

**RAMON ARAUJO DE VASCONCELOS**

**ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA  
EM GENÓTIPOS DE AMENDOIM RASTEIRO PARA CULTIVO NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

**RECIFE**

**2013**

**RAMON ARAUJO DE VASCONCELOS**

**ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA  
EM GENÓTIPOS DE AMENDOIM RASTEIRO PARA CULTIVO NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

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

Orientação:

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

Co-orientação:

Dra. Roseane Cavalcanti dos Santos,  
*Pesquisadora Embrapa Algodão*

M.Sc. Lucas Nunes da Luz  
*Melhorista de Plantas*

RECIFE

2013

**ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA  
EM GENÓTIPOS DE AMENDOIM RASTEIRO PARA CULTIVO NO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

**RAMON ARAUJO DE VASCONCELOS**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 25/04/2013

ORIENTADOR:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Péricles de Albuquerque Melo Filho

Professor Associado, DEPA, Área de Fitotecnia – UFRPE

EXAMINADORES:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Francisco José de oliveira

Professor Associado, DEPA, Área de Fitotecnia – UFRPE

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho  
Professor Adjunto, DEPA, Área de Fitotecnia – UFRPE

\_\_\_\_\_  
Dr. Roberto de Albuquerque Melo  
PNPD/CAPES/FACEPE- UFRPE

RECIFE  
ABRIL/2013

## **DEDICATÓRIA**

A Meus Pais,

Maria José Araujo de Vasconcelos e

José Ivanildo de Vasconcelos,

pelo amor, apoio e ensinamentos que me guiaram até aqui,

## **OFEREÇO**

À Marina Pessoa de Farias Rodrigues, minha  
esposa, que esteve ao meu lado em cada desafio,

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e anjos protetores que através do sopro da intuição guiaram meus passos;

A meus orientadores Professores Péricles de Albuquerque Melo Filho e Roseane Cavalcanti dos Santos, que como verdadeiros pais me incentivaram, ensinaram, deixando a caminhada mais suave;

Aos amigos Lucas Luz e Felipe Matheus, que com paciência colaboraram na execução deste trabalho;

Ao Pesquisador da Embrapa Napoleão Esberard de Macedo Beltrão, pelo apoio e incentivo;

Ao meu “Pé de Castanhola”, família, que através de suas raízes, folhas e frutos me deram sustentação, luz e vitórias; Aos meus irmãos Adnan, Lunara, Tércio e Isa; e aos sobrinhos Vinícius, Eduarda e Luna;

À minha família Cearense, Gláucia, Monick e Marina Pessoa;

Aos colegas do LABEG, Gerkson, Roberto, Augusto, Isabel, Yrlânia, Kaliny, Jackellyne, Nilson, Elaine, Jéssica, Rosana e em especial ao “Coronel Ivaldo”, pelos sábios ensinamentos.

Aos colegas da Embrapa, Gildo Araujo, Tarcísio Gondim, Everaldo Lima, Carlos Antônio, Célio Abdala, Carlos Alberto, Luiz Veras, Jalmi Guedes, Rosa Freire, Liziane Lima, Nair Arriel e João Luis.

Aos Mestres e colegas da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela partilha do “saber”;

Aos meus grandes amigos e demais que contribuíram com essa vitória.

A UFRPE, EMBRAPA, BNB e REPENSA pelo apoio institucional e financeiro,

Muito Obrigado.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II: STABILITY AND ADAPTABILITY OF RUNNER PEANUT GENOTYPES BASED ON NON-LINEAR REGRESSION AND AMMI

**Figure 1.** Genotypes distribution in different environment to pod (left) and seed (right) yield based on analyzed by visual inspection by AMMI2 biplot. 33  
G1- BRS Pérola Branca, G2- LB308, G3- LB408, G4- IAC Caiapó, G5- Florunner, G6- LGoPE-06, G7- LViPE-06; A1- Petrolina, PE, 2008, A2- Monteiro, PB, 2007, A3- Barbalha, CE, 2008, A4- Barbalha, CE, 2007, A5- Colinas, MA 2009, A6- São João do Piauí, PI 2009, A7- Abreu e Lima, PE 2007, A8- Monteiro, PB 2008, A9- Barbalha, CE 2009 (trial 1), A10- Barbalha 2009 (trial 2), A11- Coruripe, AL 2009.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL

<b>Tabela 1.</b> Produção mundial de óleo de plantas oleaginosas	13
<b>Tabela 2.</b> Produção mundial de grãos das principais oleaginosas comerciais	14

### CAPÍTULO II: STABILITY AND ADAPTABILITY OF RUNNER PEANUT GENOTYPES BASED ON NON-LINEAR REGRESSION AND AMMI

<b>Table 1.</b> Environmental data from peanut trails carried out Northeast region, Brazil.	29
<b>Table 2.</b> Genealogy and agronomic traits of peanut genotypes.	29
<b>Table 3.</b> Joint ANOVA of peanut genotypes evaluated in different environments as to pod and seed yield and auto values obtained by principal components.	32

**Table 4.** Stability parameters based on Toller & Burrows (1998) methodology to pod and seed yields in runner peanut genotypes. 34

### **CAPÍTULO III: CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA ASSOCIADOS AOS TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA EM AMENDOIM RASTEIRO**

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância dos dez descritores analisados. 46

**Tabela 2.** Coeficiente de correlação genotípica para descritores ligados a produção de óleo em amendoim, Barbalha, CE, 2012. 47

**Tabela 3.** Estimativa dos efeitos diretos (ED) e indiretos (EI) das correlações genéticas em amendoim sobre a variável principal Teor de Óleo (O) em amendoim, Barbalha, CE, 2012. 50

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	VI
LISTA DE TABELAS .....	VI
RESUMO.....	X
ABSTRACT .....	XI
CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1.1 Importância econômica do amendoim.....	13
1.2 Melhoramento genético do amendoim .....	15
1.3 Método AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis)....	16
1.4 Importância das correlações no processo seletivo.....	17
2. Referências .....	20
CAPÍTULO II- STABILITY AND ADAPTABILITY OF RUNNER PEANUT GENOTYPES BASED ON NON-LINEAR REGRESSION AND AMMI.....	24
Abstract.....	25
Resumo:.....	26
Introduction.....	27
Material and methods.....	29
Results and discussion.....	32
Conclusions.....	37
References .....	38

CAPÍTULO III- CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA DE CARACTERES ASSOCIADOS AOS TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA EM AMENDOIM RASTEIRO.....	40
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
INTRODUÇÃO .....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
CONCLUSÕES .....	51
REFERÊNCIAS.....	53
ANEXOS.....	56
Instruções para submissão de trabalhos na Revista PAB (Pesquisa Agropecuária Brasileira).....	56
Instruções para submissão de trabalhos na Revista Ciência Agronômica.....	68

## RESUMO

O amendoim tem grande importância econômica e social para o nordeste brasileiro. Linhagens precoces mais produtivas são de grande importância para o incremento da produtividade. Estimou-se estabilidade e adaptabilidade da produção de vagens e de sementes de sete linhagens de amendoim rasteiro distribuídos em seis locais e três safras agrícolas, na região Nordeste, com base em metodologias de regressão não-linear e AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis*). Efeitos significativos de genótipos, ambientes e da interação genótipo x ambiente (GA) foram detectados nas análises indicando comportamento diferente entre os genótipos diante das condições favoráveis e desfavoráveis do ambiente. Entre os genótipos avaliados, BRS Pérola Branca e LViPE-06 foram os mais estáveis e adaptados ao ambiente semiárido, enquanto que LGoPE-06 é altamente dependente de ambiente favorável para expressar seu potencial para produção de vagens e sementes. Adicionalmente, utilizando-se de dados obtidos nos anos agrícola de 2010/11, estimaram-se correlações e as causas efeitos das associações entre descritores relacionados com a produção de óleo e de proteína por meio de análise de trilha. Dez descritores foram utilizados: altura da haste principal (AHP), número de ramos laterais (NRL), comprimento de ramos secundários (CRS), início da floração (IF), maturação completa da vagem (MCV), massa das vagens (MV), massa das sementes (MS), teor de óleo nas sementes (TO%), proteína bruta (PB) e produção de óleo (PO). Os descritores peso de vagem e peso de sementes apresentaram alta correlação com produção de óleo. Assim como os efeitos diretos da análise de trilha foram as principais vias explicativas da variável principal, produção de óleo.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea*. Melhoramento Vegetal. Análise de trilha. Estabilidade e adaptabilidade.

## ABSTRACT

Stability and adaptability of pod and seed yield in peanut-runner genotypes were estimated based on non-linear regression and AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis) methodologies. Yield data were obtained from eleven trials, distributed over six environments and three harvests in Northeast region (Brazil), during rainy season. Significant effects of genotypes, environments and GE interactions were detected in the analysis indicating different behaviors among genotypes as to favorable and unfavorable environmental conditions. Among genotypes evaluated, BRS Pérola Branca and LViPE-06 are more stable and adapted to semi-arid environment, while LGoPE-06 is highly dependent on favorable environments for expressing its pod and seed yield. Additionally, correlations and path coefficient associated with oil and protein content were estimated based on field data from 2010-11. Ten descriptors were used: main stem height (SH), number of lateral branches (LB), length of secondary branches (SB), days to flowering (DF), full pod maturation (FPM), weight of pods (WP), seed weight (SW), seed protein content (PT) and seed oil content (O). The traits PV and PS showed direct effect to increase the oil content, with high magnitude. The O x PB correlation was negative and, taking in account the absence of correlation between PB x PS and PV x PB, it is recommended to attend for the purpose of selection, to avoid discarding promising materials if they are intended for market fresh.

**Keywords:** *Arachys hypogaea*. Genetic improvement. Path coefficient. Stability and Adaptability.

## **CAPÍTULO I**

---

### **INTRODUÇÃO GERAL**

## 1. Introdução Geral

### 1.1 Importância econômica do amendoim

Originário da América Sul, o amendoim (*Arachis hypogaeae* L.), é uma das oleaginosas mais importantes em nível mundial, precedido pela soja, colza e algodão, as quais são responsáveis por mais de 400 milhões de toneladas anuais (USDA, 2013a). O Brasil, na safra 2012, produziu em torno de 84 milhões de toneladas de óleo de origem vegetal, sendo considerado um dos grandes expoentes neste segmento no mundo (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Produção mundial de óleo de plantas oleaginosas

País	Milhões de toneladas
Estados Unidos	91,34
Brasil	83,72
Argentina	59,82
China	55,80

Fonte: USDA, 2013a

No que concerne a produção mundial de grãos, na safra 2010/11 foram produzidos 36,57 milhões de toneladas de amendoim (**Tabela 2**), sendo China, Índia, EUA, Nigéria e Senegal os maiores produtores, respectivamente (USDA, 2013c).

O Brasil já foi um dos grandes produtores internacionais de amendoim, com área superior a 700,000 ha, nas décadas de 70-80 (FREITAS *et al.*, 2005). Na ocasião, o óleo era o principal produto, bastante utilizado nas indústrias oleoquímicas e alimentícias. A partir da década de 80, o declínio da lavoura se deu por motivos de mercado e fitossanitário, sendo substituída pela soja, que já tinha infraestrutura

econômica para geração de alimento e óleo estabelecidos (MELO FILHO; SANTOS, 2010).

Atualmente, a produção anual de amendoim no Brasil situa-se em 250-300 mil t., em uma área que gira em torno de 90-100 mil ha (IBGE, 2012). A maior parte da produção concentra-se na região Sudeste, com 75% da área plantada e cerca de 86% da produção nacional, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor. O restante da produção é distribuído nas regiões Sul, Nordeste e Centro Oeste, com manejo adotado, geralmente, por agricultores familiares.

**Tabela 2.** Produção mundial de grãos das principais oleaginosas comerciais

País	Milhões de toneladas
Soja	267,72
Colza	59,28
Algodão	43,93
Amendoim	36,57

Fonte: USDA, 2013b

O mercado de grãos de amendoim está muito diversificado em relação aos padrões da matéria-prima. A cor da película é um critério fundamental, dependendo do segmento de mercado. Para o mercado de consumo *in natura*, os grãos de película vermelha são os preferidos. Este mercado é atendido por cultivares do grupo Valência, de porte ereto e ciclo curto. Para o mercado de confeitaria ou oleoquímico, a maior demanda é por cultivares rasteiras, do tipo Runner, que possuem película clara, ciclo longo e elevado teor de óleo nas sementes (GODOY *et al.*, 1999; SANTOS; GODOY; FÁVERO, 2005).

As cultivares do tipo Runner são muito produtivas devido ao tamanho de seus grãos, geralmente longos ou extra longos. No Brasil, são exploradas comercialmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Na região Nordeste, contudo, tem havido uma demanda crescente por genótipos deste tipo no Cerrado baiano e no Semiárido pernambucano, para manejo em condições irrigadas (SANTOS *et al.*, 2007).

## 1.2. Melhoramento genético do amendoim

A espécie que representa o amendoim cultivado, *A. hypogaea*, é composta de duas subespécies distintas, a *hypogaea*, que corresponde aos tipos comercialmente conhecidos como “Virgínia ou Runner” e *fastigiata*, que representa o tipo Valência (VALLS, 2005).

O amendoim é um tetraplóide e reproduz, quase que exclusivamente por autogamia. A variabilidade existente entre os acessos vem das subespécies *hypogaea* e *fastigiata*, ambas amplamente utilizadas nos trabalhos de melhoramento via seleção ou hibridização (SANTOS *et al.*, 2005).

No Brasil, há atualmente, 25 cultivares em distribuição, a maioria desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, para a região Sudeste, e pela Embrapa, para o Nordeste. Entre as cultivares comerciais, as do tipo Runner se destacam pela elevada produção e alto teor de óleo. Trata-se, contudo, de genótipos de ciclo longo, entre 120 e 140 dias, e hábito de crescimento rasteiro, adaptados a colheita mecanizada. A exceção é a BRS Pérola Branca, lançada pela Embrapa, com ciclo de apenas 115 dias e com 52% de óleo. Como o mercado de amendoim rasteiro está em franco crescimento, é imprescindível a identificação de novos materiais para que se possa oferecer aos agricultores outras oportunidades de genótipos que se adequem ao seu agroecossistema.

A produção de uma cultivar é frequentemente condicionada aos efeitos ambientais. O efeito das interações genótipos x ambientes (G x A) pode direcionar a resposta de um determinado material a um ambiente mais ou menos favorável. Uma forma de minimizar esses efeitos é testar os genótipos em vários locais e anos, onde se torna possível estimar o material mais adaptado e estável às várias condições ambientais (GOMES *et al.*, 2007). Isso porque, o comportamento de cada genótipo gera uma resposta diferenciada em cada local em que ele está sendo avaliado, de modo que, quando analisado em conjunto, torna-se possível configurar o ambiente para o qual ele será recomendado. Alguns autores reportam que, mais importante do que detectar a presença de interações é considerar a sua natureza. Assim, a interação G x A pode ser simples, não causa mudanças na classificação dos genótipos entre ambientes e complexa, quando altera a classificação dos genótipos

entre ambientes (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; RAMALHO *et al.*, 1993; CRUZ; REGAZZI, 1997).

A interação simples indica a presença de genótipos adaptados a uma ampla faixa de ambientes; assim, a recomendação de cultivares pode ser feita de forma generalizada. A interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares; isto restringe a recomendação a ambientes específicos (VENCONVSKY; BARRIGA, 1992; GOMES, *et al.* 2007; SANTOS *et al.*, 2010; LUZ *et al.*, 2011).

Para estimar o grau de estabilidade e adaptabilidade de um novo material, a literatura oferece várias alternativas de modelos de modo a auxiliar o melhorista na indicação de cultivares de forma mais precisa e confiável. A diferença entre eles baseia-se nos procedimentos biométricos para medir os efeitos e magnitude das interações G x A.

Entre os modelos disponíveis, citam-se: a) os baseados na variância da interação G x A (Plaisted e Peterson, 1959; Wricke e Weber, 1986; Shukla, 1972; Magari e Kang, 1997); b) na regressão linear ((Finlay; Wilkinson, 1963; Eberhart; Hussell, 1966; Perkins; Jinks, 1968); c) na regressão linear múltipla (Verma *et al.*, 1978; Silva; Barreto, 1986; Cruz *et al.*, 1989; Storck; Vencovsky, 1994); d) nos modelos não lineares (Chaves *et al.*, 1989; Toler; Burrows, 1998; Rosse; Vencovsky, 2000); e) nos não paramétricos classificados genotipicamente (Hühn; 1996); f) no método multivariado baseado na análise dos componentes principais (Gauch; Zobel, 1996), entre outros.

### **1.3 Método AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis)**

O método AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Analysis) consiste em aplicar em um único modelo tantos componentes aditivos quanto componentes multiplicativos para efeitos da interação G x A (DUARTE e VENCOVSKY, 1999). A vantagem deste modelo é que ele detalha a interação G x A de forma mais precisa, requerendo uma estimação de efeitos principais por meio de análise de variância e paricionando os resíduos em um termo multiplicativo e um desvio do modelo (GAUCH; ZOBEL, 1996; ANICCHIARICO, 2002).

No modelo, a média e os efeitos de genótipos e ambientes são a parte aditiva, já a interação G x A, tida como multiplicativa é determinada por uma análise de componentes principais (ACP). Portanto, a ACP resume a interação G x A em poucos eixos, precisando de pouco grau de liberdade, o que torna o modelo bastante reduzido, descartando-se o resíduo adicional.

No princípio utilizado na análise AMMI os desvios de aditividade que são decorrentes do ajuste dos efeitos principais (genótipos e ambientes), não são considerados como totalmente resultante da interação G x A. Considera-se que estes desvios podem conter “ruídos” que não são decorrentes a resposta diferencial dos genótipos e ambientes. Assim, quando elimina-se esses ruídos, caracteriza-se melhor os fatores genéticos envolvidos na interação, sendo, portanto, possível descrever simultaneamente padrões de agrupamentos dos genótipos e dos ambientes e ainda determinar as relações adaptativas entre eles (GAUCH, 1992).

#### **1.4 Importância das correlações no processo seletivo**

Quando a seleção praticada entre determinado caráter é acompanhada pela variação de um outro, diz-se que houve associação entre elas. Sendo assim, o parâmetro genético que mede o grau desta associação entre dois caracteres é a correlação (RAMALHO *et al.*, 2008). O conhecimento das correlações genéticas ou fenotípicas é fundamental para o melhorista uma vez que estima o grau de associação entre os fatores herdáveis e direciona para qual descritor o esforço da seleção deve ser focalizado, principalmente quando este apresenta baixa herdabilidade e dificuldade de identificação (FALCONER, 1987; RAMALHO *et al.*, 1993; CRUZ; REGAZZI, 1997).

Ao se identificar a correlação fenotípica entre caracteres, o melhorista está identificando os fatores genéticos e ambientais, sendo estes fatores muito eficazes na seleção, mesmo que seja procedida indiretamente (HARTWIG *et al.*, 2006). Os caracteres podem estar correlacionados de duas diferentes formas: a) Geneticamente: quando ocorre pleiotropismo ou desequilíbrio de ligação e b) Fenotipicamente: quando duas variáveis associadas expressam esse caráter (FALCONER, 1987). Quando ocorre de um caráter de interesse do melhorista ser de

difícil identificação, ou mesmo de difícil mensuração, pode-se utilizar um caráter de alta herdabilidade associado a esse para uso de seleção direta (CARVALHO,1999).

Quando alguns genes aumentam a resposta de outros diz-se que houve correlação positiva. No caso contrário diz-se correlação negativa (RAMALHO *et al.*, 1993). Sendo assim quando as variáveis são favorecidas ou prejudicadas pela mesma causa de variação ela é positiva. No caso da negativa, uma variável é favorecida em detrimento da outra; neste caso, há de se tomar cuidado para não provocar mudanças drásticas em outros caracteres (FALCONER, 1987).

O fato de se ter na correlação simples dois descritores para um efeito, não impede deste estar associado a um terceiro ou mesmo a um conjunto de caracteres. Tal interrelação é possibilitada pelo coeficiente de trilha ou *path coefficient*, cuja análise permite o desdobramento de correlações em efeitos diretos e indiretos sobre um descritor principal. Os vários descritores em estudo relacionam-se de modo linear, envolvendo todos os fatores básicos (causas) e suas variáveis resultantes (efeitos).

A vantagem desse teste é que o melhorista tem uma melhor visão das associações existentes entre os caracteres estudados, reduzindo a possibilidade de erro interpretativo (WRIGHT,1921; KUREK *et al.*, 2001; CRUZ; CARNEIRO, 2003; DAHER *et al.*, 2004; VIEIRA *et al.*, 2007).

As primeiras análises de trilha foram realizadas por Dewey e Lu (1959) com plantas jovens de trigo (*Triticum* spp.). Daí em diante, vários melhoristas tem feito uso dessa metodologia para entender o sentido das correlações entre os caracteres em programas de melhoramento de várias culturas (SANTOS *et al.*, 2000; GOMES; LOPES, 2005; GOMES *et al.*, 2007; VIERA *et al.*, 2007).

Com amendoim, vários trabalhos tem sido descritos demonstrando o auxílio que as análises de correlação e *path coefficient* tem dado nos trabalhos de melhoramento, especialmente quando se trata de populações intraespecíficas. Phudenpa *et al.*,(2004) encontraram correlação positiva entre massa de nódulos fixadores de nitrogênio, massa de 100 sementes e número de vagens em uma população F2 oriunda de cruzamento entre os tipos Virgínia e Spanish. Luz, Santos e Melo Filho, (2011) conduziram uma análise de *path coefficient* em populações segregantes de amendoim, geradas a partir de cruzamentos intraespecíficos e verificaram que descritores associados aos ginóforos foram contributivos seleção

indireta, principalmente em fases iniciais do programa de melhoramento. Em alguns descritores em que o efeito da correlação é negativo, como teor de óleo x teor de proteína, o melhorista deve ficar atento para o sentido da seleção de modo a evitar que a seleção de um, desfavoreça a manutenção do outro na população, e com isso, reduza as perspectivas de sucesso no programa (DWIVEDI *et al.*, 1990; SANTOS *et al.*, 2000).

Considerando-se a necessidade de se gerar informações a respeito de indicações de cultivar e a contribuição de alguns caracteres para a seleção nos trabalhos de melhoramento, estimou-se os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade da produção de vagens e de sementes de amendoim rasteiro, por meio da metodologia AMMI e, adicionalmente, realizou-se análises de correlações e de trilha (*path coefficient*) baseando-se em descritores associados com produção de óleo e proteína, no amendoim visando identificar genótipos mais adaptados e características de seleção para o cultivo na região semiárida do nordeste.

## 2. Referências

- ANNICCHIARICO, P. Genotype x environment interaction. **Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. 108p.
- CARVALHO, C. G. P. *et al.* Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.4, p.603-613, 1999.
- CHAVES, L. J; VENCOVSKY, L; GERALDI, I. O. Modelo não linear aplicado ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.2, p.259-269, 1989.
- CRUZ, C. D; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v.2, 2003. 585p.
- CRUZ, C. D; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2º ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- CRUZ, C.D; TORRES, R.A. A; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n.3, p.567-580, 1989.
- DAHER, R.F *et al.* Análise de trilha de caracteres forrageiros do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Ciência Rural**, v.34, n.1 ,p.1531-1535, 2004.
- DEWEY, D. R; LU, K. H. A correlation path coefficient analysis of components of wheatgrass seed production. **Agronomy Journal**, v.51,n.1 , p.515-518, 1959.
- DWIVEDI, S.L. *et al.* Relationship of seed mass to oil and protein contents in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut Science**, v. 17, n. 2, p. 48-52, 1990.
- DUARTE, J. B; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI**. Sociedade Brasileira de Genética, 60p. (Série Monografias, 9), Ribeirão Preto, 1999.
- EBERHART, S. A; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**, Trad. SILVA, M.A. & SILVA, J.C. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.
- FINLAY, K. W.; WILKINSON G. N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.1, p.742-744, 1963.
- FREITAS, S. M. *et al.* Evolução do mercado brasileiro de amendoim: 1970-2000.In: **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação

Tecnológica, 2005. p. 389-419.

GAUCH, H. G; ZOBEL, R. W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M. S.; GAUCH, H. G. (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, v.4, p 85-122, 1996.

GAUCH, H.G. **Statistical analysis of regional yield trials**: AMMI analysis of factorial designs. Elsevier, New York, USA, 1992.

GODOY, I. J. *et al.* Melhoramento do Amendoim. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p. 51-94.

GOMES, C. N. *et al.* Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1121-1130, 2007.

GOMES R.L.F; LOPES A.C. A. Correlations and path analysis in peanut; **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, n.1, p.105-112, 2005.

HARTWIG, I. *et al.* Correlações fenotípicas entre caracteres agronômicos de interesse em cruzamentos dialélicos de aveia branca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p. 273-278, 2006.

HÜHN, M. Non-Parametric Analysis of Genotype x environment interaction by ranks. In: Kang, M.S.; GAUCH, H.G. Genotype-by-environment interaction. Boca Raton: **CRC Press**, 1996. p.235-270.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.25, n.08, p.1-88, 2012.

KUREK, A.J. *et al.* Capacidade combinatória como critério de eficiência na seleção de genitores em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4, p.645-651, 2001.

LUZ, L.N. ; SANTOS, R.C.; MELO FILHO, P. A . Correlations and path analysis of peanut traits associated with the peg. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** , v. 11, n. 1, p. 88-93, 2011.

MAGARI, R.; KANG, M. S. SAS Stable: stability analysis of balanced and unbalanced data. **Agronomy Journal**, v. 89, n.6, p. 929-932, 1997.

MELO FILHO, P.A; SANTOS, R.C. A cultura do amendoim no nordeste: situação atual e perspectivas. **Anais da academia pernambucana de ciência agrônômica**, Recife, vol.7, p.192-208, 2010.

PERKINS, J. M; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple line and crosses. **Heredity**, v. 23, n.4, p. 339-356, 1968.

PLAISTED, R.L; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations or seasons. **Am. Potato J.**, Washington, v.36, n.6 p. 381-385, 1959.

PHUDENPA, A. *et al.* Heritability and phenotypic correlation of traits related to N<sub>2</sub>-fixation and agronomic traits in peanut (*Arachis hipogaea* L.) **Journal Science Technology**, v.26, n.3, p.317-325, 2004.

RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. **Genética na Agropecuária**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2008. 463p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia: UFG, 1993. p.29-75.

ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.99-107, 2000.

SANTOS, R. C. *et al.* Produtividade de linhagens avançadas de amendoim em condições de sequeiro no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Impresso)**, v. 14, n.6, p. 589-593, 2010.

SANTOS, R.C., MELO FILHO, P.A; GOMES, L.R. **Produção de amendoim sob diferentes fontes de adubação na Zona da Mata de Pernambuco**. Campina Grande. Embrapa. 2007. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 85).

SANTOS, R.C.; GODOY, I.J.; FÁVERO, A.P. Melhoramento do amendoim. In: **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.123-190.

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

SHUKLA, G. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. **Heredity**; v.29, p.237-245, 1972.

SILVA, J. G. C; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, v. 41, n. 4, p.1093, 1986.

STORCK, L; VENCOVSKY, R. Stability analysis based on a bisegmented discontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, v.17, n.1, p.75-81, 1994.

WRICKE, G; WEBER,W.E. **Quantitative-Genetics and selection in Plant Breeding**. Walter de Gruyter, Berlin, 1986. 406p.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, n.3, p.557-585, 1921.

TOLER, J. E; BURROWS, P. M. Genotypic performance over environmental arrays: A nonlinear grouping protocol. **Journal of Applied Statistics**, v. 25, n. 1, p. 131-143, 1998.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+04%3a+Major+Oilseeds%3a+World+Supply+and+Distribution+\(Country+View\)++++&hidReportRetrievalID=703&hidReportRetrievalTemplateID=8](http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+04%3a+Major+Oilseeds%3a+World+Supply+and+Distribution+(Country+View)++++&hidReportRetrievalID=703&hidReportRetrievalTemplateID=8)>. Acesso em 07/01/2013a.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+13+Peanut+Area%2c+Yield%2c+and+Production++++&hidReportRetrievalID=918&hidReportRetrievalTemplateID=1>> Acesso em 07/01/2013b.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+01%3a+Major+Oilseeds%3a+World+Supply+and+Distribution+\(Commodity+View\)++++&hidReportRetrievalID=531&hidReportRetrievalTemplateID=5](http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+01%3a+Major+Oilseeds%3a+World+Supply+and+Distribution+(Commodity+View)++++&hidReportRetrievalID=531&hidReportRetrievalTemplateID=5)>. Acesso em 07/01/2013c.

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.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1992. 496 p.

VERMA, M.M; CHAHAL, G.S; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, n.2, p.89-91, 1978.

VIEIRA, E.A. *et al.*. Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n. 2, p.169-174, 2007.

## **CAPÍTULO II**

---

### **STABILITY AND ADAPTABILITY OF RUNNER PEANUT GENOTYPES BASED**

### **ON NON-LINEAR REGRESSION AND AMMI**

Roseane C. Santos, Alineaurea F. Silva, Tarcísio M. S. Gondim, José O. L. Oliveira Júnior,

Raimundo B. de Araújo Neto, Edvaldo Sagrilo, Ramon A. Vasconcelos, Pérciles A. Melo

Filho and João L. da Silva Filho

Artigo publicado na Revista Pesquisa Agropecuária

Brasileira, v.47, n.8, p. 1118-1124, agosto de 2012

**STABILITY AND ADAPTABILITY OF RUNNER PEANUT GENOTYPES BASED  
ON NON-LINEAR REGRESSION AND AMMI**

Roseane C. Santos, Alineaurea F. Silva, Tarcísio M. S. Gondim, José O. L. Oliveira Júnior,  
Raimundo B. de Araújo Neto, Edvaldo Sagrilo, Ramon A. Vasconcelos, Péricles A. Melo  
Filho and João L. da Silva Filho

**Abstract**

The objective of this work was to estimate the stability and adaptability of pod and seed yield in peanut-runner genotypes based on non-linear regression and AMMI methodologies (Additive main effects and multiplicative interaction). Yield data were obtained from eleven trials, distributed over six environments and three harvests in Northeast region (Brazil), during rainy season. Significant effects of genotypes, environments and GE interactions were detected in the analysis indicating different behaviors among genotypes as to favorable and unfavorable environmental conditions. Among genotypes evaluated, BRS Pérola Branca and LViPE-06 are more stable and adapted to semi-arid environment, while LGoPE-06 is highly dependent on favorable environments for expressing its pod and seed yield.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L., breeding, semi-arid adaptation, seed yield.

## **Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de amendoim rasteiro baseadas em regressão não linear e AMMI**

### **Resumo:**

O objetivo deste trabalho foi estimar a estabilidade e adaptabilidade da produção de vagens e de sementes de genótipos de amendoim rasteiro com base em metodologias de regressão não-linear e AMMI(Additive main effects and multiplicative interaction). Foram utilizados dados de produtividade de onze ensaios distribuídos em seis locais e três safras agrícolas, na região Nordeste, no período das águas. Efeitos significativos de genótipos, ambientes e da interação GA foram detectados nas análises indicando comportamento diferente entre os genótipos diante das condições favoráveis e desfavoráveis do ambiente. Entre os genótipos avaliados, BRS Pérola Branca e LViPE-06 são os mais estáveis e adaptados ao ambiente semiárido, enquanto que LGoPE-06 é altamente dependente de ambiente favorável para expressar seu potencial para produção de vagens e sementes.

Termos para indexação: *Arachis hypogaea* L., melhoramento, adaptação ao semiárido, produtividade de sementes.

## **Introduction**

High yield is the main goal of the most plant improvement program. Although yield traits are directed by a pool of major genes, the best performance of genotypes often depends on environment conditions, resulting in a strong GE interaction. A strategy to reduce this interaction is based on cultivar selection, considering the stability of production in different places since it can discriminate cultivars adapted to favorable and unfavorable environments.

According to Murakami et al. (2004), knowledge on the performance and/or adaptability of genotypes to particular environments is highly important to estimate the agronomical value of cultivars and allows the recommendation for specific environments. In addition, performance stability allows the identification of stable genotypes, with a predictable performance in the different environments

Several methodologies have been suggested for estimating the phenotypic adaptability and stability, which differ in the concepts and biometric procedures by which the GE interaction is measured. Some of them are based on simple linear regression or multiple linear regression, as well as on non-linear models, on multivariate methods such as the principal components analysis and methods that integrate the variance analysis of the principal component analysis, as AMMI (*Additive main effects and multiplicative interaction*) analysis, for example (Eberhart & Russel, 1966; Toler & Burrows, 1998; Pacheco et al., 2005; Oliveira & Godoy, 2007).

Linear regression is the model often used in the study of adaptability and stability, which are important strategies to cultivar recommendation. This methodology describes the average standard response of each genotype to environment, although it does not contribute to identify the main relationships of the real causes of GE interaction (Ferreira et al., 2006; Oliveira & Godoy, 2007).

As to Ferreira et al. (2006), there are some criticism among breeders as to linear regression models. Among criticisms, the authors reported about the dependence of environmental index of the mean performance of genotypes, and about the use of biased estimators of the regression coefficients, due to independent variable is measured with the error. A simple and bi-segmented models were proposed by Toller & Burrows (1998), which use indicator variables for favorable and unfavorable environments. In these models, environmental index is a parameter to be estimated and thus, is not dependent of the phenotypic means of the genotypic group.

Multivariate methods or both uni and multivariate methods are also used for estimating phenotypic stability. Among them, AMMI analysis, that integrates the variance analysis of the main effects, i.e. genotypes and environments, with the principal component analysis for the multiplicative effects of the GE interaction (Oliveira & Godoy, 2007). AMMI analysis can contribute to the identification of the most stable and productive genotypes and further recommendation of region-specific cultivars. Also, provide more precise estimates of genotypic responses and easy interpretation of the results in biplot graphs (Zobel et al., 1988). As to Toler & Burrows (1998), there are a relationship between both parameters of AMMI method and simple and bi segmented regression models. Ferreira et al. (2006) recommend simultaneous use of Toler & Burrows (1998) and AMMI model to estimates phenotypic stability.

The objective of this study was to estimates the adaptability and stability of pod and seed yield in peanut-runner genotypes based on non-linear regression and AMMI.

## Material and Methods

Trails were carried out in rainy season, during three years in six environments of Northeast region, Brazil (Table 1).

**Table 1.** Environmental data from peanut trails carried out Northeast region, Brazil.

Environment	Lat/ Long	Alt(m)	Climate	Total rain (mm)	Sowing	Soil
Petrolina (PE)	09°23'34"S;	376	Semi arid	187	May	Oxisol
Abreu e Lima (PE)	07°54'43"S;	19	Tropical	876	June	Entisol
Barbalha (CE)	07°18'18"S;	414	Semi arid	613	July	Vertisol
Monteiro (PB)	07°53'20"S; 37°07'	599	Semi arid	239	March	Oxisol
Colinas (MA)	06°01'33"S;	141	Tropical	1160	February	Entisol
S. J. do Piauí (PI)	08°21'29"S;	222	Semi arid	509	February	Oxisol

Late and earliness runner genotypes were cultivated in plots (8m-rows length), where 0,5m edges were border lines. Each row was spaced in 70 cm; the sowing density was eight plants/meter. A detail of genotype is found on Table 2.

Soil correction and fertilization were previously performed based on necessity verified on soil analysis. A randomized block design with five replications was adopted in all trails. Crop management was carried out according to Santos et al. (2006) recommendations.

**Table 2.** Genealogy and agronomic traits of peanut genotypes

Genotype	Genealogy	Origin	Seed			Seed/pod (n°)	Pod
			Color	Size	Shape		
G1	Cultivar	Brazil	White	Large	Long	3-4	Large
G2	Top line	Brazil	White	Medium	Round	2-3	Large
G3	Top line	Brazil	White	Medium	Round	2-3	Large
G4	Cultivar	Brazil	Tan	Large	Long	2	Large
G5	Cultivar	EUA	Tan	Large	Long	2	Large
G6	Top line	Brazil	Tan	Extra large	Round	2	Extra large
G7	Top line	Brazil	Tan	Extra large	Round	2	Extra large

G1: BRS Pérola Branca, G2: LB308, G3: LB 408, G4: IAC Caiapó, G5: Florunner, G6: LGoPE-06, G7: LViPE-06.

Harvest was performed between 115 to 130 days after emergence. After post harvest treatments, pod and seed yield data were submitted to the joint analysis of variance to check the presence of significant GE interaction effects using Statistical Analysis System program (SAS). The heterogeneity of variance for each dependent variable was estimated by ratio between highest and lowest mean square observed in the individual analysis. The adjustment of freedom degrees from mean error and GE was performed by Cochran method, as described in Pimentel-Gomes (1990).

Each experiment was considered a distinct environment. The phenotypic adaptability and stability analysis proposed by Toler & Burrows (1998) and AMMI analysis (Zobel et al., 1988) were used. The AMMI analysis joins additive analysis to investigate the main effects and multiplicative analysis to investigate the GE interaction. That is, it unites the analysis of variance to principal component analysis. The equation proposed by Toler & Burrows (1998) is the follow:

$$\hat{Y}_{ij} = \hat{\alpha}_i + [Z_j \hat{\beta}_{li} + (1 - Z_j) \hat{\beta}_{2i}] \hat{\mu}_j + \varepsilon_{ij}, \text{ where:}$$

$\hat{Y}_{ij}$  : Mean performance of i-genotype yield in j-environment j (i = 1, 2, ..., p genotypes; and j = 1, 2, ..., q environments);

$\hat{\alpha}_i$  : parameter that reflects the value of performance of the genotype i on the intercept with  $\hat{\mu}_j = 0$ ;

$\hat{\beta}_{li}$  and  $\hat{\beta}_{2i}$ : parameters that reflect the sensibility of phenotypic performance of genotype i in the unfavorable and favorable environments, respectively;

$\hat{\mu}_j$  : parameter that reflect the quality of environment j;

$\varepsilon_{ij}$  : mean experimental error (residue);

$Z_j$  : indicator variable , where  $Z_j = 1$  if  $\hat{\mu}_j \leq 0$ , and  $Z_j = 0$  if  $\hat{\mu}_j > 0$ .

The genotype classification proposed by Toler & Burrows (1998) was based on following criteria:

Group	Criterion	Classification of the genotypes
A	Reject H ( $\beta_1=\beta_2$ ), accept $\beta_1 < 1 < \beta_2$	convex and doubly desirable response
B	Accept H ( $\beta_1=\beta_2$ ), reject H ( $\beta= 1$ ), but $\beta_1 > 1$	simple linear response, desirable in high quality environments;
C	Accept H ( $\beta_1=\beta_2$ ), accept H ( $\beta= 1$ )	simple linear response, not deviating from the mean response in the environments;
D	Accept H ( $\beta_1=\beta_2$ ), reject H ( $\beta= 1$ ), but $\beta < 1$	simple linear response, desirable in poor quality environments;
E	Reject H ( $\beta_1=\beta_1$ ), accept $\beta_1 > 1 > \beta_2$	concave response and doubly undesirable.

According to Toler (1990), a promising genotype should present doubly desirable response, with low response to undesirable environments ( $\mu_j < 0$ ) and high performance in favorable conditions ( $\mu_j > 0$ ).

In the AMMI model, the effects of interaction deviations are analyzed through singular value decompositions. The variation contained in the sum of squares of interactions is decomposed into "pattern" - when the variation captured by the auto value is significant - and "noisy" when this variation is not significant. The interpretation of adaptability and stability is performed by graphical analysis with the scores of the first two principal components plotted in a biplot. The closer the point is from biplot origin, the more stable is the genotype or the environment; the more distant, the greater the contribution to the interaction. Genotypes or environments close to each other have the same pattern as the GE interaction (Dias, 2005).

## Results and Discussion

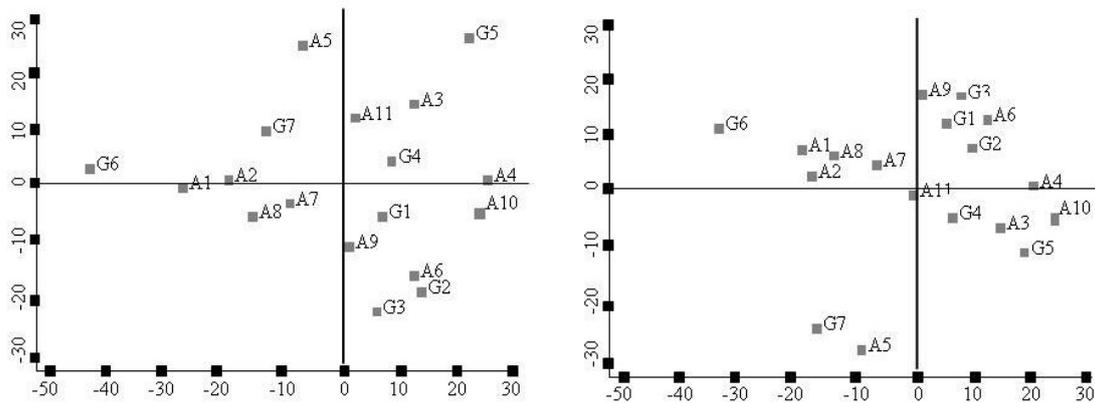
The joint analysis showed significant effect for all source of variation for both pod and seed yield, indicating differential behavior of genotypes not consistent to different environments, as to pod and seed productions (Table 3). As to auto values obtained by principal components, over than 70% of the variation resulting of GE interactions was captured by the first two principal components for both pod and seed yields; so, the interaction pattern of genotypes in all environments can be analyzed by visual inspection from AMMI2 biplot (Figure 1). Oliveira & Godoy (2007), also worked with twenty peanut genotypes distributed in ten environments and verified that AMMI2 model captured almost 59% of variation.

**Table 3.** Joint ANOVA of peanut genotypes evaluated in different environments as to pod and seed yield and auto values obtained by principal components.

Source of variation	Pod Yield		Seed yield	
	FD	F calculated	GL	F calculated
Environment (E)	10	52.13 **	10	42.84 **
Block/E	44	0.69 ns	44	0.83 ns
Genotype (G)	6	25.43 **	6	23.50 **
E x G	60 (49) <sup>1</sup>	1.96 **	60 (41) <sup>1</sup>	1.84 **
Error	257 (209) <sup>1</sup>	-	257 (173) <sup>1</sup>	-
R2	-	0.76	-	0.73
C.V. (%)	-	24.3	-	26.58
Mean	-	2543.6	-	1773.4
Principal component	Auto values		Auto values	
	% explained	% accumulated	% explained	% accumulated
1	54.74	54.74	46.57	46.57
2	17.45	72.19	24.33	70.90
3	12.52	84.71	13.10	84.00
4	8.86	93.56	9.17	93.17
5	4.51	98.08	5.70	98.87
6	1.92	100.0	1.13	100.0

\*\* : significant bt F test ( $p < 0,01$ ); ns: not significant; <sup>1</sup>: Freedom degree corrected, in parenthesis, to the GE and Error.

As seen in Figure 1, BRS Pérola Branca (G1) was situated closer to the origin, showing little contribution to the GE interaction and then, was more stable. The best contribution to GE interaction was provided in Colinas, MA (A5) and Barbalha, CE (A9) environments, for pod and seed yield, while in Petrolina, PE (A1), Monteiro, PB (A2 and A8), and Abreu e Lima, PE (A7), the genotype behaviors were too closed, suggesting that, in further trials, just one place could be chosen aiming cut down.



**Figure 1.** Genotypes distribution in different environment to pod (left) and seed (right) yield based on analyzed by visual inspection by AMMI2 biplot. G1- BRS Pérola Branca, G2- LB308, G3- LB408, G4- IAC Caiapó, G5- Florunner, G6- LGoPE-06, G7- LViPE-06; A1- Petrolina, PE, 2008, A2- Monteiro, PB, 2007, A3- Barbalha, CE, 2008, A4- Barbalha, CE, 2007, A5- Colinas, MA 2009, A6- São João do Piauí, PI 2009, A7- Abreu e Lima, PE 2007, A8- Monteiro, PB 2008, A9- Barbalha, CE 2009 (trial 1), A10- Barbalha 2009 (trial 2), A11- Coruripe, AL 2009.

expenses, without risk to representativeness of the trails. Silva Filho et al, (2008) used several methods to compare the stability of cotton genotypes using 23 locations in several states of Brazil and, by AMMI model, also considered possible reducing of trials based on a tendency of place clustering in the same state.

The parameters of stability based on non-linear model of Toller (1990) for pod and seed yield is seen in Table 4. The highest yields were obtained for both extra large seed- LViPE-06 (G7) and LGoPE-06 (G6), with  $3.1 \text{ t ha}^{-1}$  and  $2.2 \text{ t ha}^{-1}$  to pod and seed yield,

respectively. The earliness-large seed BRS Pérola Branca also showed high yield, with 2.6 t ha<sup>-1</sup> in pods and 1.8 t ha<sup>-1</sup> in seeds.

**Table 4.** Stability parameters based on Toller & Burrows (1998) methodology to pod and seed yields in runner peanut genotypes.

Genoty	PY	Ai	B1i	B2i	Bi	Group	SY	Ai	B1i	B2i	Bi	Group	
G1	2.6	2.6	0.9	1.2	1.17	C	1.8	1.18	1.0	0.9	1.0	C	
G2	2.1	2.1	1.3	0.5*	0.8	E	1.4	1.6	1.3	0.5	0.9	C	
G3	2.1	2.3	1.4	0.7	0.9	C	1.5	1.6	1.4	0.6	1.0	C	
G4	2.2	2.3	0.8	1.3	1.1	C	1.6	1.6	0.8	0.8	0.8	C	
G5	2.5	2.5	1.2	1.2	1.2	C	1.7	1.7	1.2	1.3	1.2*	B	
G6	3.0	2.6	0.3*	1.3	0.8	A	2.0	1.8	0.4*	1.3	0.9	A	
G7	3.2	3.2	1.1	0.9	1.0	C	2.3	2.2	0.9	1.5	1.2	C	
Local	Mean	Ui					Mean	Ui					
1	1.6	-965					1.1	-682					
2	1.7	-869					1.2	-608					
3	1.8	-665					1.3	-461					
4	2.9	345					2.0	231					
5	3.3	784					2.4	712					
6	1.7	-751					1.2	-513					
7	2.5	-134					1.7	-92					
8	2.7	202					1.9	177					
9	3.0	467					2.0	253					
10	2.7	123					1.9	96					
11	4.0	1463					2.7	887					

**PY:** pod yield; **SY:** seed yield; **Ai:** performance of i-genotype (1, 2, ...,7) in environment of average yield; **B1i and B2i:** sensibility to performance of i-genotype in favorable and unfavorable environment, respectively; **Ui:** effect of i-environment; **Bi:** unic parameter of model when B1i and B2i are, both, not significative. G1- BRS Pérola Branca, G2 - LB308, G3 - LB408, G4 - IAC Caiapó, G5 - Florunner, G6 - LGoPE-06, G7 - LViPE-06.

Among the environments, the highest yields were obtained in Coruripe, AL (A11), Barbalha, CE (A4 and A9) and Colinas, MA (A5). In the places situated at semiarid region

(Petrolina, PE - A1, Monteiro, PB - A2 and São José do Piauí, PI - A6), runner genotypes showed low performance, with pod and seed yields next to the same obtained with upright genotypes in rainy season (Santos et al., 2010).

Based on pattern of different groups performed by Toler & Burrows (1998) methods, we found that LGoPE-06 (G6) showed convex and doubly desirable response (group A). On the opposite to LGoPE-06, LB308, (G2) showed concave and doubly undesirable response, showing unsatisfactory yield and low stability in all trials.

As to Toler (1990), genotypes clustered in group A are stable in favorable and unfavorable environments, and is responsive to improving of environmental conditions. However, Rosse and Vencovsky (2000) used the Toller model to estimate stability and adaptability in bean genotypes and found that genotypes with double favorable standard had low productivity, while with double unfavorable had higher yields.

The most genotypes were situated in C group, with simple linear response, not deviating from the average response. Such clustering often takes place when cultivars or advanced bred-lines are evaluated. The yield of these materials follows the performance of the environmental average (Morais et al., 2008; Ribeiro et al., 2000). Based on pod and seed yields of genotypes and in general adaptability to all environments, LViPE-06 (G7) and BRS Pérola Branca (G1), both situated in the same group (C), revealed simple linear response and were more stable considering the average yield in the environments. Despite to low adoption by breeders, the stability and adaptability estimates based on Toller (1990) methodology brings interesting results for plant improvement in several crops. Ribeiro et al., (2000) studied the adaptability and stability of 20 divergent corn genotypes, in Minas Gerais State, Brazil, using Toller (1990) and Cruz et al., (1989) methodologies. As to authors, both models were too similar and efficient to predict the genotype performances. The correlation between both models was next to 97%.

Morais et al. (2008), evaluated 69 different soybean genotypes in several environments at Middle-West region, Brazil, and observed different values to environmental quality. By group classifications, based on yield and on the response pattern, they could define genotypes with double desirable response pattern (group A) and others with response pattern of mono-segmented genotypes (B, C and D) with variable yield. As to authors, this methodology was advantageous to estimate soybean adaptability and stability, because discriminated genotypes with narrow genetic base in groups with different response pattern.

The results obtained in this work using Toller (1990) and AMMI methodologies were too consistent based on trimmings of genotypes during improvement processes, especially as to BRS Pérola Branca and LViPE-06.

BRS Pérola Branca, a recent runner-earliness peanut cultivar developed by Embrapa, was obtained via crossing between BR 1 (up right and short cycle, Valencia type) and the top line LViPE-06 (late cycle, Virginia type). The general breeding proceedings for its fitting was performed in Barbalha and Missão Velha, both located in semi-arid region of Ceará state, Brazil. In several field trails carried out in rainy season, BRS Pérola Branca (previously named Branco Rasteiro 1/08) showed moderate tolerance to drought (Santos et al, 2012). In a study carried out by Pereira (2010), involving osmotic adjustment, gas exchanges and agronomic traits in peanut genotypes submitted to 20 days of water stress, BRS Pérola Branca (named LBR Branco) showed reasonable ability to prevent water losses. This trait, added to earliness, was genetically inherited from BR 1, an earliness-drought tolerant cultivar developed by Embrapa and recommended to semi-arid environments (Gomes et al., 2007; Luz et al., 2010; Graciano et al., 2011). From LViPE-06, BRS Pérola Branca inherited its high tolerance to leaf diseases and high capacity for oil and pod productions (Pereira, 2010). The choice of LViPE-06 as progenitor was due its large genetic variability revealed by molecular marker in runner genotypes (Pereira et al, 2008). Both LViPE-06 and BRS Pérola are high oil

(51-52%), with oleic/linoleic ratio  $> 1.6$  (Santos et al, 2012), representing an excellent materials for eatable or fuel oil markets.

### **Conclusions**

- LViPE-06 and BRS Pérola Branca are more stables and adapted to management in semiarid environment;
- LGoPE-06 is a promising material for pod productions but highly dependent on favorable environments.

### **Acknowledgements**

Authors are grateful to Banco do Nordeste do Brasil (BNB) for financial support.

## References

- CRUZ, C.D.; TORRES, R. A. de A; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n.2, p.567-580, 1989.
- DIAS, C.T.S. Métodos para escolha de componentes de efeito principal aditivo e interação multiplicativa (AMMI). 2005. 73p. **Tese (Livre Docência)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, Jan./Feb. 1966.
- FERREIRA, D.F.; DEMÉTRIO, C.G.B.; MANLY, B.F.J.; MACHADO, A.A.; VENKOVSKY, R. Statistical models in agriculture: Biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. **Cerne**, v.12, n.4, p. 373-388, 2006.
- GOMES, L.R.; SANTOS, R.C.; ANUNCIACÃO, C.J.; MELO FILHO, P.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.7, p.985-989, 2007.
- GRACIANO, E.S.A.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; LIMA, D.R.M.; PACHECO, C.M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.794-800, 2011.
- LUZ, L.N.; SANTOS, R.C.; SILVA FILHO, J.L.; MELO FILHO, P.A. Estimativas de parâmetros genéticos em linhagens de amendoim baseadas em descritores associados ao ginóforo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 132-138, jan-mar, 2010
- MORAIS, L.K.; MOURA, M.F.; VENCOVSKY, R.; PINHEIRO, J.B. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja avaliada pelo método de Toler. **Bragantia**, v.67, n.2, p.275-284, 2008.
- MURAKAMI, D.M.; CARDOSO, A.A.; CRUZ, C.D.; BIZAO, N. Some considerations about two methodologies for stability and adaptability analysis. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p. 71-78, 2004.
- OLIVEIRA, E.J. de.; GODOY, I.J de. Pod yield stability analysis of runner peanut lines using AMMI. **Crop Breeding and Applied Biotecnology**, v.6, p.310-310, 2007.
- PACHECO, R.M.; DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R.; PINHEIRO, J.B.; OLIVEIRA, A.B. Use of supplementary genotypes in AMMI analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, v.110, n.5, p.812-818, 2005.
- PEREIRA, J.W.L.; MELO FILHO, P.A.; SILVA, F.A.C.; SANTOS, R.C. Variabilidade genética de acessos de amendoim do tipo *runner* com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.12, n.1, p.35-40, jan./abr. 2008.

- PEREIRA, J.W.L. Respostas fisiológica e agrônômica de genótipos de amendoim sob condição de estresse hídrico. 2010. 58p. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- RIBEIRO, P.H.E.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.11, p.2213-2222, 2000.
- ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica genótipos de feijão no estado do Paraná. **Bragantia**, v.59, p.99-107, 2000.
- SANTOS, R.C.; REGO, G.M.; SANTOS, C.A.F.; MELO FILHO, P.A.; SILVA, A.P.G.; GONDIM, T.M.S.; 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).
- SANTOS, R.C.; REGO, G.M.; SILVA, A.P.G.; VASCONCELOS, J.O.L.; COUTINHO, J.L.B.; MELO FILHO, P.A. Produtividade de linhagens avançadas de amendoim em condições de sequeiro no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.589-593, 2010.
- SANTOS, R.C.; FREIRE, R.M.M.; LIMA, L.M.; ZAGONEL, G.F.; COSTA, B.J. Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agrônômica**, vol.43, n.1, pp. 72-77, 2012.
- SILVA FILHO, J.L. da; MORELLO, C. de L.; FARIAS, F.J.C.; LAMAS, F.M.; PEDROSA, M.B.; RIBEIRO, J.L. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.349-355, 2008.
- TOLER J.E. Patterns of genotypic performance over environmental arrays. 1990. 154p. **Thesis** (Ph.D)-Clemson University, Clemson.
- TOLER, J.E.; BURROWS, P.M. Genotypic performance over environmental arrays: A nonlinear grouping protocol. **Journal of Applied Statistics**, v.25, n.1, p.131-143, 1998.
- ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH, H.G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, p.388-393, 1988.

**CAPÍTULO III**

---

**CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA DE CARACTERES AGRONÔMICOS  
ASSOCIADOS AOS TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA EM AMENDOIM  
RASTEIRO**

Ramon A. Vasconcelos, Roseane C. Santos, Lucas N. Luz, Felipe M. T. Vasconcelos, Rosa M.  
M. Freire, Liziane M. Lima, Péricles de Albuquerque Melo Filho

Artigo submetido a Revista Ciência  
Agronômica com o registro de isnn 0045-6888

**Correlações e análise de trilha de caracteres agronômicos associados aos teores de óleo e proteína em amendoim rasteiro**

Ramon A. Vasconcelos, Roseane C. Santos, Lucas N. Luz, Felipe M. T. Vasconcelos, Rosa M. M. Freire, Liziane M. Lima, Péricles de Albuquerque Melo Filho

**RESUMO:** Genótipos de amendoim de hábito rasteiro foram utilizados neste estudo para estimar as correlações e as causas e efeitos das associações entre descritores relacionados com a produção de óleo e proteína. Dez descritores foram utilizados, sendo eles: altura da haste principal (AHP), número de ramos laterais (NRL), comprimento de ramos secundários (CRS), início da floração (IF), maturação completa da vagem (MCV), massa das vagens (PV), massa das sementes (PS), teor de proteína bruta nas sementes (PB) e teor de óleo nas sementes (TO). Verificou-se que os efeitos que mais contribuíram diretamente para a elevação do teor de óleo foram PV e PS, com coeficientes de correlação de elevada magnitude. A correlação TO x PB foi negativa e, considerando-se a inexistência de correlação entre MS x PB e MS x PB, recomenda-se atentar para o propósito da seleção, de modo a evitar descarte de materiais promissores, caso eles sejam destinados para o mercado in natura.

**Palavras-chave:** Melhoramento de plantas, *Arachis hypogaea*, Sementes.

**Agronomic traits correlation and path coefficient analysis associated to oil and protein contents in runner peanuts**

Ramon Araújo de Vasconcelos, Roseane Cavalcanti dos Santos, Lucas Nunes Luz, Felipe Matheus Teles Vasconcelos, Rosa Maria Mendes Freire, Liziane Maria de Lima, Péricles de Albuquerque Melo Filho

**ABSTRACT:** Peanut runner genotypes were used to estimate the correlations and path coefficient among traits associated with oil and protein contents. Ten descriptors were used: main stem height (AHP), number of lateral branches (NRL), length of secondary branches (CRS), days to flowering (IF), full pod maturation (MCV), weight of pods (PV), seed weight (PS), seed protein content (PB) and seed oil content (TO). The traits PV and PS showed direct effect to increase the oil content, with high magnitude. The TO x PB correlation was negative and, taking in account the absence of correlation between MS x PB and MS x PB, it is recommended to attend for the purpose of selection, to avoid discarding promising materials if they are intended for market fresh.

**Key words:** Plant breeding. *Arachis hypogaea*. Seeds.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de grãos, com uma safra anual em torno de 160 milhões de toneladas. Dentre estes, cerca de 50% são de espécies oleaginosas, cujo crescimento tem sido amparado pelo incentivo das políticas públicas para o desenvolvimento de fontes renováveis visando fortalecer o mercado de óleo comestível ou combustível (IBGE, 2012; USDA, 2013).

O amendoim é uma das oleaginosas que tem sido explorada no segmento oleoquímico, em função da qualidade de seu óleo e aproveitamento nos mercados de alimento e fármacos. A produção nacional situa-se em 300.000 t anuais, sendo a região Sudeste responsável por quase 80% da produção nacional e o restante distribuídos nas regiões Nordeste, Sul e Centro-Oeste (IBGE, 2012).

Os grãos de amendoim são ricos em óleo, proteína e vitaminas de excelente qualidade, contribuindo para um alimento de grande valor comercial. As cultivares brasileiras, atualmente em distribuição, atendem os mercados de alimento e oleoquímico; para este último, o percentual e qualidade do óleo, em especial, os ácidos graxos, são fatores decisivos para sua aceitação no mercado (MELO FILHO; SANTOS, 2010). Comparada a outras oleaginosas, o óleo de amendoim é conhecido pelas excelentes propriedades de seus ácidos graxos, especialmente os ácidos oleico e linoleico que representam cerca de 80% do total (CAMPOS-MONDRAGÓN *et al.*, 2009; COSTA; ZAGONEL, 2009; WARNER; FEHR, 2008).

Com relação às proteínas, a farinha do amendoim é altamente proteica, sendo composta por aminoácidos essenciais que exercem várias funções benéficas ao organismo humano (SHARMA; VIJAYAN, 2010; SOETAN, 2008;). Em um programa de melhoramento voltado

para atender as atuais demandas do mercado, tanto óleo quanto proteína são descritores são expressivos nos trabalhos de seleção, uma vez que, aliados a estabilidade de produção, definem para qual segmento a futura cultivar será direcionada.

Ao contrário do sistema de reprodução de várias leguminosas herbáceas, o amendoim tem algumas peculiaridades devido a sua natureza hipógea, em que os frutos se desenvolvem sob o solo. Devido a isso, alguns procedimentos de seleção baseados na produção das vagens tornam-se limitados, o que leva a necessidade de se identificar descritores responsivos que auxiliem o melhorista na escolha dos materiais superiores para alimentar o programa de melhoramento. Para tanto, as análises de correlação e de trilha (*path coefficient*) tem sido ferramentas relevantes, uma vez que permitem uma visão mais abrangente das associações existentes entre os caracteres estudados, reduzindo a possibilidade de erro interpretativo.

Com amendoim, vários trabalhos têm sido descritos demonstrando o auxílio que essas análises tem dado ao melhoramento, especialmente quando se trata de populações intraespecíficas. Para descritores associados aos caracteres nutricionais do óleo e da proteína, alguns autores têm demonstrado associação negativa entre eles, embora possa haver associação positiva entre os caracteres de produção das vagens e grãos (DWIVEDI *et al.*, 1990, MANE *et al.*, 2008, SHARMA; DASHORA, 2009). Para situações dessa natureza, o melhorista deve ficar atento para o sentido da seleção de modo a evitar que a seleção de um, desfavoreça a manutenção do outro na população, e com isso, reduza as perspectivas de sucesso no programa (SANTOS *et al.*, 2000).

O presente trabalho foi conduzido para estimar a existência de correlações entre descritores com a produção de óleo e proteína nas sementes de amendoim rasteiro e a influência dos efeitos diretos e indiretos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Sete genótipos de amendoim rasteiro foram cultivados em Barbalha, CE (7°18'18"S e 39°18'7"W), durante o ano agrícola 2010/2011. O solo do tipo Neossolo Flúvico foi previamente adubado e corrigido seguindo recomendação da análise de solo. A unidade experimental foi constituída por três fileiras de seis metros, onde as sementes foram semeadas no espaçamento de 0,7 m x 0,3 m. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com sete tratamentos e cinco repetições. O manejo das plantas foi realizado seguindo recomendação de Santos *et al.* (2006). A colheita ocorreu entre 115 e 130 dias. Durante o período experimental, as médias de temperatura e umidade relativa do ar situaram-se em 29 °C e 65%, respectivamente. O volume de precipitação pluvial foi de 613 mm em 2010 e 578 mm em 2011.

As variáveis analisadas foram: altura da haste principal (AHP), número de ramos laterais (NRL), comprimento de ramos secundários (CRS), início da floração (IF), maturação completa da vagem (MCV), massa das vagens (MV), massa das sementes (MS), teor de óleo (TO%) e de proteína bruta (PB%) nas sementes. Com exceção do IF, os demais descritores foram mensurados no final do ciclo. O descritore IF, foi realizado quando da floração de 50% das plantas de cada parcela, Já , AHP, NRL, CRS, IF e MCV foram tomados ao acaso em 30% das plantas de cada fileira; entre 100 e 115 dias após emergência, os descritores MV e MS foram obtidos a partir da produção de todas as plantas colhidas em cada fileira.

As análises de óleo e proteína foram realizadas quando as sementes se encontravam com 8% a 10% de umidade, no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas/LSNP, da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. O teor de óleo foi determinado por Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e o conteúdo de proteína pelo método do Nitrogênio por

espectrometria UV-VIS, descrito por Le Poidevin e Robinson (1964). Para estimar o percentual de proteína bruta utilizou-se o fator de transformação 6,25.

Após coleta de todos os dados, procedeu-se a análise de variância com auxílio do Programa Genes versão 2009.7.0 (CRUZ, 2006). Para análise das correlações, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade na matriz de correlações segundo critério estabelecido por Montgomery e Peck (1981), o qual indicou em multicolinearidade “moderada e severa”. Dessa forma, a análise de trilha foi realizada sob multicolinearidade corrigida pela constante “k” descrita por Carvalho (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diferença estatística significativa,  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$  de probabilidade pelo teste F, entre os genótipos, demonstrando variabilidade para os descritores escolhidos, característica essa, desejada pelo melhorista nos processos de seleção (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância dos dez descritores analisados.

FV	GL	Quadrado médio								
		AHP	NRL	CRS	IF	MCV	MV	MS	TO	PB
Blocos	2	14,3	5,1	60,9	9,3	15,4	2,1	1,1	0,2	0,3
Genótipos	6	107**	77**	219**	71**	129**	9,2*	4,5*	17,5**	7,1**
Resíduo	12	21,6	5,7	25,7	7,1	8,4	3,0	1,4	0,2	0,1
Média		25,6	17,8	63,2	30,4	121,4	1831	1279	49,5	27,5
CV%		18,1	13,4	8,0	9,0	2,3	29,8	29,5	0,9	1,4

FV- fonte de variação, GL- grau de liberdade, CV- coeficiente de variação. AHP: altura da haste principal (cm); NRL: número de ramos laterais; CRS: comprimento dos ramos secundários (cm); IF: início da floração (dias); MCV: maturação completa das vagens (dias); MV: massa de vagens (g); MS: massa de sementes (g); TO: teor de óleo nas sementes (%); PB: teor de proteína bruta nas sementes (%).\*\*, \*Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste F.

Nas correlações genóticas associadas entre os descritores, verificou-se correlação positiva e significativa, de alta magnitude, entre CRS x IF (0,78), CRS x MCV (0,92), MV x MS (0,91), MV x O (0,85) e MS x TO (0,89). As correlações significativas e negativas foram verificadas apenas entre CRS x PB (-0,78), IF x PB (-0,86) e TO x PB (-0,64) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Coeficiente de correlação genotípica para descritores ligados a produção de óleo em amendoim, Barbalha, CE, 2012.

	AHP	NRL	CRS	IF	MCV	MV	MS	TO	PB
AHP	1	-0,12	-0,58	-0,94	-0,51	-0,32	-0,31	-0,33	0,33
NRL		1	-0,55	-0,46	-0,70	-0,66	-0,67	-0,65	0,11
CRS			1	0,78*	0,92**	0,61	0,60	0,62	-0,78*
IF				1	0,70	0,38	0,37	0,40	-0,86*
MCV					1	0,61	0,60	0,62	-0,54
MV						1	0,91**	0,85**	-0,33
MS							1	0,89**	-0,31
TO								1	-0,64*
PB									1

AHP: altura da haste principal (cm); NRL: número dos ramos laterais; CRS: comprimento dos ramos secundários (cm); IF: início da floração (dias); MCV: maturação completa das vagens (dias); MV: Peso das vagens (g); MS: Peso das sementes (g); TO: teor de óleo nas sementes (%); PB: teor de proteína bruta nas sementes (%). \*\*, \* Significativo a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste t.

Na literatura, os estudos de correlação envolvendo características dos ramos laterais em plantas rasteiras são escassos. Tais características, contudo, podem se configurar em um

norteador nos procedimentos de seleção, visto que, diferentemente das plantas eretas, os ramos laterais das plantas rasteiras além de serem em maior número, são mais longos podendo atingir mais de 1,0 m de comprimento, dependendo do manejo. Em função disso, o consumo energético nessas plantas é consideravelmente maior, o que pode incorrer em baixa produtividade se as demandas de água e fertilizante não forem atendidas (AZEVEDO NETO *et al.*, 2009; GRACIANO *et al.*, 2011).

Neste trabalho, as correlações positivas verificadas entre CRS x IF e CRS x MCV, são pertinentes, indicando que quanto mais longo for o comprimento dos ramos, mais dias serão necessários para iniciar a floração e para completar a maturação das vagens. Isso justifica porque as plantas rasteiras são mais tardias para finalizar o ciclo. Dessa forma, em um programa de amendoim do tipo *runner* que focalize na seleção de plantas precoces, o melhorista deve atentar para seleção de linhagens com ramos medianos e copa densa de modo a compensar o que será perdido no número de flores devido a alteração no ideótipo. Essa estratégia foi utilizada para síntese da BRS Pérola Branca, pela Embrapa, que é de porte rasteiro, com copa densa e ciclo inferior a 120 dias (SANTOS *et al.*, 2012a e b).

As correlações positivas vistas entre MV x MS, MV x TO e MS x TO já tem sido bem descritas na literatura (SAEIDI-NIA *et al.*, 2011; PAINAWADEE *et al.*, 2009; GOMES; LOPES, 2005; SANTOS *et al.*, 2000), e foram confirmadas na população rasteira desse trabalho. Como tais características são verificadas apenas no final do ciclo, nas fases de colheita e pós-colheita, nos casos de trabalhos de seleção em que as populações avaliadas são extensivas, o ideal é a adoção de algum caráter que possa ser utilizado pelo melhorista logo nos 50 primeiros dias de cultivo e que possa estar associado à produção.

Luz *et al.*, (2011) realizaram análises de correlação e de trilha entre caracteres relacionados ao ginóforo e a eficiência reprodutiva em 15 linhagens segregantes de amendoim e verificaram que o número de ginóforos situados no terço inferior da planta mostrou forte

efeito direto sobre número de vagens maduras, credenciando-o para a seleção em populações de amendoim visando elevar a produção de vagens. Cabe ressaltar, contudo, que, como a correlação entre TO x PB é negativa e considerando-se a inexistência de correlação entre MV x PB e MS x PB, cabe ao melhorista focalizar no propósito da seleção, de modo a evitar descarte de materiais promissores, caso eles sejam destinados para o mercado in natura. Uma alternativa seria focalizar a seleção no comprimento dos ramos (CRS) ou no início da floração (IF) uma vez que, como ambos os caracteres se correlacionaram negativamente com PB (-0,78 e -0,86, respectivamente), a seleção de plantas com ramos mais curtos ou mais precoces para iniciar a floração poderia favorecer na identificação de genótipos com sementes mais protéicas.

Na Tabela 3 encontra-se o desdobramento das correlações, representada pelos coeficientes de trilha, com a partição dos efeitos diretos e indiretos sobre a variável principal (teor de óleo). Para efeito das análises, apenas os descritores com correlações significativas foram considerados. A análise foi realizada sob multicolinearidade corrigida pela constante k de baixa magnitude, ( $k = 0,274$ ), para equalização das variáveis (COIMBRA *et al.*, 2005). A variável residual foi de 0,380 e coeficiente de terminação de 0,869, demonstrando a adequação dos dados ao modelo.

Os efeitos que mais contribuíram diretamente para a elevação do teor de óleo foram MV (0,27) e MS (0,27), com coeficientes de correlação semelhantes em sinal e magnitude, indicando que, em trabalhos de melhoramento os quais focalize na seleção para qualquer um desses caracteres, haverá benefício em relação aos demais. Santos *et al.*, (2000), recomenda, contudo, manter sob controle as demais variáveis de modo a evitar reflexos negativos no rendimento de sementes.

**Tabela 3.** Estimativa dos efeitos diretos (ED) e indiretos (EI) das correlações genéticas em amendoim sobre a variável principal Teor de Óleo (TO) em amendoim, Barbalha, CE, 2012.

Efeitos	CRS	IF	MCV	MV	MS	PB
ED via TO	0,05	-0,01	0,04	0,27	0,27	-0,01
EI via IF	-0,004	-	-0,004	-0,002	-0,002	0,01
Ei via CRS	-	0,041	0,05	0,03	0,03	-0,04
EI via MCV	0,03	0,026	-	0,02	0,02	-0,02
EI via MV	0,16	0,10	0,16	-	0,27	-0,09
EI via MS	0,16	0,10	0,16	0,27	-	-0,08
EI PB	0,01	0,01	0,01	0,003	0,003	-
Correlação	0,62	0,40	0,62	0,85	0,89	0,64
Coeficiente de determinação		0,86				
Valor de k usado na análise		0,27				
Efeito da variável residual		0,38				

CRS: comprimento dos ramos secundários (cm); IF: início da floração (dias); MCV: maturação completa das vagens (dias); MV: Peso das vagens (g); MS: Peso das sementes (g); TO: teor de óleo nas sementes (%); PB: teor de proteína bruta nas sementes (%).

O desdobramento das correlações traduzidas pela análise de trilha indica, para o melhorista, todo detalhamento das interrelações, caso exista, entre os caracteres selecionados, ampliando-se o entendimento das relações de causa e efeito existente entre eles. Apesar de grande parte das correlações serem advindas de processos pleiotrópicos e de ligações gênicas, o sentido e magnitude das mesmas tem largo viés genético, mas o lado fenotípico da população também contribui em seus efeitos. De acordo com alguns autores, o viés fenotípico também é expressivo porque reflete não apenas o efeito da genealogia, mas também do

manejo dispensado à população (LUZ *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2000; YADAVA *et al.*, 1981). Quando a variável em estudo é de alta herdabilidade, contudo, o sentido e magnitude da correlação tende a ser mantido, independente do efeito ambiental em que a população foi submetida. Um exemplo típico disso é apresentado no trabalho de Dholaria *et al.*, (1972) que estudaram as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em 20 genótipos de amendoim cultivados em solos com diferenças quanto ao nível de fertilidade. Os autores verificaram alta correlação entre MV x MS, independente dos tratamentos em que a população foi submetida, e recomendam MV como o principal caráter a ser adotado em trabalhos de seleção visando elevar a produtividade. Santos *et al.*, (2000), também compartilham com essa informação, baseados em análises de correlação e trilha conduzidas com cinco descritores, a partir de uma população de 11 genótipos de amendoim, cultivados em condições de sequeiro.

Os resultados obtidos neste trabalho fornecem subsídios relevantes para os programas de melhoramento do amendoim que focalizem na seleção de genótipos para atender o segmento de alimento ou oleoquímico. As interrelações morfológicas e agronômicas detectadas entre as variáveis selecionadas contribuem para nortear o melhorista no enfoque a ser dado na seleção dos genótipos para produção de grãos, de acordo com o segmento de mercado em que o programa será conduzido.

## CONCLUSÕES

Os caracteres massa de vagem e massa de semente são os de maior contribuição para selecionar genótipos com elevado teor de óleo. A correlação entre teor de óleo e proteína bruta foi negativa.

Vasconcelos, R.A.

## **AGRADECIMENTOS**

As Redes Nacionais de Pesquisa em Agrobiodiversidade e Sustentabilidade Agropecuária – REPENSA (MCT/CNPq/MEC/CAPES/CT-AGRO/CT-IDRO/FAPS/EMBRAPA) e pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETO, A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P.; SANTOS, R. C. Physiological and biochemical responses of peanut genotypes to water deficit. **Journal of Plant Interactions**, v.5, n.1, p.1-10, 2009.
- CAMPOS-MONDRAGÓN, M. G. *et al.* Nutritional composition of new peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. **Grasas e aceites**, v. 60, n. 2, p. 161-167, 2009.
- CARVALHO, S. P. **Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção sob multicolinearidade**. 1995. 163 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- COIMBRA, J. F. L. *et al.* Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 347-352, 2005.
- COSTA, B. J; ZAGONEL, G. F. Potencial do óleo do amendoim como fonte de biodiesel. *In*: SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. M. F. **Amendoim: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília: EMBRAPA, 2009. cap. 13, p. 211-220.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: análise multivariada e simulação**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 175 p.
- DHOLARIA, S. J; JOSHI, S. N; KABARIA, M. M. Correlation of yield and yield-contributory characters in groundnut grown under high and low fertility levels. **Agricultural Science**, v. 42, n.1, p. 1084-1086, 1972.
- DWIVEDI, S.L. *et al.* Relationship of seed mass to oil and protein contents in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Peanut Science**, v. 17, n. 2, p. 48-52, 1990.
- GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. A. Correlations and path analysis in peanut. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5,n.1 , p. 105-112, 2005.
- GRACIANO, E. S. A, *et al.* Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.8, p.794–800, 2011.
- IBGE, 2012. Instituto brasileiro de geografia e estatística, Safra de Amendoim. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1819&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1819&id_pagina=1)> Acesso em: 22 set. 2012.
- LE POIDEVIN, N; ROBINSON, L. A. Métodos ou diagnósticos foliar utilizados nas plantações do grupo booken na Guiana inglesa: Amostra geral e técnica de análises. **Fertileté**, v. 21, n.1, p. 3–11, 1964.
- LUZ, L. N.; SANTOS, R. C; MELO FILHO, P. A. Correlations and path analysis of peanut traits associated with the peg. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, n.1 , p. 88-93, 2011.

MANE, P. S; LAD, D. B; JAGTAP, P. K. Correlation and path coefficient analysis in summer bunch groundnut. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, v. 33, n. 2, p. 174-176, 2008.

MELO FILHO, P. A; SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no nordeste: situação atual e perspectivas. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 7, p. 192-208, 2010.

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

PAINAWADEE, M. *et al.* Heritability and correlation of drought resistance traits and agronomic traits in peanut (*Arachis hypogaea* L.). **Asian Journal of Plant Science**, v. 8, n. 5, p. 325-334, 2009.

SANTOS, R. C. *et al.* Stability and adaptability of runner peanut genotypes based on nonlinear regression and AMMI analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1118-1124, 2012a.

SANTOS, R. C. *et al.* Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 72-77, 2012b.

SANTOS, R. C. *et al.* Recomendações técnicas para o cultivo do amendoim em pequenas propriedades. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2006. 7 p. (Circular técnica, 102).

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

SAEIDI-NIA, M. *et al.* Comparing economic coefficients to select the optimum selection index in peanuts. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science**. v. 10, n. 6, p. 972-977, 2011.

SHARMA, M; DASHORA, A. Character association and path analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal Oilseeds Research**, v. 26, n.1, p. 614-616, 2009.

SHARMA, A; VIJAYAN. M. Influence of glycosidic linkage on the nature of carbohydrate binding in  $\beta$ -prism I fold lectins. An X-ray and molecular dynamics investigation on banana lectin – carbohydrate complexes. **Glycobiology**, v. 21, n. 1, p. 23-33, 2010.

SOETAN, K.O. Pharmacological and other beneficial effects of antinutritional factors in plants - A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 25, p. 4713-4721, 2008.

USDA, 2013. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Disponível em: [http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+04%3a+Major+Oilseeds%3a+World+Supply+and+Distribution+\(Country+View\)++++](http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+04%3a+Major+Oilseeds%3a+World+Supply+and+Distribution+(Country+View)++++)

+++++++&hidReportRetrievalID=703&hidReportRetrievalTemplateID=8.  
Acesso em 07/01/2013.

WANER, K.; FEHR, W. Mid-oleic/ultra low linolenic acid soybean oil: A healthful new alternative to hydrogenated oil for frying. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 85, p. 945-951, 2008.

YADAVA, T. P.; KUMAR, P.; YADAV, A. K. Correlation and path analysis in groundnut. **Haryana Agricultural University Journal Research**, v. 11, p. 169-171, 1981.

## ANEXOS

### **Instruções para submissão de trabalhos na revista PAB (Pesquisa Agropecuária Brasileira)**

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](mailto: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.cpa.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>>. 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 nota-de-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 avaliadas 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](mailto:pab@sct.embrapa.br) ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.

## **Instruções para submissão de trabalhos na revista ciência agrônômica**

### **INSTRUÇÕES AOS AUTORES**

Atenção: As normas da Revista Ciência Agrônômica podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em “MODELO ARTIGO” no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

#### **1. Política Editorial**

A Revista Ciência Agrônômica destina-se à publicação de artigos científicos, artigos técnicos e notas científicas que sejam originais e não foram publicados (as) ou submetidos (as) a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais. A RCA também aceita e incentiva submissões de artigos redigidos em Inglês e em Espanhol. Em caso de autores não nativos destas línguas, o artigo deverá ser editado por uma empresa prestadora deste serviço e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através da nossa página no campo “Transferir Documentos Suplementares”. Os trabalhos submetidos à RCA serão avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial e só então serão enviados para pelo menos dois (02) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agrônômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores). Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

#### **2. Custo de publicação**

O custo é de R\$ 35,00 (trinta e cinco reais) por página editorada no formato final. No ato da submissão é requerido um depósito de R\$ 80,00 (oitenta reais) não reembolsáveis, valor este que será deduzido no custo final do artigo editorado e aceito para publicação. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA ([ccarev@ufc.br](mailto:ccarev@ufc.br)). No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

REVCIENTAGRON ALEK

Banco do Brasil: Agência bancária: 4439-3 - Conta poupança: 13.215-2 Var 51

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. Que o autor que fizer a submissão do trabalho cadastre todos os autores no sistema;
3. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

### 3. Formatação do Artigo

Digitação: no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo, fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua. Estrutura: o artigo científico deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências. Notas científicas não necessitam obedecer a estrutura do artigo, mas devem conter, obrigatoriamente, título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract e key words.

Título: deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no máximo 15 palavras. Como chamada de rodapé numérica, extraída

do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada,...) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

Autores: os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas. Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título.

Resumo e Abstract: devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo 250 palavras.

Palavras-chave e Key words: devem conter entre três e cinco termos para indexação. Eles não devem constar no título. Cada palavra-chave e key word deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

Introdução: deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de 550 palavras.

Citação de autores no texto: a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas.

Ex: Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes

(2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier *et al.* (1997) ou (XAVIER *et al.*, 1997).

Vários autores citados simultaneamente: havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, em ordem alfabética, independente do ano de publicação.

Ex: (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

Siglas: quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

Ex: De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

Tabelas: devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior.

Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

Figuras: gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.

Obs.: As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser: Inteiro = 12 pt Subscrito/sobrescrito = 8 pt Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt Símbolo = 18 pt Subsímbolo = 14 pt

Estatística:

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;

2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  $y = a + bx + cx^2 + \dots$ ;
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

Agradecimentos: logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

Referências: são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo, justificadas e separadas uma da outra por um espaço simples em branco. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS. Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

Alguns exemplos:

- Livro

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. Beef cattle. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

- Capítulo de livro

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. Melhoramento e produção do milho. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

- Monografia/Dissertação/Tese

EDVAN, R. L. Ação do óleo essencial de alecrim pimenta na germinação do matapasto. 2006. 18 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SILVA, M. N. da. População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

- Artigo de revista

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. *et al.* Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. *Revista Ciência Agronômica*, v. 37, n. 3, p. 280- 287, 2006.

- Resumo de trabalho de congresso

SOUZA, F. X.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Germinação de sementes de cajazeira (*Spondias mombin* L.) com pré-embebição em água e hipoclorito de sódio. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES*, 11., 1999, Foz do Iguaçu. Resumos... Foz do Iguaçu: ABRATES, 1999. p. 158.

- Trabalho publicado em anais de congresso

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS*, 9., 1994, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 1994. p. 16-29.

- Trabalho de congresso em formatos eletrônicos

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. *In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe*, 4., 1996, Recife. Anais eletrônicos... Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>>. Acesso em: 21 jan. 1997.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. *In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS*, 10., 1998, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

**Unidades e Símbolos:** As unidades e símbolos do Sistema Internacional adotados pela Revista Ciência Agronômica.

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	m	
Massa	quilograma	kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	---	$m s^{-1}$	$343 m s^{-1}$
Aceleração	---	$m s^{-2}$	$9,8 m s^{-2}$
Volume	metro cúbico, litro	$m^3$ , L*	$1 m^3$ , 1 000 L*
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	---	$kg m^{-3}$	$1.000 kg m^{-3}$
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	Pa	$1,013 \cdot 10^5 Pa$
Energia	joule	J	4 J
Potência	watt	W	500 W
Calor específico	---	$J (kg \text{ } ^\circ C)^{-1}$	$4186 J (kg \text{ } ^\circ C)^{-1}$
Calor latente	---	$J kg^{-1}$	$2,26 \cdot 10^6 J kg^{-1}$
Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	$\Omega$	29 $\Omega$
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	$W m^{-2}$	$1.372 W m^{-2}$
Concentração	mol/metro cúbico	$mol m^{-3}$	$500 mol m^{-3}$
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metro	$dS m^{-1}$	$5 dS m^{-1}$
Temperatura	grau Celsius	$^\circ C$	$25 \text{ } ^\circ C$
Ângulo	grau	$^\circ$	$30^\circ$
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em seqüência devem ser separados por ponto e vírgula (;). Ex: 2,5; 4,8; 25,3.

4. Lista de verificação - Revista Ciência Agronômica Visando a maior agilidade no processo de submissão de seu artigo, o Comitê Editorial da Revista Ciência Agronômica, elaborou uma lista de verificação para que o autor possa conferir toda a formatação do manuscrito de sua autoria, ANTES de submetê-lo para publicação. A lista foi elaborada de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica. Respostas NEGATIVAS significam que seu artigo ainda deve ser adaptado às normas da revista e a submissão de tais artigos implicará na sua devolução e

retardo na tramitação. Respostas POSITIVAS significam que seu artigo está em concordância com as normas, implicando em maior rapidez na tramitação.

#### A. Referente ao trabalho

1. O trabalho é original?
2. O trabalho representa uma contribuição científica para a área de Ciências Agrárias?
3. O trabalho está sendo enviado com exclusividade para a Revista Ciência Agronômica?

#### B. Referente à formatação

4. O trabalho pronto para ser submetido online está omitindo os nomes dos autores na versão Word?
5. O trabalho contém no máximo 20 páginas, está no formato A4, digitado em espaço duplo, incluindo as referências; fonte Times New Roman tamanho 12, incluindo títulos e subtítulos?
6. As margens foram colocadas a 2,5 cm, a numeração de páginas foi colocada na margem superior, à direita e as linhas foram numeradas de forma contínua?
7. O recuo do parágrafo de 1 cm foi definido na formatação do parágrafo? Lembre-se que a revista não aceita recuo de parágrafo usando a tecla "TAB" ou a "barra de espaço".
8. A estrutura do trabalho está de acordo com as normas, ou seja, segue a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências?
9. O título contém no máximo 15 palavras?
10. O resumo e o abstract apresentam no máximo 250 palavras?
11. As palavras-chave (key words) contêm entre três e cinco termos, iniciam com letra maiúscula e são seguidas de ponto?
12. A introdução contém citações atuais que apresentam relação com o assunto abordado na pesquisa e apresenta no máximo 550 palavras?
13. As citações apresentadas na introdução foram empregadas para fundamentar a discussão dos resultados?

14. As citações estão de acordo com as normas da revista?
15. As tabelas e figuras estão formatadas de acordo com as normas da revista e estão inseridas logo em seguida à sua primeira citação? Lembre-se, não é permitido usar “enter” nas células que compõem a(s) tabela(s).
16. As tabelas estão no formato retrato?
17. As figuras apresentam boa qualidade visual?
18. As unidades e símbolos utilizados no seu trabalho se encontram dentro das normas do Sistema Internacional adotado pela Revista Ciência Agronômica?
19. Os números estão separados por ponto e vírgula? As unidades estão separadas do número por um espaço? Lembre-se, não existe espaço entre o número e o símbolo de %.
20. O seu trabalho apresenta entre 20 e 30 referências sendo 60% destas publicadas com menos de 10 anos em periódicos indexados?
21. Todas as referências estão citadas ao longo do texto?
22. Todas as referências citadas ao longo do texto estão corretamente descritas, conforme as normas da revista, e aparecem listadas?

C. Observações:

1. Lembre-se que SE as normas da revista não forem seguidas rigorosamente, seu trabalho não irá tramitar. Portanto, é melhor retardar o envio por mais alguns dias e conferir todas as normas. A consulta de um trabalho já publicado na sua área pode lhe ajudar a sanar algumas dúvidas e pode servir como um modelo (acesse aos periódicos no site <http://www.ccarevista.ufc.br/busca>).

2. Caso suas respostas sejam todas AFIRMATIVAS seu trabalho será enviado com maior segurança. Caso tenha ainda respostas NEGATIVAS, seu trabalho irá retornar retardando o processo de tramitação.

Lembre-se: A partir da segunda devolução, por irregularidade normativa, principalmente em se tratando das referências, o mesmo terá a submissão cancelada e não haverá devolução da taxa de submissão. Portanto é muito importante que os autores verifiquem cuidadosamente as normas requeridas pela Revista Ciência Agronômica.

3. Procure SEMPRE acompanhar a situação de seu trabalho pela página da revista (<http://ccarevista.ufc.br>) no sistema online de gerenciamento de artigos.

4. Esta lista de verificação não substitui a revisão técnica da revista, a qual todos os artigos enviados serão submetidos.