



Características agronômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico

Elizabeth A. A. Duarte¹, Péricles de A. Melo Filho² & Roseane C. Santos³

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar os componentes agronômicos e o índice de colheita de genótipos de amendoim ereto e rasteiro submetidos a 27 dias de suspensão hídrica, no início da fase vegetativa. O experimento foi conduzido em casa de vegetação sob o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 8 x 2 (genótipos x tratamentos hídricos) com cinco repetições. As variáveis analisadas foram: peso seco da planta total, peso seco das raízes, altura da haste principal, produção de vagens planta⁻¹, índice de colheita e índice de tolerância à seca. Verificou-se que os genótipos eretos apresentaram melhor ajuste fisiológico quando submetidos ao estresse hídrico prolongado destacando-se genótipo 55 437 como mais tolerante. Todos os genótipos rasteiros foram sensíveis ao estresse hídrico, porém LViPE-06 foi menos sensível, sendo o mais promissor para geração de populações divergentes.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, tolerância à seca, semiárido, cultivar

Agronomic characteristics and harvest index of different peanut genotypes submitted to water stress

ABSTRACT

Upright and runner peanut genotypes were subjected to 27 days of water suspension, starting at vegetative phase and evaluated for their agronomical components and harvest index. The trial was carried out in a greenhouse using a completely randomized design, with factorial scheme 8 x 2 (genotypes x treatment), with five repetitions. The following variables were analysed: dry weight of the plant, dry weight of roots, main stem height, pods plant⁻¹, harvest index and index of tolerance to drought. It was found that upright genotypes had better physiological adjustment when submitted to prolonged water stress, among them genotype 55 437 was more tolerant. All runner genotypes were sensitive to water stress, however LViPE-06 was less sensitive revealing as a promising material for the generation of divergent population.

Key words: *Arachis hypogaea*, drought tolerance, semiarid, cultivar

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular/UESC, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, s/n, CEP 45662-900, Ilhéus, BA. Fone: (73) 3680-5183. E-mail: elizabethaad@gmail.com

² Área de Fitotecnia, Departamento de Agronomia/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 3320-6227. E-mail: pericles@depa.ufrpe.br

³ Área de Melhoramento Genético e Biotecnologia, Embrapa Algodão, Rua Oswaldo Cruz, 1143, Bairro Centenário, CEP 58428-095, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3182-4300. E-mail: roseane.santos@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O mercado atual de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Brasil é constituído, basicamente, por dois fortes segmentos, ou seja, de alimentos e o oleoquímico. Ambos atendidos por cultivares dos tipos Valência (hábito de crescimento ereto) e Virgínia (hábito de crescimento rasteiro) dependendo das demandas de cada região.

A região Sudeste é a principal produtora de amendoim detendo cerca de 80% da produção nacional, seguida da Nordeste, Sul e Centro-Oeste (CONAB, 2011). Nesta região o manejo é frequentemente explorado para se obter elevada produtividade; para tanto, os produtores adotam tecnologias de alto impacto com otimização de maquinários e insumos agrícola, em especial cultivares com ampla adaptação regional (Bolonhezi et al., 2005).

Na região Nordeste o manejo do amendoim é frequentemente explorado por pequenos produtores que cultivam no período de sequeiro e, invariavelmente, enfrentam as costumeiras estiagens as quais, dependendo do período, podem comprometer toda a lavoura (Santos et al., 2005; Melo Filho & Santos, 2010). Para esta região a adoção de cultivares precoces e adaptadas ao ambiente semiárido é imprescindível para que se consiga manter a lavoura com menor risco de frustração de safra e maior competitividade especialmente para pequenos e médios produtores que vivem da agricultura familiar.

O estresse hídrico é um dos fatores ambientais que mais interferem na produção das lavouras, ocasionado pela redução sazonal da disponibilidade hídrica no solo ou pela baixa capacidade de retenção devido à demanda evapotranspiratória da planta. Tais fatores são característicos em regiões áridas e semiáridas (Chaves & Oliveira, 2004; Duarte et al., 2011).

Os mecanismos de adaptação das plantas submetidas a estresses abiótico variam expressivamente em função dos genes envolvidos na rota de resistência porém vários autores reportam que plantas tolerantes desengatilham naturalmente processos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos, na tentativa de minimizar os efeitos causados pelo estresse (Nogueira et al., 2006; Azevedo Neto et al., 2010; Pereira et al., 2012).

Com a cultura do amendoim várias pesquisas envolvendo genótipos submetidos a períodos curtos e moderados de estresse hídrico têm demonstrado a plasticidade genética dessa oleaginosa para tolerar ambientes com baixa ou irregular disponibilidade hídrica (Nogueira et al., 2006; Azevedo Neto et al., 2010; Pereira et al., 2012). Apesar disto, vários autores reportam que, mesmo havendo tolerância, o estresse hídrico é crítico quando ocorre a partir da floração e no enchimento dos grãos devido à redução de assimilados fundamentais nesta fase, decorrente da falta ou limitação de água (Boyer & Westgate, 2004; Vadez et al., 2007; Jongrunklang et al., 2011). De acordo com alguns autores, as perdas são mais expressivas nos genótipos de hábito rasteiro podendo comprometer toda a produção (Vorasoot et al., 2003; Santos et al., 2005; 2010).

A Embrapa Algodão coordena um programa de melhoramento de amendoim voltado para o semiárido nordestino há 20 anos focalizando no desenvolvimento de cultivares de fácil manejo, ciclo curto e tolerante à seca (Santos et al., 2005). Para atender a tais demandas, torna-se necessária a identificação periódica de

genótipos promissores que atendam às exigências do produtor, assim como o mercado consumidor. Atualmente, a empresa detém, no mercado, quatro cultivares, sendo três de ciclo curto, elevada precocidade e tolerantes ao clima semiárido nordestino, denominadas BR 1, BRS 151 L7 e BRS Havana (Santos et al., 2005). Em estudos fisiológicos envolvendo relações hídricas e ajustamento osmótico em que essas cultivares foram submetidas a períodos curtos e moderados de estresse hídrico, foi demonstrado que todas elas possuem elevada tolerância ao estresse hídrico e habilidades para suportar escassez hídrica prolongada (Nogueira & Santos, 2000; Nogueira et al., 2006; Pereira et al., 2012).

A identificação de genótipos tolerantes à seca é a principal linha de pesquisa em programas de melhoramento genético voltados a ambientes semiáridos. Tal característica pode ser previamente estimada por meio de ensaios conduzidos em ambientes controlados submetendo-se as plantas a condições de supressão hídrica por períodos que simulem a duração dos veranicos nos ambientes para os quais o genótipo será posteriormente selecionado.

Neste trabalho avaliou-se a tolerância ao estresse hídrico em oito genótipos eretos e rasteiros de amendoim, todos com características agrônômicas de interesse para os programas de melhoramento genético, visando identificar os mais promissores para tolerar manejo em ambiente semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos foram cultivados em vasos (50 cm de diâmetro) contendo substrato comercial (Plantmax[®]) complementado com 15 g de superfosfato simples, 8 g de cloreto de potássio e 100 g de calcário dolomítico, em casa de vegetação.

Em cada vaso foram cultivadas quatro sementes desbastando-se duas plantas após a emergência. As regas foram realizadas diariamente mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo, seguindo metodologia proposta por Nogueira & Santos (2000). Aos 20 dias após a emergência os tratamentos foram diferenciados em controle (C) e as plantas foram mantidas com rega diária, e estresse (E) quanto então as plantas foram submetidas à suspensão total de rega durante 27 dias. Os registros de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados diariamente cujos valores se situaram nas faixas de 28 a 34 °C e 57 a 68%, respectivamente. A relação dos genótipos utilizados neste estudo se encontra na Tabela 1.

Tabela 1. Genealogia e descritores agrônômicos dos oito genótipos de amendoim utilizados neste estudo

Genótipo	Genealogia/origem	Ciclo (dias)	HC	GB	TV	TS	St/Vg
55 437	C/Nigéria	80-85	E	S	P	P	1-2
BR 1	C/Brasil	87-89	E	V	M	M	3-4
BRS 151 L7	C/Brasil	85-87	E	V	M	G	1-2
BRS Havana	C/Brasil	87-90	E	V	M	M	3-4
LV/PE-06	L/Brasil	120-125	R	Vi	G	EG	1-2
LGoPE-06	L/Brasil	120-125	R	Vi	G	EG	1-2
IAC Caiapó	C/Brasil	120-130	R	Vi	M	G	1-2
Florunner	C/USA	120-125	R	Vi	M	G	1-2

HC - Hábito de crescimento (E - Ereto; R - Rasteiro); GB - Grupo botânico (S - Spanish; V - Valência; Vi - Virgínia); TV - Tamanho da vagem e TS - tamanho da semente (P - Pequena, M - Média, G - Grande; EG - Extra grande); St/Vg - Quantidade de semente por vagem; C - Cultivar; L - Linhagem

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 8 x 2, com cinco repetições. A colheita foi iniciada aos 87 e 120 dias para os genótipos de porte ereto e rasteiro, respectivamente. Após a colheita as plantas de todos os tratamentos foram secadas em estufa a 65 °C, durante 72 h. As variáveis primárias analisadas foram: peso seco da planta (PSP), peso seco das raízes (PSR), altura da haste principal (AHP), produção de vagens planta⁻¹ (PVP) e a relação peso seco da raiz/peso seco da planta (PR/PP). A partir desses dados foram analisadas as variáveis secundárias: índice de colheita (IC), determinado por meio da Eq. 1 e o índice de tolerância à seca (ITS), determinado por meio da Eq. 2, conforme metodologia proposta por Nautyal et al. (2002).

$$IC = \frac{y}{p} \times 100 \quad (1)$$

$$ITS = \frac{ye}{yc} \quad (2)$$

em que:

- y - produção da planta
- yc - produção da planta controle
- ye - produção da planta sob estresse
- p - peso total da planta

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade utilizando-se o programa SAEG, versão 9.1 (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis primárias obtidas por meio dos genótipos eretos e rasteiros, submetidos a 27 dias de estresse hídrico, se encontram na Tabela 2. Verifica-se que houve diferença estatística significativa entre os genótipos e os tratamentos indicando que o estresse prolongado surtiu efeito negativo em todas as variáveis analisadas sendo mais expressivo nos genótipos de porte rasteiro confirmando as informações

encontradas na literatura (Vorasoot et al., 2003; Santos et al., 2010; Pereira et al., 2012).

De forma generalizada verificou-se que os genótipos de porte ereto, por terem ciclo mais curto, apresentaram melhor habilidade para se ajustar à escassez de água cuja perda na biomassa total, incluindo o sistema radicular e a produção de vagens, foi inferior a 60% (Tabela 2). O melhor ajuste, contudo, foi verificado na cultivar africana 55 437, que investiu menos na parte aérea para aliviar as perdas no sistema radicular. Com isto, a relação entre o peso seco da raiz e o peso seco da planta (PR/PP) se manteve em um patamar mais elevado que os demais genótipos eretos, o que garantiu, às plantas, menor perda na produção de vagens, de apenas 46%.

Apesar de ser uma cultivar pouco produtiva, característica de seu tipo botânico, a habilidade da 55 437 em se ajustar fisiologicamente quando em condições de estresse também tem sido reportada em outros trabalhos (Nogueira & Santos, 2000; Azevedo Neto et al., 2010; Pereira et al., 2012), o que a torna um excelente recurso genético em trabalhos de melhoramento visando tolerância ao estresse hídrico. A BRS 151 L7, por exemplo, descendente de cruzamento entre a 55 437 e a paulista IAC Tupã, é a cultivar de amendoim mais precoce no Brasil, com ciclo de apenas 85 dias (Santos, 2000) e mais adaptada ao ambiente semiárido (Nogueira et al., 2006; Gomes et al., 2007; Santos et al., 2010). Neste trabalho observa-se que entre as outras cultivares da EMBRAPA a BRS 151 L7 foi a que apresentou menor redução na produção de vagens diante do estresse imposto, com média de 55% (Tabela 2).

Com relação aos genótipos rasteiros e apesar da alta capacidade para produção de grãos, característica peculiar do grupo botânico Virgínia, a habilidade de se ajustar fisiologicamente quando em condições de estresse hídrico é geralmente mais baixa. Dependendo do local onde o germoplasma foi originado, contudo, o impacto na redução da produção pode ser menor em função de sua prévia adaptação. É o caso, por exemplo, do genótipo LViPE-06, uma landrace domesticada na região Nordeste que, neste trabalho, apresentou melhor ajuste de seu sistema radicular e menor redução na produção de vagens em comparação com os demais do mesmo grupo botânico (Tabela 2). Observa-se, ainda, nesta tabela, que

Tabela 2. Componentes agrônômicos dos genótipos eretos e rasteiros de amendoim submetidos a estresse hídrico

Trat.	Genótipos eretos				C.V. (%)	Genótipos rasteiros				C.V. (%)	
	BR 1	BRS 151 L7	55 437	BRS Havana		LGoPE-06	LViPE-06	IAC Caiapó	Florunner		
PSP (g)	C	46 aAB	49 aA	42 aB	46 aAB	4,6	152 aA	145 aAB	123aB	129 aB	15,9
	E	22 bAB	23 bAB	21 bAB	29 bA	3,9	60 bA	58 bA	45bB	40 bB	9,6
DC (%)	-	52,0	57,0	50,0	37,0	-	61	60	63	69	-
	C	38 aA	36 aA	29 aB	37 aA	3,5	22 aA	20 aA	14aB	16 aB	5,6
AHP (cm)	E	28 bA	25 bA	20 bB	27 bA	5,2	18 bA	18 aA	13aB	14 aB	7,8
	-	26,0	31,0	31,0	43,0	-	18	-	-	-	-
PSR (g)	C	4,8 aAB	4,7 aAB	5,0 aA	4,8 aAB	3,2	17,2 aA	16,9 aA	12,4 aB	13,0 aB	13,2
	E	2,6 bAB	2,5 bAB	2,9bA	2,6 bAB	2,9	4,3 bB	5,8 bA	3,0 bC	3,7 bBC	5,9
DC (%)	-	46,0	47,0	42,0	46,0	-	75	66	76	71	-
	C	10 bAB	10 aAB	12 bA	10 aAB	4,1	11 aA	12 aA	10 aAB	10 aAB	4,4
PR/PP (%)	E	12 aB	11 aB	14 aA	9 aC	5,9	7 bB	10 aA	7 bB	9 aA	6,2
	C	19 aA	20 aA	13 aB	21 aA	7,4	95 aA	90 aA	70 aB	72 aB	14,3
PVP (g)	E	8bAB	9 bA	7 bB	9 bA	5,6	28 bB	32 bA	20 bC	19 bC	15,8
	-	58,0	55,0	46,0	57,0	-	70	62	71	73	-

C - controle; E - estresse; DC - diferença com relação ao controle; PSP - peso seco da planta; AHP - altura da haste principal; PSR - peso seco das raízes; PR/PP - relação entre os pesos secos das raízes e da planta; PVP - produção de vagens/planta; C.V. - coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula, entre tratamentos e maiúscula entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Tabela 3. Índice de colheita e Índice de tolerância ao estresse nos genótipos eretos e rasteiros submetidos a 27 dias de estresse hídrico

	Trat.	Genótipos Eretos				C.V. (%)	Genótipos Rasteiros				C.V. (%)
		BR 1	BRS 151 L7	55 437	BRS Havana		LGoPE-06	LViPE-06	IAC Caiapó	Florunner	
IC (%)	C	41 aAB	41 aAB	31 aB	46 aA	4,4	63 aA	62 aA	57 aB	56 aB	6,3
	E	36 bAB	39 bA	33 aB	31 bB	4,9	47 bA	45 bAB	44 bAB	47 bA	4,7
DC (%)		12	5	-	33		25		23	16	
	ITS	0,42 B	0,45 B	0,54 A	0,43 B	3,7	0,30 B	0,36 A	0,29 B	0,27 B	3,3

C - controle; E - estresse; IC - índice de colheita; ITS - índice de tolerância à seca; DC - diferença com relação ao controle; C.V. - coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra minúscula, entre tratamentos e maiúscula entre genótipos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

os genótipos rasteiros sofreram menor impacto do estresse hídrico sobre a redução na altura da haste principal do que os genótipos eretos. Isto é justificável pelo fato de que, como o crescimento da cobertura vegetal nas plantas rasteiras é mais radial e próximo à superfície do solo, as hastes laterais sofrem maior impacto da escassez hídrica do que a haste principal, que frequentemente é curta e não carrega gemas floríferas (Santos et al., 2005). Ao contrário, nas plantas eretas o crescimento das hastes laterais acompanha a haste principal com suas várias gemas floríferas em seu crescimento indeterminado, o que as deixa mais vulneráveis quando a escassez hídrica acontece (Santos et al., 2005).

Na Tabela 3 se encontram as médias dos genótipos obtidas para as variáveis secundárias, Índice de colheita (IC) e Índice de tolerância à seca (ITS). Observa-se que, diferentemente de todos os demais materiais, a cultivar 55 437 foi a única que manteve o mesmo IC em ambos os tratamentos. Este resultado é interessante por denotar que, mesmo em estresse prolongado, a planta foi capaz de manter o parcionamento de fotossintatos de forma mais equilibrada, de modo a garantir a produção dos frutos. O que foi perdido na cobertura vegetal devido à escassez hídrica possivelmente foi compensado no sistema radicular possibilitando uma relação maior entre o peso das raízes e da planta total (ver PR/PP, Tabela 2).

A BRS 151 L7 também se ajustou bem nessas condições revelando uma redução de apenas 5% do IC com relação ao controle. Entre as rasteiras que em condições naturais têm IC mais elevado que as plantas eretas (Santos et al., 2005; Pereira et al., 2012), a Florunner revelou menores perdas quando em situação de estresse hídrico com média de 16%, enquanto os demais genótipos tiveram reduções superiores a 22%.

Com relação ao Índice de tolerância à seca (ITS) os valores encontrados neste trabalho variaram entre moderado, para as plantas eretas, a baixo, para as rasteiras, baseando-se no trabalho de Nautiyal et al. (2002), estando dentro do esperado em função do período prolongado de supressão hídrica à qual as plantas foram submetidas. Corroborando com as informações anteriores a 55 437 apresentou maior tolerância ao estresse em função do período de supressão hídrica à qual foi submetida (Tabela 3). As cultivares da EMBRAPA apresentaram tolerância mediana sendo este também um bom resultado considerando-se que todas são precoces e do grupo botânico (Valência).

Entre as plantas de porte rasteiro a linhagem LViPE-06 foi menos sensível ao estresse imposto (Tabela 3) que as demais do grupo. Por se tratar de um material de larga divergência genética (*A. hypogaea* sp. *hypogaea*) e com atributos agrônômicos atraentes para o mercado oleoquímico, este material tem sido utilizado nos programas de melhoramento de amendoim para

gerar novas variedades, como é o caso da BRS Pérola Branca, uma cultivar de porte rasteiro que herdou a precocidade e a adaptação ao semiárido da BR 1 (*A. hypogaea* ssp. *fastigiata*) e alta capacidade para produção de grãos e óleo da cultivar LViPE-06 (Santos et al., 2012) sendo o genótipo rasteiro, portanto, mais indicado para a região Nordeste do Brasil. Os genótipos LGoPE-06, IAC Caiapó e Florunner, apesar da alta capacidade de produção, são mais responsivos a ambientes com disponibilidade hídrica regular em função do ciclo mais longo, acima de 120 dias.

CONCLUSÕES

1. A cultivar precoce 55 437 tem melhor ajuste fisiológico sendo a mais tolerante ao estresse hídrico prolongado.
2. Todos os genótipos rasteiros deste estudo não toleram estresse hídrico prolongado sendo LViPE-06 a menos sensível.

LITERATURA CITADA

- Azevedo Neto, A.; Nogueira, R. J. M. C.; Melo Filho, P. A.; Santos, R. C. Physiological and biochemical responses of peanut genotypes to water deficit. *Journal of Plant Interactions*, v.5, p.1-10, 2010.
- Bolonhezi, D.; Godoy, I. J.; Santos, R. C. Manejo cultural do amendoim. In: Santos, R. C. (ed.) *Agronegócio do amendoim no Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2005, p.193-244.
- Boyer, J. S.; Westgate, M. E. Grain yield with limited water. *Journal of Experimental Botany*, v.55, p.2385-2394, 2004.
- Chaves, M. M.; Oliveira, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany*, v.8, p.1-20, 2004.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: Grãos, quarto levantamento. 2011. 41p. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2010_2011.pdf. 21Jul. 2012.
- Duarte, E. A. A.; Melo Filho, P. A.; Nogueira, R. J. M. C.; Lima, L. M.; Santos R. C. Prospecting of transcripts expressed differentially using ISSR markers in peanut submitted to water stress. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.15, p.1-7, 2011.
- Gomes, L. R.; Santos, R. C.; Anunciação Filho, C. J.; Melo Filho, P. A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de amendoim de porte ereto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.72, p.985-989, 2007.

- Jongrunklang, N.; Toomsan, B.; Vorasoot, N.; Jogloy, S.; Boote, K. J.; Hoogenboom, G.; Patanothai, A. Rooting traits of groundnut genotypes with different yield responses to pre-flowering drought stress. *Field Crops Research*, v.120, p.262-270, 2011.
- Melo Filho, P. A.; Santos, R. C. A cultura do amendoim no Nordeste: Situação atual e perspectivas. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, v.7, p.192-208, 2010.
- Nautyal, P. C.; Nageswara-Rao, R. C.; Joshi, Y. C. Moisture deficit induced change in leaf water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. *Field Crops Research*, v.74, p. 67-79, 2002.
- Nogueira, R. J. M. C.; Melo Filho, P. A.; Carvalho, R.; Santos, R. C. Comportamento estomático e potencial da água da folha em amendoim cv. BRS 151-L7 submetido a estresse hídrico. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v.10, p 985-991, 2006.
- Nogueira, R. J. M. C. N.; Santos, R. C. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, p.41-45, 2000.
- Pereira, W. P.; Melo Filho, P. A.; Albuquerque, M. B.; Nogueira, R. J. M. C.; Santos, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. *Revista Ciência Agrônômica*, v.43, p.766-773, 2012.
- SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 2007. CD-Rom
- Santos, R. C. BRS 151 17: Nova cultivar de amendoim para o Nordeste brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.665-670, 2000.
- 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*, v.43, p.72-77, 2012.
- Santos, R. C.; Godoy, J. I.; Fávero, A. P. Melhoramento do amendoim. In: Santos, R. C. (ed). *O agronegócio do amendoim no Brasil*. Campina Grande: EMBRAPA, 2005. p.123-192.
- Santos, R. C.; Rego, G. M.; Silva, A. P. G.; Vasconcelos, J. O. L.; Coutinho, J. 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.
- Vadez, V.; Krishnamurthy, L.; Gaur, P. M.; Upadhyaya, H. D.; Hoisington, D. A.; Varshney, R. K.; Turner, N. C.; Siddique, K. H. M. Large variation in salinity tolerance is explained by differences in the sensitivity of reproductive stages in chickpea. *Field Crops Research*, v.104, p.123-129, 2007.
- Vorasoot, N.; Songsri, P.; Akkasaeng, C.; Jogloy, S.; Patanothais, A. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut. *Journal of Science Technology*, v.25, p.283-288, 2003.