, n.1, p. 29-32, 2001.

LAKSHMAIAH, B.; REDDY, P. S.; MURALIMOHAN REDDY, B. Selection criteria for improving yield in groundnut (*Arachis hypogaea* L). **Oleagineaux**, v.38, n.11, p.607-611, 1983.

LAYRISSE, A.; WYNNE, J. C.; ISLEIB, T. G. Combining ability for yield, protein and oil of peanut lines from South American centers of diversity. **Euphytica**, v.29, p.561-570, 1980.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/cultivares/snpc_06_24_09_2007.tm. Acesso em: 12/01/2009.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York : J. Wiley, 1981. 504p.

MOREIRA, J. A. N.; SANTOS, R. C. **Estimação dos parâmetros genéticos em populações F₅ de amendoim**. Relatório técnico anual do centro nacional de pesquisado algodão. Campina Grande\PB, p.405-408, 1994.

MOTHILAL, M.; MURALIDHARANA, V.; MANIVANNAN, N. Intergeneration correlation, regression and heritability estimates between F₂-F₃ generations of groundnut (*Arachis hypogaea* L). **Annals of arid zone**, v.44, n.2, p. 205-207, 2005.

NIGAM, S. N.; RAO, M. J. V.; GIBBSON, R. W. **Artificial hybridization in groundnut**. ICRISAT: India, 1990. 27p. (ICRISAT. informacion bullein, 29).

NTARE, B. R.; WILLAIMS, J. H. Heritability of components of a simple physiological model for yield in groundnut under semiarid rainfed conditions. [Field Crops Research](#), v.58, n. 1, p. 25-33, 1998.

NUNES, J. A. R. **Incorporação da informação de Parentesco no método Genealógico pelo enfoque de Modelos mistos**. 2006. 126f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, M. A. P; VALLS, J. F. M. Produção de híbridos de amendoim forageiro por meio de hibridação artificial. **Pesquisa Agrpecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, p.885-888, 2002.

PANTER, D. M.; ALLEN, F. L. Using Best Linear Unbiased Predictions to Enhance Breeding for Yield in Soybean:I. Choosing Parents. **Crop Science**, v.35, p. 397-405, 1995a.

PANTER, D. M.; ALLEN, F. L. Using Best Linear Unbiased Predictions to Enhance Breeding for Yield in Soybean: II Number of Yield Trials **Crop Science**, v. 35, p. 405-410, 1995b.

PATRA, G. J. Multiple criteria selection in some hybrid population of groundnut. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, Índia, v.40, n.1, 1980)

PATTERSON, H. D.; THOMPSON, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. **Biometrika**, v.58, n.3, p. 545-54, 1971.

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

PHUDENPA, A.; JOGLOY, S.; TOOMSAN, B.; WONGKAEW, S.; KESMALA, T.; PATANOTHAI, A. Heritability and phenotypic correlation of traits related to N₂-fixation and agronomic traits in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal Science Technology**, v.26, n.3, p.317-325, 2004.

RAMALHO, M. A. P; FERREIRA, D. F; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: UFLA. 2005. 326p.

RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. **Genética na Agropecuária**. 3. ed. Lavras: UFLA. 2004. 472p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.**

Goiânia: UFG. 1993. 271p.

RESENDE, M. D. V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002. 975p.

RESENDE, M. D. V. de; FERNANDES, J. C. S. Procedimento BLUP (melhor predição linear não viciada) individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 17, p. 89-107, 1999.

RESENDE, M. D. V. de, FURLANI JÚNIOR, E; MORAES, M. L. T.; FAZUOLI, L. C. Estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 185-193, 2001.

RESENDE, M. D. V. de; PRATES, D. F.; JESUS A. de; YAMADA, C. K. Melhor predição linear não viciada (BLUP) de valores genéticos no melhoramento de Pinus. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 32/33, p. 3-22, 1996.

ROBINSON, H. F.; COCKERHAM, C. C. Estimación y significado de los parâmetros genéticos. **Fitotecnia Latino Americana**, v. 2, p. 23-38, 1948.

SANDHU, B. S.; KHEHRA, A. S. Inter-relationships in semi-spreading x bunch and semi-spreading x semi-spreading crosses of groundnut. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, Índia, v.37, n.1, p. 22-26, 1977.

SANTOS, R. C.; CARVALHO, L. P.; SANTOS, V. F. Análise do coeficiente de trilha para os componentes de produção em amendoim. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.13-16, 2000a.

SANTOS, R. C.; CUSTÓDIO, R. J. M.; SANTOS, V. F. Eficiência reprodutiva em genótipos de amendoim e correlação fenotípica entre caracteres ligados ao ginóforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n.3, p. 617-622, 2000b.

SANTOS, R. C. MORAES, J. S.; GUIMARÃES, M. B. Caracteres de floração e reprodução em genótipos de amendoim do tipo ereto, ramador e decumbente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.12, p.1257-1262, 1997.

SANTOS, R. C.; GODOY, J. I.; FAVERO, A. P. Melhoramento do amendoim. In: SANTOS, R.C. (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília; Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.123-192.

SALEH, G. B.; MASIRON, H. Performance and heritability studies on some peanut lines and cultivars. **Journal of Islamic Academy of Sciences**, v.7, n.1, p. 39-43, 1994.

SINPSOM, C. E.; VALLS, J. F. M.; MILLES, J. W. Reproductive biology and the potential for genetic recombination in *Arachis*. In: KERRIDGE, P.C; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomics of forages *Arachis***. Cali: Centro Internacional de agricultura Tropical. p. 43-52, 1994.

UPADHYAYA, H. D.; MALLIKARJUNA, S. B. P.; KENCHANA, P. V. G.; KULLAISWAMY, B. Y. Identification of diverse groundnut germplasm through multienvironment evaluation of a core collection for Asia. **Field Crops Research**, v.93, p. 293–299, 2005.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <http://www.usda.com.org/production/foreign/table13PeanutArea,Yield,andProduction.htm>. Acesso em:28/12/2008.

VALLS, J. F. M. Recursos genéticos do gênero *Arachis*. In: SANTOS, R.C. (Ed.) **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília; Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 47-69.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W. E. (Coord.). **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969, p. 17-37.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 496p.

VIEIRA, E. A.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, L. F.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G.; COIMBRA, J.; MARTINS, A. F.; CARVALHO, M. F.; RIBEIRO, G. Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.169-174, 2007.

WHITE, T. L.; HODGE, G. R. **Predicting breeding value with applications in forest tree improvement**. Dordrecht: Kluwer Academy Publishers, 1989. 363p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, Islamabad, v.20, p.557-585, 1921.

CAPÍTULO II

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS DE AMENDOIM BASEADAS EM DESCRITORES ASSOCIADOS AO GINÓFORO

Estimativas de Parâmetros Genéticos em Linhagens de Amendoim Baseadas em Descritores Associados ao Ginóforo

Lucas Nunes da Luz⁽¹⁾, Roseane Cavalcanti dos Santos⁽²⁾, João Luis da Silva Filho⁽²⁾
e Péricles de Albuquerque Melo Filho⁽³⁾

1. Biólogo, Departamento de Agronomia- Área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE. Rua D. Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos, Recife\PE, CEP: 52171-900. E-mail: lucasluss@yahoo.com.br

2. Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, Caixa Postal 174, 58.107-720, Campina Grande, PB. E-mail: caval@cnpa.embrapa.br, joaoluis@cnpa.embrapa.br

3. Eng. Agrônomo, Professor Associado do Departamento de Agronomia, UFRPE.

E-mail: pericles@depa.ufrpe.br

Resumo – Os parâmetros genéticos em linhagens F_2 de amendoim foram estimados baseados em descritores associados ao ginóforo, em dois municípios de Pernambuco. Noventa indivíduos, obtidas a partir de cruzamento recíproco, e seus progenitores foram avaliados em delineamento de blocos ao acaso, considerando-se os descritores: número de ginóforos totais, número de ginóforos no terço inferior, altura da haste principal e número de vagens/planta. Estimou-se também a eficiência reprodutiva das linhagens baseando-se nas relações NVP/NGT e NVP/NGTI. Os componentes de variância foram estimados pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e os valores genotípicos foram preditos pelo método da Melhor Predição Linear Não-Viesada (BLUP). A herdabilidade para todos os descritores situou-se entre baixa e mediana, indicando que a seleção inicial das plantas baseadas nesses descritores tem eficiência limitada. Correlações genéticas positivas foram encontradas entre NGT x NVP e NGTI x NVP, sendo os descritores NGT e NGTI úteis em processos de seleção focalizando-se na produção de vagens. Termos para indexação: *Arachis hypogaea*, melhoramento, seleção, correlações genotípicas, REML/BLUP.

Estimates of Genetic Parameters in Peanut Lines Based on Peg-linked Traits

Abstract - Genetic parameters of traits related to peanut pegs were assessed from F_2 lines carried on two environments, in Pernambuco. Ninety lines and ancestors were evaluated in completely randomized block based on these traits: total number of pegs, pegs located at lower third of the plant, main axis height and number of pods per plant. Reproductive efficiency was also estimated based on NVP/NGT and

NVP/NGTI ratios. Variance components were estimated by Restricted Maximum Likelihood Method (REML) and the genotypic values were predicted by Best Linear Unbiased Prediction (BLUP). Heritability estimates were low and median for all traits. It meaning that selection based on these traits has limited benefits on initial breeding. Genetic correlations were found between NGT x NVP and NGTI x NVP. The traits NGT and NGTI could be used on further selection procedures focusing on pod productions.

Index terms: *Arachis hypogaea*, breeding, selection, genotypic correlations, REML/BLUP

Introdução

O amendoim cultivado *Arachis hypogaea* (L.) é uma leguminosa que apresenta uma característica peculiar ao gênero que é a formação subterrânea dos frutos conhecida como geocarpia, cujas vagens desenvolvem-se após a fertilização, por meio de uma estrutura fibrosa denominada ginóforo ou “peg”. Após a fertilização da flor, os ginóforos levam entre 4 e 7 dias para surgir, alongando-se a seguir até penetrar o solo para desenvolver a vagem (Santos et al., 2000).

Em cada ciclo, a planta de amendoim, que é de crescimento indeterminado, produz um número de flores variando entre 250 a 350, dependendo da variedade botânica (Vara Prasad et al., 1999). Nem todas as flores, no entanto, desenvolvem uma vagem; isso porque a eficiência reprodutiva no amendoim (habilidade do

ginóforo para desenvolver uma vagem viável) é relativamente baixa, situando-se em torno de 22% em genótipos de porte ereto (Santos et al., 1997). De acordo com Santos et al., (2005), alguns fatores contribuem para essa baixa eficiência e entre eles está a duração do ciclo de floração e a altura da gema florífera na haste principal e nos ramos secundários. Segundo os autores, as plantas de maior eficiência para transformar flores em frutos viáveis são as que concentram seus ginóforos nos primeiros 15 cm de altura.

Justifica daí porquê da eficiência reprodutiva nas plantas de porte rasteiro ser maior que em nas de porte ereto. Nessas, dependendo da fertilidade do solo e manejo da cultura, a haste principal chega a alcançar 60 cm de comprimento.

Para fins de melhoramento do amendoim de porte ereto (grupos Valência e Spanish), Santos et al., (1997), recomenda a seleção de genótipos com floração profusa, duração de florescimento mais curto e que concentre a maioria dos ginóforos no primeiro terço da haste principal. Tais genótipos são, freqüentemente, mais eficientes na produção e mais precoces, vindo a ser, portanto, progenitores promissores para trabalhos de melhoramento, especialmente para o manejo de safrinha ou em ambientes semi-áridos.

No final da década de 90 a equipe de melhoristas da Embrapa Algodão gerou uma população intraespecífica de amendoim por meio dos cruzamentos entre as cultivares Manfredi 407 e Florunner, de origem Argentina e Americana, respectivamente. Entre as linhagens selecionadas, duas destacaram-se, CNPA 283 AM e CNPA 280 AM, por apresentarem elevada produtividade de grãos e adaptação ao ambiente semi-árido (Gomes et al., 2007). Em especial, a linhagem CNPA 280 AM apresenta ainda um caráter intrínseco que

é de produzir “tufos” de flores na base da planta e de concentrar mais de 70% de seus ginóforos nos primeiros 15 cm de altura das hastes laterais e principal. Com intuito de transferir esta característica para cultivares de amendoim, cruzamentos recíprocos foram realizados com essa linhagem e a BR 1, uma cultivar precoce do grupo Valencia e de larga adaptação ao ambiente semi-árido (Santos et al., 1999; Gomes et al., 2007). O presente trabalho teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos da população (F_2) gerada por esse cruzamento, baseando-se em descritores associados aos ginóforos da planta para futura utilização em programas de melhoramento da cultura.

Material e Métodos

Os progenitores e a população segregante F_2 (híbrido e recíproco) foram cultivados durante a estação das águas (maio a agosto) em Abreu e Lima ([07° 54' 04" S e 34° 54' 10" O](#)) e Goiana ([07° 33' 39" S e 35° 00' 10" O](#)), ambos situados na Zona da Mata Norte de Pernambuco, em 2008.

O solo característico dos dois locais é do tipo Neossolo, ácido, de textura franco-arenosa. A correção do solo e adubação das plantas foi procedida em função das recomendações obtidas nos resultados de análise do solo e o manejo experimental seguiu de acordo com o descrito em Santos et al., 2006. As fontes de P e K utilizadas foram superfosfato simples (H_2PO_4) e cloreto de potássio (KCL), respectivamente; o N foi suprido por meio de adubação orgânica\ (esterco de curral curtido, 2 kg/m²).

Originalmente, em cada local, os genitores e as gerações F_2 do cruzamento entre CNPA 280 AM x BR 1, F_1 e recíproco, foram delineados em blocos ao acaso com três repetições sendo as parcelas experimentais constituídas de duas fileiras de

6 m onde cada genótipo foi plantado no espaçamento de 0,70 x 0,30 cm, deixando-se uma semente/cova. A densidade populacional foi de 36 plantas/parcela. Os dados foram coletados em 15 plantas selecionadas aleatoriamente em cada parcela experimental, gerando-se assim informações, ao nível de indivíduo, para os dois genitores e noventa plantas da geração F2. O efeito de recíproco não foi considerada na análise. A colheita foi realizada entre 87 e 100 dias após o plantio. Durante o cultivo, as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram, 25,2 °C e 75% em Abreu e Lima e 23,9 °C e 72% em Goiana. O volume de precipitação pluvial durante o experimento foi de 694 mm em Abreu e Lima e 520 mm em Goiana (ITEP, 2008).

As variáveis registradas foram número de ginóforos totais (NGT), coletados a partir da haste principal e dos ramos laterais, número de ginóforos situados no terço inferior da planta (NGTI), altura da haste principal (AHP), medida desde a base da haste principal junto ao solo ao último nó do ápice foliar, e número de vagens/planta (NVP). A eficiência reprodutiva foi estimada por meio das razões NVP e NGT (EF_1), e NVP e NGTI (EF_2), conforme sugerido em Santos et al., (1997; 2000). Os componentes de variância foram estimados pelo Método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e os valores genéticos foram preditos pelo método da Melhor Predição Linear Não-Viesada (BLUP), conforme metodologia dos modelos mistos, tomando-se como fixo o efeito de bloco e aleatório o efeito de plantas (desconsiderado efeito s 92 genótipos de recíproco) e parcelas, segundo modelo abaixo (Resende, 2002):

$$y = Xb + Za + Wc + e, \text{ onde :}$$

y: vetor de dados observados;

X, Z e W: matrizes de incidência para b, a e c, respectivamente;

b: vetor de efeitos dos blocos (fixo);

a: vetor de efeitos genotípicos (aleatórios) das plantas;

c: vetor de efeitos das parcelas (aleatório);

e: vetor de efeito dos erros aleatórios.

A partir das predições dos BLUPs individuais foram realizadas correlações de Pearson entre os descritores, que são estimativas das correlações genéticas entre eles. Os dados foram

analisados pelo programa SAS, procedimento "Proc Mixed" (Statistical Analysis System, versão 8.2).

Resultados e Discussão

Os valores das variâncias genéticas (σ_g), entre parcelas (σ_f) e residuais (σ_a) além das herdabilidades (h^2) obtidas para cada descritor de amendoim nos dois ambientes encontram-se na Tabela 1. Observa-se que em ambos os locais há uma predominância da variância residual para todos os descritores, contribuindo para que as herdabilidades ao nível de planta sejam reduzidas. Contudo, todas as estimativas de variância genéticas foram significativas (ao nível de 5% de probabilidade) em ambos os locais, indicando haver variabilidade na população para se praticar seleção.

De maneira geral, a magnitude da herdabilidade obtida nos dois locais estudados foi tida entre baixa e mediana, variando de 6,29% para AHP em Goiana a 34,92% para NGTI, em Abreu e Lima (Tabela 1). Dessa forma, a seleção de plantas individuais, em gerações iniciais, baseando-se nesses descritores pode não ser tão eficiente, já que para a maioria dos melhoristas, a herdabilidade é passível de manipulação quando atinge níveis de 50% em diante (Bueno, 2006). Deve-se

considerar, contudo, que a herdabilidade de alguns descritores ligados à produção em amendoim situa-se entre baixa ou mediana quando estimada em nível de planta. Assim, a magnitude das estimativas de h^2 aqui verificadas para o descritor NVP, de 25,8% e 31,69% em Abreu e Lima e Goiana, respectivamente, estão de acordo com as encontradas por Mothilal et al., (2005) que encontraram valores de h^2 variando entre 3 a 18% para NVP em plantas individuais de amendoim na geração F_2/F_3 .

Quando estimada em nível de família e, ou, em gerações mais avançadas como F_4 e F_5 os valores de h^2 são consideravelmente superiores devido a menor contribuição da variância residual e maior magnitude de variância aditiva, oferecendo maiores possibilidades de sucesso de seleção. Pimratch et al., (2004) encontraram valores de h^2 variando entre 36 a 88% para NVP baseados em linhagens F_4 oriundas de cruzamentos intraespecíficos. Sikinarum et al., (2007), encontraram valores mais elevados de h^2 variando entre 55% a 99% para o mesmo descritor. Upadhyaya et al., (2005), reportaram valores de 67% para NVP tomando como base a média de 60 famílias de amendoim das variedades *fastigiata*, *vulgaris* e *hypogaea*. Os autores recomendam o uso dos acessos interespecíficos em cruzamentos como estratégia para aumentar a base genética das populações a serem utilizadas em programas de melhoramento da cultura.

Os valores genotípicos individuais preditos pelo BLUP para cada descritor das linhagens selecionadas nos dois ambientes e a média das eficiências reprodutivas, baseadas no número de ginóforos totais (EF_1) e no número de ginóforos situados no terço inferior da planta (EF_2), encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Para fins de seleção, nos dois ambientes, escolheram-se os quinze melhores indivíduos entre os noventa testados considerando-se a superioridade de cada descritor avaliado, baseando-se na média da população e dos progenitores. Para o descritor AHP, contudo, deu-se

preferência às linhagens com menor altura da haste principal, devido esse caráter ser negativamente correlacionado com o número de vagens por planta (Santos et al., 2000).

No ordenamento das quinze melhores linhas para NGTI em Abreu e Lima, quatorze delas estão também entre as melhores para NGT, exceto L.23, e nove para NVP (L.35, L.43, L.37, L.16, L.50, L.14, L.49, L.52, e L.63 (Tabela 2). Infere-se assim que, em fases iniciais, a seleção de indivíduos com base nos valores de NGT ou NGTI proporcionaria resultados semelhantes, o que pode ser confirmado nas correlações de genéticas (Tabela 4). As correlações genéticas entre essas duas características e NVP foram superiores a 0,7, sendo portanto boas indicadoras do número de vagem por planta, um dos componentes da produção em amendoim. A média de altura dessas nove linhagens situou-se em 29,44 cm justificando a habilidade das mesmas em transformar ginóforos em vagens mais eficientemente, quer seja considerando-se o NGTI ou o NGT.

Em Goiana, um veranico estabelecido entre as fases de alongação do ginóforo, 39 dias após a germinação (dag) e início de formação das vagens (48 dag) influenciou na produção das plantas. As médias de NGTI e NGT na população selecionada foram, respectivamente, em 49,06 e 61,60 (Tabela 3), inferiores, portanto, às verificadas em Abreu e Lima (Tabela 2). Os valores genéticos individuais preditos para os indivíduos que se situaram entre 1,21 e 8,37 NGTI e entre 0,97 e 9,79 para NGT (Tabela 3). As estimativas de BLUP para NVP variaram de 0,76 e 5,95. A eficiência reprodutiva também foi reduzida, sendo estimada em 43,82% para ER_2 e 34,90%, para ER_1 .

Entre as quinze linhagens selecionadas em Goiana para NGTI, treze delas estão entre as melhores para NGT e nove entre as melhores para NVP, sendo elas:

L.73, L.2, L.60, L.26, L.54, L.80, L.90, L.71 e L.31. Assim, da mesma forma como observado em Abreu e Lima, a seleção de plantas usando os descritores NGT ou NGTI proporcionariam resultados similares; fato corroborado pela estimativa de correlação genética (Tabela 4). A média de altura destas linhagens situou-se em 35,33 cm, tendo todas as eficiências reprodutivas sido superiores a 37%, considerando-se o NGT (ER_1) e a 41%, considerando-se o NGTI (ER_2).

Analisando-se o desempenho dos indivíduos selecionados nos dois ambientes verifica-se que a população gerada entre os genótipos BR 1 e CNPA 280 AM é promissora e que o emprego dos descritores NGT ou NGTI pode auxiliar no início de seleção de plantas. Na literatura, alguns autores recomendam a seleção de plantas de amendoim baseadas no NGTI devido a sua correlação direta com a produção de vagens (Santos et al., 2000). Correlações positivas também têm sido verificadas entre NGT e produção de vagens (Mallikarjuna Swamy et al., 2003; Gomes & Lopes, 2005).

Uma vez que a contagem do número de vagens é laboriosa e só pode ser feita no final do ciclo da planta, uma boa estratégia de seleção seria se basear na identificação de plantas que formam blocos massivos “tufos” de flores próximas a base da haste principal. Essas plantas, além de mais precoces, possuem maior NGTI, sendo, portanto, mais responsivas quando utilizadas no melhoramento genético da cultura.

Conclusões

1. A predição dos valores genéticos individuais obtidos pelo BLUP auxilia melhor na seleção das melhores linhagens de amendoim no início do melhoramento do que as estimativas de herdabilidade para os descritores estudados.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento em nível Pessoal\CAPES pela bolsa de estudos e a Embrapa-Algodão pelo financiamento da pesquisa.

Referências

BUENO, L. C. S. **Melhoramento genético de plantas**. Princípios e procedimentos. Lavras: UFLA, 2006, 319 p.

GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A. Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.105-112, 2005.

GOMES, L.R.; SANTOS, R.C.; FILHO, C.J.A.; MELO FILHO, P.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.985-989, 2007.

ITEP. Instituto de Tecnologia do Estado de Pernambuco. Laboratório de Meteorologia de Pernambuco\LAMEP. Disponível em: www.etep.br/lamep. Acesso em: 10/01/2008.

MALLIKARJUNA SWAMYA, B.P.; UPADHYAYA, H.D.; GOUDARA, P.V.K.; KULLAISWAMYA, B.Y. Phenotypic variation for agronomic characteristics in a groundnut core collection for Asia. **Field Crops Research**, v.84, p. 359-371, 2003.

MOTHILAL, M.; MURALIDHARANA, V.; MANIVANNAN, N. Intergeneration correlation, regression and heritability estimates between F₂-F₃ generations of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Annals of Arid Zone**, v.44, n.2, p. 205-207, 2005.

PIMRATCH, S.; JOGLOY, S.; TOOMSAN, B.; JAISIL, P.; KESMALA, T.; PATANOTHAI, A. Heritability and correlation for nitrogen fixation and agronomic traits of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Songklanakarin Journal Science Technology**, v.26, n.3, p.305-315, 2004.

RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002. 975p.

SANTOS, R.C.; CUSTÓDIO, R.J.M.; SANTOS, V.F. Eficiência reprodutiva em genótipos de amendoim e correlação fenotípica entre caracteres ligados ao ginóforo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n.3, p.617-622, 2000.

SANTOS, R.C.; GODOY, J. I.; FAVERO, A.P. Melhoramento do amendoim. In: SANTOS, R.C. **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 123-192.

SANTOS, R.C.; FARIAS, F.J.C.; REGO, G.M.; SILVA, A.P.G.; FERREIRA FILHO, J.R.; VASCONCELOS, O.L.; COUTINHO, J.L.B. Estabilidade fenotípica de cultivares de amendoim avaliados na região nordeste do Brasil. **Agrotecnologia e Ciência**, v.23, n.4, 1999.

SANTOS, R.C.; MORAES, J. de S.; GUIMARÃES, M.B. Caracteres de floração e reprodução em genótipos de amendoim do tipo ereto, ramador e decumbente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.12, p.1257-1262, 1997.

SANTOS, R.C.; REGO, G.M.; SANTOS, C.A.; PEIXOTO, A.S.; MELO FILHO, P.A.; MORAES, T.M.G.; SUASSUNA, T.F. **Recomendações técnicas para o cultivo do**

amendoim em pequenas propriedades agrícolas do Nordeste brasileiro.

Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 7p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 102).

SIKINARUM, J.; JAISIL, P.; JOGLOY, S.; TOOMSAM, B.; KESMALA, T.; PATANOTHAI, A. Heritability and correlation for nitrogen fixation and related traits in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Pakistan Journal of Biological Science**, v.10, n.12, p.1956-1962, 2007.

UPADHYAYA, H.D.; MALLIKARJUNA SWAMYA, B.P.; SWAMYB, P.V.; KENCHANA, B.Y.; KULLAISWAMYB, S.S. Identification of diverse groundnut germoplasm through multienvironment evaluation of a core collection for Asia. **Field Crops Research**, v.93, p.293–299, 2005.

VARA PRASSAD, P.V.; CRAUFURD, P.Q.; SUMMERFIELD, R.J. Sensitivity of peanut to timing of heat stress during reproductive development. **Crop Science**, v.39, p.1352–1357 1999.

Tabela 1. Estimativa dos componentes da variância genotípica, fenotípica, ambiental e herdabilidade no sentido restrito na população segregante de amendoim pelo método do REML para os caracteres número de vagens por planta (NVP), número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos totais no terço inferior (NGTI) e altura da haste principal (AHP) em Abreu e Lima e Goiana, PE, 2009.

*Significativo a ($P < 0,05$).

Descritor	Abreu e Lima				Goiana			
	σ^2_g	σ^2_f	σ^2_a	$h^2\%$	σ^2_g	σ^2_f	σ^2_a	$h^2\%$
NVP	16,14*	4,31	42,39	25,80	14,05*	2,68	28,01	31,69
NGT	121,53*	28,06	333,91	25,18	67,92*	2,86	183,22	26,74
NGTI	97,13*	20,71	160,29	34,92	17,17*	4,23	100,02	14,13
AHP	25,73*	33,58	54,74	22,17	5,31*	5,67	73,40	6,29

Tabela 2. Efeitos genotípicos individuais preditos (BLUP) nas linhagens selecionadas de amendoim para os descritores: número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de ginóforos totais (NGT), número de vagens por planta (NVP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2)* para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009.

Linhagens	NGTI	NGT	AHP	NVP	$EF_1\%$	$EF_2\%$
L.35	20,13 (1)	17,58 (1)	1,07 (10)	6,49 (1)	37,38	44,94
L.43	14,47 (2)	11,71 (5)	-0,52 (54)	4,28 (4)	35,29	43,24
L.37	12,21 (3)	13,04 (2)	-0,53 (55)	4,56 (2)	36,66	48,53
L.76	11,48 (4)	8,60 (10)	-2,86 (67)	-0,58 (54)	32,93	49,00
L.16	10,59 (5)	6,38 (12)	-2,71 (58)	2,92 (9)	41,33	44,93
L.50	10,48 (6)	9,52 (7)	-0,05 (90)	2,60 (13)	34,37	41,77
L.14	9,83 (7)	14,92 (2)	1,43 (7)	4,30 (3)	33,64	53,73
L.31	9,23 (8)	9,57 (6)	-1,17 (46)	1,62 (20)	28,88	48,24
L.40	8,43 (9)	5,57 (13)	-3,39 (71)	0,42 (36)	29,00	41,03

L.49	8,22 (10)	8,99 (9)	-0,69 (59)	2,60 (12)	35,10	45,21
L.23	8,10 (11)	4,76 (17)	-1,81 (48)	0,24 (40)	29,16	52,31
L.52	7,46 (12)	9,26 (8)	3,45 (4)	4,26 (5)	41,05	52,63
L.62	6,71 (13)	5,52 (15)	-3,89 (82)	0,12 (46)	29,62	34,78
L.63	6,58 (14)	5,67 (13)	5,76 (1)	2,17 (15)	37,33	45,16
L.3	5,30 (15)	3,18 (3)	0,15 (18)	-0,11 (49)	28,57	41,81
Média dos progenitores	43,13	63,53	25,38	17,34	27,29	40,20
Média da população	41,50	49,26	25,63	18,42	37,39	44,38
Média das linhagens selecionadas	59,80	79,00	23,93	28,35	35,80	47,41

*EF₁: NVP/ NGT x 100 e EF₂: NVP/ NGTI x 100

Tabela 3. Efeitos genotípicos individuais preditos (BLUP) nas linhagens selecionadas de amendoim para os descritores: número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de ginóforos totais (NGT), número de vagens (NVP) e média das eficiências reprodutivas (EF₁ e EF₂)* para as linhagens selecionadas em Goiana, PE, 2009.

Linhagens	NGTI	NGT	HAP	NVP	EF ₁ %	EF ₂ %
L.73	8,37 (1)	9,79 (1)	0,22 (24)	3,18 (7)	39,93	48,56
L.2	3,92 (2)	4,02 (9)	-0,25 (59)	4,04 (3)	38,52	48,98
L.60	3,82 (3)	8,00 (3)	0,04 (33)	3,22 (6)	39,85	43,87
L.67	3,40 (4)	9,94 (2)	0,08 (32)	-1,58 (67)	39,78	47,95
L.26	2,98 (5)	6,42 (4)	0,33 (22)	3,48 (5)	38,87	43,86
L.31	2,98 (6)	5,88 (7)	-0,54 (83)	2,46 (13)	35,89	45,56
L.54	2,06 (7)	6,11 (6)	0,65(10)	5,95 (1)	37,61	46,86
L.62	2,06 (8)	3,15 (11)	0,45 (16)	1,86 (21)	38,87	49,86
L.80	1,92 (9)	2,76 (14)	0,92 (3)	2,28 (15)	34,79	48,78
L.90	1,91 (10)	6,28 (5)	0,18 (26)	4,32 (2)	37,98	49,75
L.5	1,67 (11)	3,14 (12)	0,45 (18)	-0,51 (55)	35,82	44,92
L.22	1,52 (12)	2,36 (16)	-0,34 (64)	0,76 (18)	35,87	44,85
L.11	1,37 (13)	2,87 (13)	0,85 (4)	1,88 (34)	35,99	49,56
L.3	1,23 (14)	0,97 (30)	-0,29 (61)	2,22 (16)	33,98	43,93
L.71	1,21 (15)	3,72 (10)	-0,19 (49)	3,87 (4)	39,93	48,56

Média dos progenitores	44,14	65,08	28,66	20,22	31,07	45,81
Média da população	45,11	54,02	26,08	18,5	34,02	41,00
Média das linhagens selecionadas	49,06	61,60	29,33	21,50	34,90	43,82

*EF₁: NVP/ NGT x 100 e EF₂: NVP/ NGTI x 100

Tabela 4. Correlações de Pearson entre os descritores número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de ginóforos totais (NGT), número de vagens (NVP) e altura da haste principal (AHP) em Abreu e Lima (AL) e Goiana (GO), PE, 2009.

Descritores	Correlações de Pearson					
	NGT		NGTI		NVP	
	AL	GO	AL	GO	AL	GO
AHP	0,052	0,716	0,002	0,609	0,166	0,155
NGT			0,947	0,929	0,769	0,428
NGTI					0,769	0,522

CAPÍTULO III

CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA EM DESCRITORES ASSOCIADOS AO GINÓFORO DO AMENDOIM

Correlações e análise de trilha em descritores associados ao ginóforo do amendoim

Lucas Nunes da Luz⁽¹⁾, Roseane Cavalcanti dos Santos⁽²⁾ e Péricles de Albuquerque Melo Filho⁽³⁾

1. Biólogo, Departamento de Agronomia- Área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE. Rua D. Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos, Recife\PE, CEP: 52171-900. E-mail: lucasluss@yahoo.com.br

2. Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, Caixa Postal 174, 58.107-720, Campina Grande, PB. E-mail: caval@cnpa.embrapa.br

3. Eng. Agrônomo, Professor Associado do Departamento de Agronomia, UFRPE. E-mail: pericles@depa.ufrpe.br

Resumo – O presente trabalho teve por objetivo verificar entre os descritores de amendoim, número de ginóforos totais, número de ginóforos no terço inferior da planta, número de vagens maduras, altura da haste principal, eficiência reprodutiva (EF_1 e EF_2) via análise do coeficiente de correlação e coeficiente de trilha, os de maior contribuição na seleção para produção de vagens por planta. O experimento foi conduzido em Abreu e Lima, PE, em 2008, em condições de campo. O ensaio constituiu de 15 progênies $F_{2,3}$, resultantes do cruzamento entre a variedade BR 1 e a linha avançada CNPA 280 AM. O delineamento adotado foi blocos ao acaso com três repetições sendo os parâmetros genéticos processados pelo programa GENES. As linhagens de melhor desempenho para eficiência reprodutiva foram L.8 e L.11. Pela análise de trilha, o descritor número de ginóforos no terço inferior da planta mostrou maior possibilidade de seleção para produção de vagens.

Palavras chave: *Arachis hypogaea*, eficiência reprodutiva, seleção indireta.

Correlations and path analysis in traits related to the peg in peanut

Abstract - The present work had for objective to verify between the descriptors total number of pegs, pegs located at lower third of the plant, main axis height and number of pods per plant, reproductive efficiency (EF_1 e EF_2), through the coefficient of genotypic correlation and of the coefficient of path analysis contribution in the selection for production of pods per plant. The experiment was lead in Abreu e Lima, in 2008, in field conditions. The assay consisted of 15 $F_{2:3}$ lines, resultants of the crossing between variety BR 1 and advanced line CNPA 280 AM. The adopted experimental delineation was blocks to random with three repetitions. The genetic analysis of variance and parameters had been processed by the program GENES. The evaluated lines biggest related for reproductive efficiency L.8 and L.11. The path analisys showed that of descriptors pegs located at lower third of the plant offers more than chance of selection for yield pods.

Key words: *Arachis hypogaea*, reproductive efficiency, indirect selection.

Introdução

O amendoim cultivado *Arachis hypogaea* (L.) é uma leguminosa herbácea que apresenta uma característica peculiar ao gênero que é a formação subterrânea dos frutos cujas vagens desenvolvem-se após a fertilização da flor por meio de uma estrutura fibrosa denominada ginóforo ou “peg”. Os ginóforos, que são dotados de geotropismo positivo, levam entre quatro e sete dias para surgir, alongando-se a seguir até penetrar o solo para desenvolver a vagem (Santos et al. 2000).

A produção efetiva do amendoim é consideravelmente dependente do período de floração e da viabilidade do ginóforo. Por se encontrarem em todas as hastes da

planta, os ginóforos atingem alturas diferenciadas de modo que nem todos eles conseguem desenvolver a vagem em tempo hábil ou por estarem distantes da superfície do solo ou devido ao ciclo ininterrupto de floração da planta que começa a entre 25 e 30 dias após a emergência, prolongando esta fase até o final do ciclo. De acordo com alguns autores, no final do ciclo, cerca de 30% das vagens são perdidas por não atingirem o estágio de maturação completa (Santos et al. 2000; Santos e Godoy 1999).

Nos programas de melhoramento conduzidos com amendoim a seleção de linhagens produtivas baseadas no aspecto fenotípico das vagens torna-se difícil devido a condição hipógea dos frutos. Por isso, a escolha de descritores associados diretamente ou indiretamente a produção é de grande contribuição para o melhorista, especialmente quando se trabalha com populações divergentes ou segregantes.

As análises de correlação servem bem a este propósito uma vez que o conhecimento da natureza e magnitude das interrelações entre os descritores são úteis não apenas para definir o potencial de seleção do caráter isolado como também as implicações que ocorrem em um determinado caráter em função da seleção praticada em outro (Cruz e Regazzi 1997). Segundo Santos et al. (2000), a importância da correlação entre caracteres no melhoramento genético reside no fato de se poder avaliar o quanto da alteração de um caráter pode afetar os demais no decurso da seleção. Contudo, estratégias de seleção baseadas apenas nas correlações entre dois descritores podem conduzir a erros, pois, sua associação pode estar vinculada a uma terceira variável ou mesmo a grupo de caracteres (Cruz e Carneiro 2003).

A aplicabilidade das correlações é bem mais entendida a partir da análise de trilha ou de caminamento (*path analysis*) que permite o desdobramento das correlações simples em efeitos diretos e indiretos sendo, portanto, uma ferramenta de grande utilidade nos programas de melhoramento de várias culturas (Gomes et al. 2007; Vieira et al. 2007; Gomes e Lopes 2005). Na literatura, vários trabalhos têm demonstrado a contribuição das análises de correlação nos processos seletivos do amendoim baseando-se em descritores vegetativos e reprodutivos (Lakshmaia et al. 1983; Santo et al. 2000; Gomes e Lopes 2005).

Nesse trabalho, procedeu-se a um estudo de correlações e do emprego do

coeficiente de trilha em linhagens de amendoim, envolvendo descritores relacionados com o ginóforo, com o objetivo de definir através dos efeitos diretos e indiretos os de maior contribuição para ser utilizados nos trabalhos de seleção visando maior produção de vagens.

Material e Métodos

Quinze linhagens oriundas do cruzamento entre os genótipos BR 1, tipo botânico Valência, e CNPA 280 AM, tipo botânico Spanish, foram cultivadas em regime de sequeiro, em Abreu e Lima, PE, entre os meses de Junho e Setembro de 2008. O solo característico do local é do tipo Neossolo, de textura franco-arenosa e ácido. A correção foi procedida aos 30 dias antes do plantio, colocando-se 1.5 t de calcário dolomítico/ha; a adubação química foi feita durante o plantio, utilizando-se 60 Kg/ha de Superfosfato simples e 20 kg/ha de KCl, seguindo recomendações sugeridas nos resultados da análise do solo. A fonte de nitrogênio foi suprida com esterco de curral curtido (2 kg/m²). As parcelas experimentais constituíram-se de duas fileiras de 6 m onde cada linhagem foi plantada no espaçamento de 0,70 x 0,20 cm, deixando-se uma semente cova. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso com 17 tratamentos (15 linhagens + 2 cultivares) e três repetições. O manejo da cultura seguiu de acordo com as recomendações descritas em Santos et al. (2006), sendo a colheita realizada entre 87 e 100 dias após o plantio. Durante o cultivo, as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram de 23,9°C e 75%. O total de precipitação pluvial durante o ciclo da cultura foi 819 mm (ITEP 2008).

As variáveis registradas foram número de ginóforos totais (NGT), coletados a partir da haste principal e dos ramos laterais, número de ginóforos situados no terço inferior da planta (NGTI), considerando-se a haste principal e os ramos laterais, altura da haste principal (AHP) e número de vagens maduras/planta (NVM). Com base na relação NVP/NGT, estimou-se a eficiência reprodutiva (EF₁), conforme descrito em Santos et al. (1997). Contudo, em Santos et al. (2000), os autores

reportamram correlação positiva NVM e o NGTI. Assim, outra medida de eficiência reprodutiva (EF_2) foi tomada considerando-se essa relação visando orientar o melhorista na escolha do descritor mais responsivo para efeitos de seleção. Os dados foram coletados em 15 plantas selecionadas aleatoriamente na parcela experimental. Na análise de trilha a variável NVM foi tomada como principal e as demais como variáveis dependentes explicativas.

As análises de variância e de correlações foram processadas pelo aplicativo computacional GENES, versão 2007 (Cruz 2006). A matriz de correlação genotípica utilizada para análise de trilha foi testada quanto à multicolinearidade resultando em valor ($N > 100$), classificada como forte segundo Montgomery e Peck (1981). Neste caso, procedeu-se a análise e trilha usando o procedimento “análise de trilha sob colinearidade” do programa Genes, ajustando-se os valores da matriz de correlações pela menor constante k oferecida pelo programa.

Resultado e Discussão

Os resultados obtidos quanto ao desempenho das linhagens para as variáveis analisadas encontram-se na Tabela 1. Verificou-se diferença estatística significativa entre as linhagens para todos os descritores avaliados, evidenciando a existência de variabilidade genética. Considerando-se a eficiência reprodutiva (EF_1) das linhagens baseadas no NGT e NVM verifica-se que L5, L8, L9, L11, L12, L13 e L14 destacaram-se entre as demais, superando a média para EF_1 .

Correlações positivas e altamente significativas foram encontradas entre NGT x NVM, sendo a fenotípica de 0,743 e a genotípica de 0,746 (Tabela 2). Mallikarjuna Swamy et al. (2003), estudando 21 descritores em acessos de amendoim pertencentes às subespécies *fastigiata* e *hypogaea*, observaram correlação fenotípica de alta magnitude entre NGT x NVM (0,94). Nigam et al. (1984), também verificaram alto valor de correlação fenotípica entre NGT e NVM (0,88) em acessos dos tipos Spanish, Ramador e híbridos. Estes dados corroboram com os resultados ora obtidos, confirmando mais uma vez o significativo valor elevado da correlação positiva entre NGT e NVM.

Considerando-se, agora, a eficiência reprodutiva (EF_2) baseadas no NGTI e NVM, observa-se que L.8 e L.11 não diferem entre si, mas diferem das demais linhagens (Tabela 1). Ao se conjugar a informação EF_1 e EF_2 , vê-se que a linhagem L.8 apresenta a melhor perspectiva de seleção, inclusive se destacando com o maior NVM. Verificou-se também a inexistência de correlação entre AHP x NGTI, porém, na literatura, reporta-se que quanto mais baixa a haste principal da planta do amendoim maior é o número de ginóforos situados no terço inferior da planta (Lakshmaiah et al. 1983; Santos et al. 1997; Mallikarjuna Swamy et al. 2003) e, por conseguinte, maior a sua eficiência na formação de frutos (Santos et al. 2000). Correlações fenotípica e genotípica positivas, ambas de alta magnitude, foram verificadas entre NVM x NGTI (r_F : 0,881 e r_G : 0,882). Contudo, sendo a correlação genética de maior importância nos programas de melhoramento por representar a variação de ordem genética na presente na população.

Santos et al. (2000), estudaram a correlação fenotípica entre descritores ligados ao ginóforo de vários acessos de amendoim e também não encontraram correlação entre NGTI x AHP, porém, encontraram correlação positiva entre NGT x AHP. Os autores verificaram ainda correlação positiva entre EF (eficiência reprodutiva) x NGTI e negativa entre EF X NGT, ressaltando que embora o descritor NGTI seja laborioso, é de maior contribuição na seleção de genótipos com maior habilidade em transformar ginóforos em vagens, especialmente em populações segregantes.

Os valores obtidos no desdobramento das correlações gerados a partir da análise de trilha encontram-se na Tabela 3. Verificou-se que entre os descritores associados ao NGT sobre a variável principal NVM seu efeito direto (0,109) é baixo indicando resposta limitada nos trabalhos de melhoramento. Em casos como esse Vencovsky e Barriga (1992), concluem que os fatores indiretos devem ser considerados simultaneamente nos processos de seleção. Com base nessa afirmação pode-se atribuir ao efeito indireto via NGTI (0,610) a principal causa da correlação entre NGT e NVM (Tabela 3). Já no desdobramento da correlação para o descritor NGTI o efeito direto sobre NVM é o de maior magnitude, sendo, portanto, o que mais contribui nos processos de seleção (Tabela 3). Com relação às estimativas do coeficiente de trilha para AHP, verificou-se que os valores obtidos tanto para os

efeitos diretos ou indiretos foram baixos para todas as vias de associação, confirmando a baixa magnitude das correlações verificadas na Tabela 2.

Na literatura, vários trabalhos com amendoim demonstram falta de associação entre a altura da planta e os descritores relacionados à produção de vagens. Khan et al. (2001) analisaram as correlações genéticas e os coeficientes de trilha entre vários descritores ligados à produção em 70 acessos de amendoim cultivado e exótico e verificaram que a altura da planta não se correlaciona nem com o número nem com a produção de vagens/planta, contudo, verificou-se correlação negativa significativa com o peso das sementes. No desdobramento das correlações, os autores alegam que, para a população em estudo, o efeito direto da altura sobre a produção da planta foi negativo devido a influencia indireta do peso das sementes.

Kotzamanidis et al. (2006) estudaram a correlação entre 21 descritores em linhagens segregantes de amendoim obtidas do cruzamento: Virginia x Virginia, Valencia x Valencia, Virginia x Spanish e Virginia x Valencia. Os autores verificaram que entre todas as combinações estudadas com as linhagens de cada grupo, apenas entre Virginia x Virginia houve correlação positiva entre altura da e produção de vagem, sendo isso justificado devido ao hábito de crescimento rasteiro das linhagens, cuja haste principal geralmente situa-se abaixo dos 20 cm. Para sucesso em programas de melhoramento de amendoim, os mesmos autores recomendam que a escolha dos progenitores seja baseada no tamanho das sementes, ginóforos mais próximos da raiz principal e com maior peso das vagens.

No presente trabalho, a análise de trilha mostrou que o descritor NGTI é o mais indicado para os trabalhos de seleção em amendoim que visem elevar o número de vagens por planta, pois, sua localização próxima ao solo é determinante na formação da vagem, sendo as linhagens L.8 e L.11 as que apresentaram os melhores níveis de eficiência reprodutiva EF_1 e EF_2 , se mostrando mais aptas a transformar ginóforos em vagens maduras.

Para fins de seleção em programas de melhoramento do amendoim, Santos et al. (2005) adicionam a estas características o fator precocidade, tanto para inicio da floração quanto para final da maturação das vagens. Para ambientes com

irregularidades hídricas, a inclusão destas características pode ser o diferencial para o estabelecimento da produção.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento em nível Pessoal\CAPES pela bolsa de estudos e à Embrapa-Algodão pelo financiamento da pesquisa.

Referências

Cruz CD (2006) **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. Editora UFV, Viçosa, 648p.

Cruz, CD e Carneiro PCS (2003) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas**. Editora UFV, Viçosa, 585p.

Cruz CD e Regazzi AJ (1997) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 390p.

Gomes RLF e Lopes ACA (2005) Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 5: 105-112.

Gomes CN, Carvalho SP, Jesus AMS, Custódio TD (2007) Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: (8)1121-1130.

ITEP. Instituto de Tecnologia do Estado de Pernambuco. Laboratório de Meteorologia de Pernambuco\LAMEP. Disponível em: <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. Acesso em: 10/01/2008.

Khan A, Bano A, Malik NJ (2001) Relationship in various yield traits of exotic groundnut genotypes under moisture stress condition in Swat, Pakistan. **Journal of Biological Sciences** 1: (1) 24-26.

Kotzamanidis ST, Stavropoulos N, Ipsilandis CG (2006) Correlations studies of 21 traits in F2 generation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Pakistan Journal of Biological Science** 9: (5) 929-934.

Lakshmaiah B, Reddy PS, Reddy BM (1983) Selection criteria for improving yield in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Oleagineux** 38: 607-611.

Mallikarjuna Swamy BP, Upadhyaya HD, Goudara PVK, Kullaiswamy BY (2003) Phenotypic variation for agronomic characteristics in a groundnut core collection for Asia. **Field Crops Research** 84: 359-370.

Montgomery DC, Peck EA (1981) **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley e Sons, 504p.

Nigam SN, Dwivedi SL, Sigamani TSN (1984) Character association among vegetative and reproductive traits in advanced generation of inter-subspecific and intrasubspecific crosses in peanut. **Peanut Science** 11: 95-98.

Santos RC, Custodio RJM, Santos VF (2000) Eficiência reprodutiva em genótipos de amendoim e correlação fenotípica entre caracteres ligados ao ginóforo. **Ciência e Agrotecnologia** 24: (3) 617-622.

Santos RC, Godoy I.J (1999) Hibridação em Amendoim. In: Borém A (ed.) **Hibridação Artificial de Plantas**. Editora UFV, Viçosa, p. 83-100.

Santos RC, Godoy JI, Favero AP (2005) Melhoramento do amendoim. In: Santos RC (ed.) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 123-192.

Santos RC, Moraes JS, Guimarães MB (1997) Caracteres de floração e reprodução em genótipos de amendoim do tipo ereto, ramador e decumbente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 32: (12) 1257-1262.

Santos RC, Rego GM, Santos CA, Peixoto AS, Melo Filho PA, Moraes TMG, Suassuna ATF (2006) **Recomendações técnicas para o cultivo do amendoim em pequenas propriedades agrícolas do Nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 7p.

Vencovsky R, Barriga P (1992) **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 486p.

Vieira EA, Carvalho FIF, Oliveira AC, Martins LF, Benin G, Silva JAG, Coimbra J, Martins AF, Carvalho MF, Ribeiro G (2007) Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência** 13: 169-174.

Tabela 1. Modelo da análise de variância e comparação entre as médias pelo teste de Tukey ($P>0,01$) para os descritores em amendoim: número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de vagens por planta (NVM), altura da haste principal (AHP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2) para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009.

FV\Genótipo	G	QM					AHP (cm)
		NGT	NGTI	NVM ¹	EF_1 (%)	EF_2 (%)	
Blocos	2	39,03	39,20	0,26	18,84	20,65	13,95
Genótipos	16	580,22*	548,36*	1,85*	150,90*	137,34*	144,41*
Resíduo	32	7,63	9,91	0,02	0,73	0,92	0,74
CV%		4,44	6,26	3,05	2,40	2,16	2,87
BR 1		75 a	57 b	23bc	31cd	31 de	31 d
280 AM		62 cd	54 bc	23 ab	37 b	43 c	24 ef
L.1		71 bc	66 a	18bc	25 de	27 ef	25 ef
L.2		38 fg	23 de	8d	21 e	35 d	36 c
L.3		71 bc	61 ab	17bc	24 de	28 e	36 c
L.4		64 cd	52 bc	13c	20 d	25 f	30 d
L.5		71bc	66 a	21ab	30cd	32 de	26 e
L.6		43 ef	35 d	12cd	27 d	34 d	17 h
L.7		67 cd	53 bc	15c	22 e	28 e	30 d
L.8		63 cd	51c	26 a	41 a	51 a	29 d
L.9		77 b	66 a	23 ab	30 cd	35 d	42 a
L.10		61 d	49 cd	17bc	28 d	35 d	40 ab
L.11		65 cd	50 c	25 a	38 b	50 a	29 d
L.12		63 cd	54 bcd	19b	31 cd	35 d	23 fg
L.13		66 cd	58 b	22 ab	33 c	38 cd	26 e
L.14		64 cd	56 b	23 ab	36 bc	41 c	39 eb

L.15	45 ef	36 d	13c	28 d	36 cd	22 g
Média	62	51	18	29	37	30

¹Transformado por \sqrt{x} .

Tabela 2. Correlações genótípicas e fenótípicas em amendoim entre os descritores número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de vagens por planta (NVM), altura da haste principal (AHP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2) para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009.

	Correlação	NGT	NGTI	NVM	AHP
NGT	r_G	1	0,912**	0,746**	0,315 ^{NS}
	r_F	1	0,911**	0,743**	0,315 ^{NS}
NGTI	r_G		1	0,882**	0,227 ^{NS}
	r_F		1	0,881**	0,225 ^{NS}
NVM	r_G			1	0,114 ^{NS}
	r_F			1	0,111 ^{NS}

^{NS} – não significativo; ** - significativo ($P > 0,01$).

Tabela 3. Análise do coeficiente de trilha entre os descritores de amendoim: número de ginóforos totais (NGT), número de ginóforos no terço inferior da planta (NGTI), número de vagens por planta (NVM), altura da haste principal (AHP) e média das eficiências reprodutivas (EF_1 e EF_2) para as linhagens selecionadas em Abreu e Lima, PE, 2009.

Vias de Associação	Coeficiente de Trilha Genotípico		
	Efeito direto	Efeito indireto	Correlação
NGT			
Efeito direto sobre NVM	0,109		
Efeito indireto via NGTI		0,610	
Efeito indireto via AHP		0,003	
TOTAL			0,743
NGTI			
Efeito direto sobre NVM	0,669		
Efeito indireto via NGT		0,099	
Efeito indireto via AHP		0,002	
TOTAL			0,881
AHP			
Efeito direto sobre NVM	0,012		
Efeito indireto via NGT		0,034	
Efeito indireto via NGTI		0,151	
TOTAL			0,111

CONCLUSÕES GERAIS

1. Há variabilidade na população oriunda do cruzamento CNPA 280 AM x BR1 para seleção de plantas com maior potencial produtivo.
2. A predição dos valores genéticos individuais obtidos pelo BLUP auxilia melhor na seleção das melhores linhagens de amendoim no início do melhoramento do que as estimativas de herdabilidade para os descritores estudados.
3. As linhagens L.8 e L.11 são mais indicadas para seleção visando à produção, pois, apresentaram os melhores níveis de eficiência reprodutiva EF_1 e EF_2 , se mostrando mais aptas a transformar ginóforos em vagens maduras.
4. O descritor NGTI é o mais indicado nos trabalhos de seleção que visem elevar o número de vagens por planta, pois, sua localização próxima ao solo é determinante na formação da vagem.

ANEXOS

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE TRABALHOS NA REVISTA PAB

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico para publicação. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassar a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

Os trabalhos devem ser encaminhados por via eletrônica para: pab@sct.embrapa.br

A mensagem que encaminha o trabalho para publicação deve conter:

- * Título do trabalho.
- * Nome completo do(s) autor(es).
- * Formação acadêmica e grau acadêmico do(s) autor(es).
- * Endereço institucional completo e endereço eletrônico do(s) autor(es).

- * Indicação do autor correspondente.
- * Acima de quatro autores, informar a contribuição de cada um no trabalho.
- * Destaque sobre o aspecto inédito do trabalho.
- * Indicação da área técnica do trabalho.
- * Declaração da não-submissão do trabalho à publicação em outro periódico.

Cada autor deve enviar uma mensagem eletrônica, expressando sua concordância com a submissão do trabalho.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

Título

- * Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- * Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.
- * Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- * Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- * As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.
- * Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Nomes dos autores

- * Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- * O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- * São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- * Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- * Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- * O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- * Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- * Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.
- * O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.
- * Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- * O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- * A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- * Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- * Não devem conter palavras que componham o título.
- * Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução

- * A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- * Deve ocupar, no máximo, duas páginas.
- * Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- * O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- * A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- * Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- * Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- * Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- * Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- * Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- * Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- * Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- * Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.
- * Pode conter tabelas e figuras.

Resultados e Discussão

- * A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Deve ocupar quatro páginas, no máximo.
- * Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- * As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- * Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.
- * Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- * Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

- * As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- * Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- * As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- * O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- * Não podem consistir no resumo dos resultados.
- * Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- * Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- * A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- * Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- * A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- * Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.

- * Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- * Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- * Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- * Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- * Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- * Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BASTISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses e dissertações

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos,66). Disponível em <<http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=20>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

* Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

* A autocitação deve ser evitada.

Redação das citações dentro de parênteses

* Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

* Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

* Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

* Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

* Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

* Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

* Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

* Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- * Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.
- * No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- * Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

Tabelas

- * As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.
- * Devem ser auto-explicativas.
- * Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- * Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- * O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- * No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- * Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- * Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo; a coluna indicadora é alinhada esquerda.
- * Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- * Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em notade- rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- * Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.
- * Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- * As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

- * Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- * Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- * Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- * São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- * Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- * O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- * Devem ser auto-explicativas.

- * A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- * Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- * Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- * O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- * As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- * Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- * Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- * As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- * Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- * Devem ser gravadas no programa Word ou Excel, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- * Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- * No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- * Não usar negrito nas figuras.
- * As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- * Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

NOTAS CIENTÍFICAS

- * Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

APRESENTAÇÃO DE NOTAS CIENTÍFICAS

* A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

* Resumo com 100 palavras, no máximo.

* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

* Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

NOVAS CULTIVARES

* Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e validadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

APRESENTAÇÃO DE NOVAS CULTIVARES

* Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

* Resumo com 100 palavras, no máximo.

* Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

* deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

* A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

* A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.

* Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

OUTRAS INFORMAÇÕES

* Não há cobrança de taxa de publicação.

* Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

* O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

*São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

* Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

* Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61) 3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.

CBAB - CROP BREEDING AND APPLIED BIOTECHNOLOGY

Política geral e escopo da revista

A **CBAB - CROP BREEDING AND APPLIED BIOTECHNOLOGY** (ISSN 1518-7853)

- é a revista trimestral oficial da Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas (<http://www.sbmp.org.br>). O nome internacional abreviado é CROP BREED APPL BIOTECHNOL. A revista está indexada no ISI da Web of Science, AGRIS da FAO, CAB International Abstracts, Periódica, Scopus, Chemical Abstracts Service, Agrícola, Agrobase and Acervo Documental da Embrapa e destina-se à publicação de artigos científicos originais que possam contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do melhoramento e da agricultura. Os artigos deverão contemplar as pesquisas básica e aplicada em melhoramento de plantas perenes e anuais, nas áreas de genética, conservação de germoplasma, biotecnologia, genômica, citogenética, estatística experimental, sementes, qualidade de alimentos, estresse biótico e abiótico, e áreas correlatas. O artigo deve ser inédito, sendo vetada a submissão do mesmo a outro periódico. As opiniões e conceitos emitidos são de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente as idéias da Editoria. A Editoria, porém se reserva o direito de sugerir ou solicitar as modificações que se fizerem necessárias. A reprodução completa ou parcial dos artigos é permitida, desde que citada a fonte.

Informação para aquisição

Para associar-se à Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas ou adquirir exemplares avulsos da CBAB envie e-mail para cbab@ufv.br

Artigo

A **CBAB** publica artigo exclusivamente em inglês, porém faculta ao autor a possibilidade de submetê-lo em português para, após o aceite, providenciar a sua tradução. O ônus da tradução é de responsabilidade do autor, porém a **CBAB** <http://www.sbmp.org.br/cbab/siscbab/index.php>, clicando **Submission**. O sistema de gerenciamento de artigos solicitará o e-mail do autor correspondente e a geração de uma senha. **Os manuscritos deverão ser inseridos sem os nomes dos autores e seus endereços, os quais deverão ser disponibilizados em um formulário à parte.** Com seu e-mail e sua senha pessoal, o autor poderá acompanhar toda a tramitação do seu artigo. A avaliação do artigo será feita por revisores ad hoc especialistas, para auxiliar a Editoria quanto à decisão final de aceite, modificações

ou rejeição do mesmo. Ao autor responsável pelo artigo será fornecido, gratuitamente, um exemplar da revista. Separatas serão fornecidas a preço de custo pelo e-mail cbab@ufv.br.

O artigo completo deverá conter, preferencialmente, a seguinte sequência: title, abstract, key words, introduction, material and methods, results and discussion, acknowledgements, título, resumo, palavras-chave, references, and tables and black-and-white figures. Ilustrações coloridas serão permitidas, porém com ônus para o autor correspondente. A digitação deverá ser feita em Word for Windows versão 6.0 em diante, em fonte times new roman, tamanho 12, espaçamento duplo, formato A4, com margens de 20 mm e paginação consecutiva no topo à direita. O artigo não deverá exceder a 18 páginas, incluindo tabelas e figuras digitadas em páginas separadas (uma por página) ao final do texto. O Título deverá ser claro, conciso e refletir a essência do artigo. Escrito com a inicial maiúscula e posto a esquerda, não deve conter mais de 15 palavras digitadas em times new roman 14, bold. O Abstract, tanto quanto o Resumo, não deve exceder a 150 palavras. Um máximo de cinco palavras-chave (key words) será permitido. A introdução deve incluir uma breve revisão de literatura sobre o tema e os objetivos da pesquisa. O Material e Método deve ser redigido de modo que outro pesquisador possa repetir a experiência. Preferencialmente, Resultados e Discussão devem ser apresentados em conjunto, para maior dinâmica de leitura. Os agradecimentos devem ser sucintos, limitados a colaboradores efetivos e agências financiadoras. O Resumo deve ser precedido do título do artigo em português.

Cuidado com as Referências. Não citar resumos de eventos e nem artigos não publicados. Citar preferencialmente o artigo de tese, ao invés da própria tese. Esses cuidados darão maior credibilidade ao artigo e a revista. As citações feitas no texto pelo sobrenome do autor e ano (por exemplo, Liu 1998, Pereira and Amaral Júnior 2001, William et al. 1990) deverão ser ordenadas alfabeticamente no item Referências, seguindo os exemplos abaixo:

Artigos em periódicos:

Pereira MG and Amaral Júnior AT (2001) Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 1: 3-10.

Tese:

Resende MDV (1999) **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. PhD Thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 419p. (Somente teses recentemente publicadas)

Livro:

Ramalho MAP, Ferreira DF and Oliveira AC (2000) **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Editora UFLA, Lavras, 326p.

Capítulo de livro:

Sakiyama NS, Pereira AA and Zambolim L (1999) Melhoramento do café arábica. In: Borém A (ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Editora UFV, Viçosa, p. 189-204.

Congresso:

Frey KJ (1992) Plant breeding perspectives for the 1990s. In: Stalker HT and Murphy JP (eds.) **Proceedings of the Symposium on Plant Breeding in the 1990s**. CAB, Wallingford, p. 1-13.

A **CBAB** publica ainda outras modalidades de trabalhos, todos submetidos ao crivo de revisores ad hoc, do mesmo modo que os artigos.

Revisões

As Revisões, também limitadas a 18 páginas digitadas, serão solicitadas pela Editoria a(os) autor(es) consolidados nas pesquisas que envolvem o tema da

revisão. Elas serão elaboradas com o objetivo de lançar luz a um tema instigante que mereça uma análise aprofundada sobre o seu estado-da-arte.

Notas

As Notas são limitadas a 12 páginas digitadas e destinadas a informar pesquisas ou observações novas, para as quais as ferramentas analíticas não se aplicam. Elas podem focar tema de amplo interesse; relato curto de uma pesquisa original; relato de pesquisa participativa; observações de especial interesse nas áreas de pesquisa, ensino, extensão; lançamento de um novo software relacionado com a área de melhoramento.

Programas de melhoramento

Programas de melhoramento inovadores ou que se destaquem pela eficiência, impacto e/ou continuidade poderão ser retratados na **CBAB**, limitados a 18 páginas digitadas.

Lançamento de cultivares

Os novos cultivares merecerão uma seção especial pela importância que representam para o melhoramento e, por conseguinte, para a agricultura nacional. A seção Lançamento de novos cultivares deverá conter abstract, limitado a 50 palavras, introdução, métodos de melhoramento utilizados, características de desempenho, produção de sementes básicas e um mínimo de referências, tabelas e figuras. Todo o texto ficará limitado a 12 páginas digitadas.

Resenha de livro

Esta nova seção foi criada para anunciar novos livros relacionados ao melhoramento de plantas. A contribuição para essa seção se dará mediante envio, pelo autor, de dois exemplares da obra. O livro será encaminhado para um revisor especializado, escolhido pela Editoria, para elaborar a resenha.

Pontos de vista

Pontos de vista, assim como as revisões, serão elaborados para a **CBAB** a convite da Editoria, para retratar temas de interesse dos melhoristas e da sociedade.

Cartas

Cartas breves, também de interesse geral, serão aceitas para publicação. A Editoria se reserva o direito de editar as cartas por limitações de espaço e clareza de exposição.

Autores de artigos na **CBAB - CROP BREEDING AND APPLIED BIOTECHNOLOGY** terão como benefícios:

- Submissão e revisão de artigos eletronicamente
- Rápida publicação: tempo médio de 7 meses
- Artigos disponibilizados em pdf na WEB