**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Crescimento e produção do amendoim Runner IAC 886 sob
diferentes lâminas de irrigação**

Danilo Gonçalves Gomes

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba
2016**

Danilo Gonçalves Gomes
Engenheiro Agrônomo

Crescimento e produção do amendoim Runner IAC 886 sob diferentes lâminas de irrigação

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientadora:

Profa. Dra. **PATRICIA ANGÉLICA ALVES MARQUES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Gomes, Danilo Gonçalves

Crescimento e produção do amendoim Runner IAC 886 sob diferentes lâminas de irrigação / Danilo Gonçalves Gomes. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.

86 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Arachis hypogaea* L 2. Ciclo de cultivo 3. Qualidade de grão 4. Manejo de irrigação
I. Título

CDD 635.659
G633c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus, pois sem Ele, nada seria possível.

As minhas: mães Vera de Oliveira Gonçalves e Herice Dourado Farias, tias Lucia de Oliveira Queiroz e Silvonice de Oliveira, avós Marieta de Oliveira e Silvina de Jesus.

Aos meus: pais José de Jesus Gomes e Marcos Dourado Farias, tios Givanildo de Oliveira Gonçalves e Nilson de Oliveira Gonçalves, e irmão Jean Gonçalves Gomes e a todos os familiares e amigos pela força e compreensão em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e bênçãos sem fim, por tudo que tenho, que sou e almejo ser.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e ao Programa de Engenharia de Sistemas Agrícolas, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado, onde estendo minha gratidão aos professores pelo conhecimento partilhado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Estudo.

A Prof.^a Dra. Patricia Angélica Alves Marques, pela Orientação e confiança dedicada nos últimos anos que trabalhamos juntos.

Ao Prof. Dr. Rubens Duarte Coelho, pela Co-orientação e apoio à condução deste trabalho, disponibilizando a área experimental para o desenvolvimento deste estudo, assim como, equipamentos e infraestrutura do projeto de Pesquisa FAPESP 2012/50083-7 sob sua coordenação, junto ao GEPIBE Grupo de Extensão e Pesquisa Integrada em Biomassa e Energia da ESALQ.

Aos professores Dr. Sérgio Nascimento Duarte, Dr. Fabio Ricardo Marin, e Dra. Maria Antônia Calori Domingues pelas valiosas sugestões, observações e conselhos no exame de qualificação.

À Davilmar Aparecida, Ângela Márcia, Paula Leme e Beatriz Duarte (Bia) pela atenção, respeito, organização e competência que tiveram para resolver os mais diversos problemas.

Ao pessoal de apoio do Departamento de Engenharia de Biosistemas dos encontros diários em especial à Seu Antônio, Gilmar Grigolon, Paula Bonassa, Luis Custódio e Yvan Jaoude, cuja amizade fica como legado.

Ao pessoal do Laboratório de tecnologia de Sementes da ESALQ pelo apoio durante as análises da qualidade de grão, notadamente a Helena Maria Chamma, Adilson de Jesus Teixeira e João Elias Jabur Filho, cuja amizade nunca será esquecida.

Ao meu parceiro de trabalho e amigo, Bruno Araújo pela constante ajuda ensinamentos, companhia, e por compartilhar as idas e vindas à casa de vegetação.

Ao Dr. Jefferson Vieira José pelo auxílio e paciência com a análise estatística.

A Livia Soares por auxiliar na revisão do texto.

Aos amigos que conquistei na Pós-Graduação, em especial à Luís Carvalho, Marcos Amaral, Jéfferson Costa, Arthur Sanches, Débora Souza, Asdrubal Farias, Maria Alejandra, Hugo Thaner, Alex Nunes, Otavio Neto e Hermes Soares pelos laço de amizade construídos, pelos bons momentos, risadas e companheirismo.

À minha família, amigos e todos que sempre torcem por mim.

Meu muito Obrigado!

"Não gosto dos que se acham com mérito por terem trabalhado penosamente. Porque, se o que fizeram foi penoso, seria por certo melhor que tivessem feito outras coisas. A sinceridade do meu prazer é o mais importante dos guias."

André Gide

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	19
LISTA DE SÍMBOLOS.....	21
1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 Aspectos econômicos	27
2.2 Aspectos botânicos	28
2.3 Aspectos agrônômicos	29
2.4 Cultivar Runner 886	30
2.5 Aspectos gerais da irrigação	31
2.6 Irrigação na cultura do amendoim	32
2.7 Manejo da irrigação	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Localização do experimento	35
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	36
3.3 Calagem e adubação	37
3.4 Plantio e estabelecimento das mudas	38
3.5 Sistema de irrigação.....	39
3.6 Tensiômetro de punção e tensímetro digital.....	41
3.7 Monitoramento da Irrigação.....	42
3.8 Monitoramento meteorológico	44
3.9 Variáveis biométricas	44
3.9.1 Taxa de crescimento absoluto, diâmetro de caule e número de folíolos quaternários	44
3.9.2 Área foliar, índice de área foliar, número de vagens e massa seca da planta	45
3.10 Avaliação dos componentes de produção	46
3.10.1 Estimativa da produtividade de grãos por hectare	46
3.10.2 Eficiência de uso da água	46
3.11 Avaliação qualitativa do grão.....	47
3.11.1 Teste de uniformidade (retenção em peneira).....	47

3.11.2 O peso de 100 sementes.....	48
3.11.3 Correção dos dados observados	49
3.12 Análise estatística	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Lâmina de irrigação total aplicada	51
4.1.1 Ciclo 1 (23 de janeiro a 24 de julho de 2015)	51
4.1.2 Ciclo 2 (02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016)	51
4.2 Condições meteorológicas.....	52
4.2.1 Ciclo 1 (23 de janeiro a 24 de julho de 2015)	52
4.2.2 Ciclo 2 (02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016)	53
4.3 Avaliação do crescimento	55
4.3.1 Altura de planta.....	56
4.3.2 Taxa de crescimento absoluto	58
4.3.3 Diâmetro de caule.....	59
4.3.4 Número de folíolos quaternários por planta	60
4.3.5 Índice de área foliar	62
4.3.6 Massa seca da parte aérea por planta.....	63
4.4 Avaliação dos componentes de produção	64
4.4.1 Número de vagens por planta.....	65
4.4.2 Produtividade de grãos	67
4.4.3 Eficiência de uso da água.....	70
4.5 Avaliação qualitativa das sementes de amendoim	71
4.5.1 Calibre da semente.....	72
4.5.2 Peso de 100 sementes	75
5 CONCLUSÕES.....	77
REFERÊNCIAS	79

RESUMO

Crescimento e produção do amendoim Runner IAC 886 sob diferentes lâminas de irrigação

O amendoim é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo. Sua importância está relacionada à diversidade de usos de seus grãos, sendo este rico em óleo, calorias, proteínas e vitaminas. Já é sabido que, com o uso da irrigação, pode-se duplicar seu rendimento. Porém, a técnica da irrigação deve buscar atingir a máxima produtividade com o menor consumo de água. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e épocas de colheita sobre o crescimento e a produção de grãos da cultivar de amendoim Runner IAC 886, em dois ciclos de cultivo. O experimento foi instalado sob um delineamento experimental em blocos aleatorizados, usando o esquema fatorial 4 x 2 x 2, uma vez que foi possível a realização da análise conjunta dos ciclos, para todas as variáveis resposta avaliadas. Os tratamentos foram compostos por quatro frações da lâmina de irrigação necessária para elevar a umidade do solo próximo da capacidade de campo (L1 = 50%, L2 = 75%, L3 = 100% e L4 = 125%), duas épocas de colheita (EC1 = 118 dias após a emergência, EC2 = 140 dias após a emergência), e dois ciclos de cultivo (C1 = cultivo entre 23 de janeiro a 24 de junho de 2015, C2 = cultivo entre 02 de setembro a 09 de janeiro de 2016). A unidade experimental foi constituída por uma caixa contendo 5 mudas de amendoim, espaçadas a 8 cm. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento e o manejo foi realizado com base em dados de umidade do solo obtidos a partir de leituras de tensiômetros. As lâminas de irrigação influenciaram todas as variáveis de crescimento e de produção, encontrando-se na lâmina de 125% os maiores valores. O fator época de colheita teve efeito significativo sobre a massa seca da parte aérea e a produtividade de grãos, sendo que a época de colheita 2 teve os maiores valores de massa seca da parte aérea (70,05 g) e de produtividade de grãos (5.578,97 kg ha⁻¹). O fator ciclo promoveu efeito em todas as variáveis de crescimento, produção e qualidade do grão, dos quais, no ciclo 1, se observou os maiores valores para as variáveis de produção e qualidade de grão, e no ciclo 2 se verificou os maiores valores para as variáveis de crescimento.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L; Ciclo de cultivo; Qualidade de grão; Manejo de irrigação

ABSTRACT

Growth and production of peanut Runner IAC 886 under different irrigation depths

The peanut is the fourth oleaginous most cultivated in the world. Its importance is associated to the diversity of use of its kernels, which are rich in oil, calories, proteins and vitamins. It is already known that using irrigation is possible to double its yield. However, the technique of irrigation must reach the maximum productivity with the least water consumption. The objective of this work was to evaluate the effects of different irrigation depths and harvest dates on growth and kernel production of the peanut cultivar Runner IAC 886 in two cultivation cycles. The experiment was conducted under randomized blocks experimental design, in factorial scheme 4 x 2 x 2, since it was possible to perform the joint analysis of cycles, for all characteristics evaluated. The treatments were consisting of four fractions of irrigation depths needed to raise the humidity from the soil to field capacity (L1 = 50%, L2 = 75%, L3 = 100% e L4 = 125%), two harvest dates (EC1 = 118 days after emergence, EC2 = 140 days after emergence), and two cultivation cycles (C1= from January 23 to June 24, 2015; C2= from September 02, 2015 to January 09, 2016). The experimental unit was constituted by a box containing 5 peanut seedlings, spaced by 8 cm. The irrigation system used was dripping and the irrigation management was carried out based on tensiometer readings. The irrigation depths have influenced all variables of growth and production, being that in the irrigation depth of 125% the highest values were found. The factor harvest date had significant effect on shoots dry weight and kernels productivity of peanut, in which the harvest date 2 showed the highest values of shoot dry weight (70.05 g) and peanut productivity (5,578.97kg ha⁻¹). The factor cycle affected all variables of growth, yield and kernel quality, which in the cycle 1 was observed the highest values for the variables of production and kernel quality, and in the cycle 2 the highest values for the variables of growth.

Keywords: *Arachis hypogaea* L; Cultivation cycle; Kernel quality; Irrigation management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área ocupada (ha) com a cultura do amendoim no Brasil, produção anual (T) e produtividade (T/ha). *dados estimados. Fonte: CONAB, 2015a.....	31
Figura 2 – Localização da casa de vegetação (a), vista frontal da casa (b), e vista geral interna do experimento (c).....	35
Figura 3 – Croqui de distribuição dos tratamentos na área experimental	36
Figura 4 – Plantio das mudas em bandejas plásticas (a), e transplântio das mudas de amendoim para as caixas de cimento amianto (b)	38
Figura 5 – Sistema de gotejamento contendo gotejadores autocompensantes com divisores de descarga de duas hastes	40
Figura 6 – Vazões dos gotejadores ($L\ h^{-1}$) durante o teste de uniformidade, no primeiro (a) e no segundo ciclo (b)	40
Figura 7 – Profundidade de instalação dos tensiômetros nas caixas de amianto	41
Figura 8 – Conjunto de tensiômetros e tensímetro digital utilizado durante o experimento (a); visão frontal do tensiômetro (b)	42
Figura 9 – Imagem da planilha do Software Microsoft Excel® utilizada para o manejo da irrigação.....	42
Figura 10 – Teste de retenção em peneiras.....	47
Figura 11 – Recipientes contendo sementes antes de serem levadas para estufa (a), recipientes armazenados em dessecador (b) e recipiente sendo pesado (c)	48
Figura 12 – Representação gráfica da temperatura ótima máxima ($T_{Oti_m\acute{a}x}$) e mínima ($T_{Oti_m\acute{i}n}$), temperatura crítica mínima ($T_{Crit_M\acute{i}n}$), temperatura máxima ($T_{M\acute{a}x}$), média ($T_{M\acute{e}d}$) e mínima ($T_{m\acute{i}n}$) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no primeiro ciclo (23 de janeiro a 24 de junho de 2015).....	53
Figura 13 – Representação gráfica da umidade relativa do ar máxima ($UR_{M\acute{a}x}$), média ($UR_{M\acute{e}d}$) e mínima ($UR_{M\acute{i}n}$), e da radiação total diária (RD_{Tot}) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no primeiro ciclo (23 de janeiro a 24 de junho de 2015).....	53

- Figura 14 – Representação gráfica da temperatura ótima máxima ($T_{Oti_m\acute{a}x}$) e mínima ($T_{Oti_m\acute{i}n}$), temperatura crítica mínima ($T_{Crit_M\acute{i}n}$), temperatura máxima ($T_{M\acute{a}x}$), média ($T_{M\acute{e}d}$) e mínima ($T_{m\acute{i}n}$) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no segundo ciclo (02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016) 54
- Figura 15 – Representação gráfica da umidade relativa do ar máxima ($UR_{M\acute{a}x}$), média ($UR_{M\acute{e}d}$) e mínima ($UR_{M\acute{i}n}$), e da radiação total diária (RD_{Tot}) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no segundo ciclo (02 de setembro a 09 de janeiro de 2016) 55
- Figura 16 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de altura de plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908) 57
- Figura 17 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados da taxa de crescimento absoluto de plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908) 58
- Figura 18 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de diâmetro de caule das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908) 60
- Figura 19 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de número de folíolos quaternários das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908) 61
- Figura 20 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados do índice de área foliar de plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908) 62
- Figura 21 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de massa seca da parte aérea das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908) 63

- Figura 22 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de número de vagens das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)66
- Figura 23 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de produtividade de grãos das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheitas 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)67
- Figura 24 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados da produtividade de água das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheitas 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo utilizado nos dois ciclos.....	37
Tabela 2 – Valores de umidade de saturação (θ_s) e residual (θ_r), dos parâmetros empíricos (α , n e m) do modelo de Van Genuchten, umidade do solo na capacidade de campo (θ_{cc}), no ponto de murcha permanente (θ_{pmp}) e capacidade de água total disponível do solo (CAD)	43
Tabela 3 – Lâmina total de irrigação (mm) aplicada durante o cultivo das plantas de amendoim no primeiro ciclo.....	51
Tabela 4 – Lâmina total de irrigação (mm) aplicada durante o cultivo das plantas de amendoim no segundo ciclo	52
Tabela 5 – Resumo da análise de variância conjunta dos caracteres altura de planta (AP), taxa de crescimento absoluto (TCA), diâmetro de caule (DC), número de folíolos quaternários por planta (NF), Índice de área foliar (IAF) e massa seca da parte aérea (MSF) de plantas de amendoim sob quatro lâminas de irrigação, duas épocas de colheita e dois ciclos	56
Tabela 6 – Resumo da análise de variância conjunta dos caracteres número de vagens por planta (NV), produtividade de grãos (PG) e eficiência de uso da água (W) de plantas de amendoim, sob quatro lâminas de irrigação, duas épocas de colheita e dois ciclos	65
Tabela 7 – Redução média na produtividade de grãos (%) de amendoim para as lâminas de 100%, 75%, 50% quando comparadas a lâmina de 125%.....	69
Tabela 8 – Resumo da análise de variância conjunta das diferentes peneiras (28, 26 e 24, 22, 20, 18) e do peso de 100 sementes (P100) de plantas de amendoim, sob quatro lâminas de irrigação, duas épocas de colheita e dois ciclos.....	72
Tabela 9 – Percentuais de grãos retidos nas diferentes peneiras (28, 26, 24, 22, 20, 18) em função da lâmina de irrigação e época de colheita para o 1º e 2º ciclo (C1 e C2).....	74
Tabela 10 – Peso de 100 sementes (P100) de amendoim em função da lâmina de irrigação e da época de colheita, para o 1º e 2º ciclo (C1 e C2)	75

LISTA DE SÍMBOLOS

AF	Área foliar (cm ²)
AFt	Área foliar total (cm ²)
AP1	Altura inicial da planta (cm)
AP2	Altura final da planta (cm)
Ca ⁺²	Cálcio
CUC	Coeficiente de uniformidade de Christiansen (%)
CUD	Coeficiente de uniformidade de distribuição (%)
DAE	Dias após a emergência
ETc	Evapotranspiração da cultura (mm dia ⁻¹)
i	Profundidade da camada de solo (cm)
IAF	Índice de área foliar (cm ² de folha/cm ² de solo)
K ⁺	Potássio
Li	Lâmina de irrigação (mm)
Lt	Lâmina total de irrigação aplicada durante o cultivo (mm)
MFF	Massa fresca da parte aérea (g)
MFR	Massa fresca das raízes (g)
MFV	Massa fresca das vagens (g)
MSF	Massa seca da parte aérea (g)
MSG	Massa seca de grãos (g)
MSR	Massa seca das raízes (g)

MSV	Massa seca das vagens (g)
N	Nitrogênio
NF	Número de folíolos quaternários por planta
NFt	Número de folíolos quaternários totais da caixa
NV	Número de vagens
P ₂ O ₅	Fósforo
Pf	Produtividade (kg ha ⁻¹) ou peso de grãos (g) corrigido para 8% de umidade
PG	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Pi	Produtividade (kg ha ⁻¹) ou peso de grãos (g) inicial
PRNT	Poder relativo de neutralização total (%)
Ps	Peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca (g)
Pu	Peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida (g)
Q	Vazão dos emissores derivada a cada caixa (L h ⁻¹)
S	Enxofre
Sc	Área da caixa de amianto (m ²)
T	Tara, peso do recipiente com sua tampa (g)
TCA	Taxa de crescimento absoluto (mm dia ⁻¹)
Ti	Tempo de irrigação (min)
U	Umidade do grão (%)
UE	Unidade Experimental

U_f	Umidade padrão indicada para o armazenamento do amendoim (%).
W	Eficiência de uso da água ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$)
Z_i	Espessura da camada (mm)
α	Parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão (kPa^{-1})
$\theta (\psi_m)$	Umidade volumétrica em função do potencial mátrico ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
θ_{cci}	Umidade volumétrica na capacidade de campo para a camada i ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
θ_i	Umidade volumétrica atual estimada para a camada i ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
θ_r	Umidade volumétrica residual do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
θ_s	Umidade volumétrica do solo saturado ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)
ψ_m	Potencial matricial do solo (kPa)
ΔT	Intervalo de tempo entre duas medições consecutivas (dias)

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* Lineu) possui alto valor socioeconômico, sendo a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo. A produção mundial de amendoim em casca em 2012 foi de 35,3 milhões de toneladas e 5,2 milhões de toneladas em óleo, obtidas em uma área de 20,8 milhões de hectares. A china foi o maior produtor, seguindo da Índia, Nigéria e Estados Unidos, o Brasil ocupou a 17ª posição. A produção mundial de óleo a partir de amendoim cresceu 84,5% desde 1974 até a 2012, neste ano, o amendoim foi responsável por 4% do total de óleo produzido no mundo (USDA, 2013).

O Brasil é um grande exportador deste grão e de produtos derivados; segundo a CONAB (2015a), na safra de 2014/15 foram produzidas 347 mil toneladas de grão, atingindo produtividade de 3.183 kg ha⁻¹, ocupando uma área de 108,9 mil hectares e existindo previsão de aumentar 9,5% em produção e 5,9% em produtividade para a próxima safra. Nessa mesma safra a saca de 25 kg de amendoim foi comercializada por R\$ 20,57 (CONAB, 2015b).

O amendoim aproveita bem o efeito residual de adubações anteriores, sendo excelente para rotações com outras culturas anteriormente adubadas, notadamente a cana-de-açúcar. Para atingir o potencial produtivo, as regiões devem contar com boa disponibilidade de chuvas, realizar controle de pragas e doenças e, também, manejo da fertilidade do solo.

A cultivar Runner IAC 886 se destaca internacionalmente, devido a sua semelhança com os grãos de outros países exportadores, como a Argentina, os Estados Unidos e a China. Por apresentar maior tamanho e uniformidade de grãos, essas cultivares são mais atraentes para a indústria.

Plantado em todo o território brasileiro, o amendoim se destaca na região Sudeste, na qual o estado de São Paulo lidera a produção, com aproximadamente 84,2% da área plantada e 88,7% da produção nacional na safra 2014/2015 (CONAB, 2015a).

A fisiologia da produção de uma cultura é um tópico importante sob o ponto de vista econômico e científico. É importante conhecer o hábito de crescimento ao longo do ciclo biológico de qualquer planta de valor econômico. O crescimento da planta em comunidades vegetais pode ser avaliado por intermédio de alguns

parâmetros, dentre os quais se destacam a produção de matéria seca e o índice de área foliar.

A água é um dos principais fatores de produção na agricultura e cada espécie de planta necessita de um adequado nível no solo para que suas necessidades fisiológicas sejam atendidas. O consumo de água por uma cultura, estimado pelo conhecimento do valor da evapotranspiração, é um parâmetro importante para se prever o desenvolvimento vegetativo e principalmente a produtividade. A deficiência de água no solo afeta praticamente todos os aspectos relacionados ao crescimento das plantas, reduzindo a área foliar, diminuindo a fotossíntese e afetando outros processos fisiológicos.

Em locais de clima seco, sabe-se que a irrigação aumenta consideravelmente a produtividade do amendoim. Já em locais de climas úmidos, pode ocorrer um pequeno aumento ou nenhum incremento de produtividade quando se aplica a irrigação (CÂMARA et al., 1983).

Sob a hipótese de que diferentes lâminas de irrigação e épocas de colheita afetem o crescimento e a produtividade do amendoim, desenvolveu-se o presente estudo com o objetivo principal de avaliar os efeitos das lâminas de irrigação e das épocas de colheita sobre o crescimento e produção de grãos da cultivar de amendoim Runner IAC 886, em dois ciclos de cultivo. Os objetivos secundários foram determinar a época de colheita associada à disponibilidade hídrica que proporcione máxima produtividade de grãos, assim como avaliar a qualidade do grão de amendoim, nos dois ciclos de cultivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos econômicos

Embora seja comercializado o ano inteiro, o consumo do amendoim é sazonal, com aumento da demanda por grãos e derivados ocorrendo a partir de maio até julho, devido aos eventos juninos, principalmente na região Nordeste do Brasil (SCARPIN; MUNDO NETO; MALAGOLLI, 2013).

Sua relevância para a economia está relacionada à diversidade de usos de seus grãos, que podem ser consumidos como alimento, tanto in natura como industrializado; é também utilizado pela indústria de conservas, biodiesel, óleos vegetais, e em padarias (SCARPIN; MUNDO NETO; MALAGOLLI, 2013). É um alimento rico em calorias, óleo, proteínas e vitaminas. Seu sabor agradável é apreciado em todo o Mundo, influenciando a economia de muitos países e integrando diversas cadeias de produção (MARTINS, 2013).

Apesar do alto valor calórico, o óleo presente no amendoim, por ser de origem vegetal, não contém colesterol. Sendo constituído em cerca de 80% por gordura insaturada, o amendoim é nutricionalmente adequado para o consumo humano (GODOY; MINOTTI; RESENDE, 2005).

A produção nacional de amendoim concentra-se no estado de São Paulo devido às condições favoráveis de clima e de solo, à tradição e conhecimentos adquiridos pelos produtores, ao desenvolvimento da pesquisa agrícola, à concentração da indústria processadora e ao potencial do mercado consumidor paulista (SANTOS; FREIRE; SUASSUNA, 2009).

No estado de São Paulo, o sistema de produção de amendoim está vinculado à cultura da cana-de-açúcar. Porém, este sistema se encontra bem consolidado em padrões de produção, pautados pela inovação, produtividade e qualidade do produto final (BARBOSA; HOMEM; TARSITANO, 2014). Segundo Martins (2010), é cultivado principalmente nas regiões de Ribeirão Preto e Jaboticabal, onde a cultura encontra espaço na renovação dos canaviais, com produção da safra das águas, que ocorre entre setembro e dezembro, correspondendo a primeira safra (CONAB, 2015a). É também cultivado na região de Marília e Tupã, onde a renovação de pastagens e canaviais torna disponíveis as

áreas para produção de duas safras: a safra das águas, e a safrinha que acontece entre janeiro e abril, correspondendo a segunda safra (CONAB, 2015a).

No ano de 2010, segundo Martins (2013), 25% do total produzido no estado paulista foi gerado na região de Jaboticabal, que apresentou produtividade de $3,7 \text{ t ha}^{-1}$, valor acima da média nacional ($3,2 \text{ t ha}^{-1}$); essa produção acontece, quase em sua totalidade, em áreas de renovação de canaviais, em que, a cada ano são renovados de 10 a 15% dos canaviais da região (BARBOSA; HOMEM; TARSITANO, 2014).

2.2 Aspectos botânicos

O amendoim é uma planta dicotiledônea, oleaginosa, herbácea e anual. Pertence à família Leguminosae e ao gênero *Arachis*, tendo como centro de origem a América do Sul, na região compreendida entre as latitudes 10° e 30° Sul (SANTOS et al., 1997; MORETZSOHN et al., 2004; BASTOS et al., 2012).

A classificação da espécie *Arachis hypogaea* está baseada na ausência ou presença de flores no eixo principal em duas subespécies, *hypogaea* e *fastigiata*. Essas são separadas em seis variedades botânicas, segundo o comportamento de crescimento, quais sejam subespécie *hypogaea*: *hypogaea* e *hirsuta*; subespécie *fastigiata*: *fastigiata*, *vulgaris*, *aequatoriana* e *peruviana*. O Brasil é o país que abriga o maior número de espécies (63 espécies), sendo que 46 são exclusivas do território brasileiro (FREITAS, 2003).

O amendoim apresenta um processo especial de frutificação, denominado geocarpia, em que uma flor aérea, após ser fecundada, produz um fruto subterrâneo. Da flor fecundada, forma-se um bastão (ginóforo) de estrutura mais ou menos rígida, que se alonga em direção ao solo, levando o ovário fecundado na sua extremidade, e penetrando no solo até cerca de 5 a 10 cm de profundidade, iniciando-se a formação do fruto, que é uma vagem indeiscente (GODOY; MINOTTI; RESENDE, 2005).

Quando 70% das vagens atingem a fase de maturação fisiológica completa, dá-se início à colheita. Como regra geral, as plantas encontram-se na fase final de maturação quando a vagem está com textura fina e sua face interna tem manchas de coloração marrom. Geralmente as cultivares de porte rasteiro são colhidas entre 120 a 135 dias após a emergência na região Sudeste (SANTOS et al., 2013).

2.3 Aspectos agronômicos

Agronomicamente o amendoim é classificado, segundo caracteres vegetativos e reprodutivos, como pertencente aos grupos Valência (*Arachis hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *fastigiata*), Virgínia (*A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*) e Spanish (*A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *vulgaris*) (GODOY et al., 1999). Segundo Romanini Junior (2007), os grupos mais cultivados no Brasil são o Valência e o Virgínia.

No aspecto fenológico, as fases de crescimento e desenvolvimento nos genótipos do tipo Virgínia são particularmente definidas, mas podem variar, dependendo do local e das condições climáticas, principalmente da temperatura, onde são cultivados. No Estado de São Paulo, com semeadura no período das águas (setembro-outubro), os genótipos do grupo Virgínia começam a florescer entre 35 a 40 dias e o final do ciclo ocorre entre 120 a 140 dias após a emergência (DAE) (SANTOS et al., 1997).

Cultivares rasteiras apresentam vantagens em relação às eretas, como adequação ao arranquio e ao enleiramento mecanizado, alto potencial produtivo, grãos tipo exportação, sementes dormentes no momento da colheita e reduzida porcentagem de brotação indesejável (TASSO JUNIOR; MARQUES; NOGUEIRA, 2004). Para plantas rasteiras, os espaçamentos mais usados são 80 ou 90 cm entre linhas e 5 a 10 cm entre plantas, atingindo densidade de semeadura entre 12 a 15 sementes por metro; o consumo com sementes situam-se entre 70 a 140 kg ha⁻¹ (GODOY; MINOTTI; RESENDE, 2005). Com a introdução dos arrancadores/invertedores mecânicos na colheita do amendoim, cujos sulcadores que promovem o arranquio estão distanciados em 0,90 m, tem-se utilizado mais o espaçamento entre linhas de 0,90 m, visando viabilizar a colheita mecanizada (ROMANINI JUNIOR, 2007).

O amendoim pode ser cultivado em quase todos os tipos de solo, atingindo melhores rendimentos naqueles com fertilidade razoável, bem drenado e de textura arenosa, favorecendo a penetração dos ginóforos e o desenvolvimento das vagens. Solos mais argilosos podem aumentar as perdas na colheita e geram problemas com a aderência de terra nas vagens, depreciando o aspecto visual do produto (BOLONHEZI; GODOY; SANTOS, 2013).

É uma planta de baixa exigência nutricional e apresenta a seguinte ordem de absorção de elementos químicos: nitrogênio (N) > potássio (K⁺) > cálcio (Ca²⁺) (MALAVOLTA, 1980). Segundo Godoy et al. (2014), a planta de amendoim é relativamente tolerante à acidez; porém, preferencialmente requer a aplicação de calcário dolomítico, até dois meses antes da semeadura, a fim de elevar o índice de saturação por bases a 60% e garantir o fornecimento de cálcio e magnésio, nutrientes nos quais o amendoim é particularmente exigente.

A planta de amendoim supre na quase totalidade sua necessidade de nitrogênio via fixação simbiótica, por meio de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. formando nódulos nas raízes (MALAVOLTA, 1980; QUAGGIO; GODOY, 1997; GODOY et al., 2014). Nos nódulos, o nitrogênio atmosférico é reduzido e transferido para a planta, a qual pode desenvolver-se independente da adição de adubo nitrogenado (NOVO et al., 1998).

2.4 Cultivar Runner 886

A cultivar Runner IAC 886 pertence ao grupo Virgínia; apresenta porte rasteiro, ciclo variando de 125 a 130 dias, vagens de coloração bege, geralmente com duas sementes grandes, tegumento das sementes de cor rosada e com dormência. Não produz flores na haste principal; suas ramificações primárias crescem horizontalmente e se espalham pelo solo emitindo alternadamente gemas reprodutivas ou ramificações secundárias e terciárias, formando uma arquitetura espessa. Possui um alto potencial produtivo, chegando a atingir, em condições favoráveis de clima, fertilidade do solo e controle de doenças, 7.000 kg ha⁻¹ (GODOY; MINOTTI; RESENDE, 2005).

Apesar do alto potencial produtivo a produtividade brasileira não ultrapassou a marca de 3.500 kg ha⁻¹ (Figura 1). O uso de tecnologias, como a irrigação pode ser um grande aliado para elevar a produtividade nacional.

Figura 1 – Área ocupada (ha) com a cultura do amendoim no Brasil, produção anual (T) e produtividade (T/ha). *dados estimados. Fonte: CONAB, 2015a.

A cultivar Runner IAC 886 descende da cultivar multilinha Florunner, de origem americana. As sementes foram cedidas na década de 70 pelo programa de melhoramento da Flórida (EUA) e introduzidas na coleção de germoplasma do IAC com o número 886 (GODOY et al., 2003). No estado de São Paulo é a cultivar rasteira mais difundida entre os agricultores (TASSO JUNIOR; MARQUES; NOGUEIRA, 2004).

2.5 Aspectos gerais da irrigação

A agricultura irrigada é a atividade humana que demanda a maior quantidade de água; em termos mundiais, cerca de 70% da água doce disponível para consumo é utilizada pela irrigação, sendo que nos países em desenvolvimento este valor pode chegar até 95%, causando conflitos em relação aos demais usos da água (PAULINO et al., 2011). As estatísticas de irrigação demonstram o importante papel da agricultura irrigada no mundo e a necessidade de aumentar a eficiência de uso de água nesta atividade agrícola. Embora a espécie cultivada e o genótipo, junto com a energia solar disponível, sejam de vital importância para a eficiência de uso da água, a disponibilidade de água é frequentemente o elemento crítico mais importante na agricultura (FRIZZONE; LIMA; COSTA, 2014).

A irrigação vem aumentando a eficiência da produção mundial de alimentos, auxiliando na geração de empregos e renda. A água é fundamental para o acréscimo da produção nas plantações, devendo-se utilizá-la da melhor forma possível (ARAGÃO et al., 2012). O método de irrigação localizada se caracteriza pela aplicação da água em determinada fração de solo explorado pelas raízes, de forma pontual ou em faixa contínua, em pequenas intensidades, com alta frequência, conservando a umidade em níveis considerados ótimos para a cultura (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). Segundo Faria (2013), a irrigação localizada aumenta a segurança da prática agrícola e a obtenção de um produto mais competitivo, pela melhor qualidade e por permitir produção em diferentes épocas do ano.

A região Sudeste tem cerca de 4,4 milhões de hectares aptos para irrigação e sua área irrigada em 2006 era de 1,5 milhões hectares. Houve aumento da área irrigada em mais de 650 mil ha, com destaque para o estado de São Paulo, que teve uma expansão de 330 mil hectares (PAULINO et al., 2011).

2.6 Irrigação na cultura do amendoim

O amendoim possui sistema radicular pivotante bem desenvolvido, com muitas raízes laterais, que podem atingir até 1,8 m de profundidade, entretanto a maior parte do sistema radicular encontra-se, na camada de 0,3 a 0,6 m (DOORENBOS; KASSAM, 1994).

No Brasil, essa oleaginosa tem sido tradicionalmente cultivada em condições de sequeiro, sujeita ao elevado risco causado pelas variações do clima, incluindo a instabilidade de chuvas, ocasionando baixas produções. Recomendando-se a irrigação a fim de garantir a disponibilidade de água durante todo o ciclo (SANTOS et al., 2010). A irrigação é uma prática que permite a redução dos riscos e possibilita que as culturas expressem seus potenciais de produção, além de proporcionar um produto com melhor qualidade (SILVA et al., 2010).

Segundo Godoy et al. (2014), quando ocorrem períodos de estiagem antes da colheita, no período que compreende as últimas 4 a 6 semanas antes do final do ciclo, há um grande risco de contaminação dos grãos por aflatoxinas em níveis muito elevados. Desta forma, o cultivo do amendoim em áreas irrigadas ou com irrigação suplementar tem se constituído em uma das recomendações de maior

efeito na prevenção da contaminação pré-colheita por aflatoxinas (SUASSUNA et al., 2008; GODOY et al., 2014).

Sabe-se que o amendoim responde bem à irrigação. Porém, a técnica da irrigação deve buscar atingir a máxima produtividade com o menor consumo de água. Por tratar-se de uma cultura com plantio muito adensado, os sistemas de irrigação mais indicados são por aspersão e por microaspersão (SANTOS; FREIRE; SUASSUNA, 2009). Silva e Rao (2006), estudando o consumo de água na cultivar BR-1, caracterizaram o consumo hídrico em três fases distintas: da emergência até o início da floração, o consumo é relativamente baixo; da floração à formação das vagens, o consumo hídrico é crescente e proporcional ao crescimento e desenvolvimento da cultura e da formação das vagens até a maturação das sementes, o consumo hídrico é estável e totalmente dependente das condições ambientais.

2.7 Manejo da irrigação

Com a escassez de água, a otimização do uso dos recursos hídricos torna-se imprescindível nos dias atuais, tornando-se necessário um manejo correto da irrigação, o qual identifique as lâminas de água ideais para se obter uma equilibrada produção das culturas a serem irrigadas (CARVALHO et al., 2011)

A perda por evaporação do solo e pela transpiração das plantas, conjuntamente, se denomina evapotranspiração; para se determinar a evapotranspiração, várias técnicas de medidas e modelos de estimativa têm sido propostas e utilizadas (SILVA; RAO, 2006). Como exemplo citam-se as técnicas que utilizam lisímetros ou tensiômetros, e modelos como a equação de Penman-Monteith, entre muitos outros.

O conhecimento de como a água se comporta no solo é fundamental no momento da tomada de decisões relacionadas ao manejo dos cultivos. Nesse sentido, uma variável indispensável a ser mensurada é a energia com que a água está retida pela fração sólida do solo, qual seja, o chamado potencial mátrico (BRITO et al., 2009). Esse potencial representa a força que as raízes das plantas fazem para absorver a água do solo, sendo que quanto mais úmido se encontra o solo, menos força será feita pelas plantas.

O potencial mátrico pode ser estimado pelo método tensiométrico; neste método a determinação da umidade do solo é feita de forma indireta, a partir da tensão com que a água está retida no solo. Portanto, para se quantificar a umidade pela tensiometria, faz-se necessário o conhecimento da curva de retenção de água no solo, que permite correlacionar o potencial matricial com a umidade (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

O tensiômetro é um aparelho simples e barato, que não requer qualquer fonte de energia (FARIA; COSTA, 1987). Segundo Coelho e Teixeira (2004), o funcionamento do tensiômetro baseia-se no equilíbrio entre a solução do solo e a água contida no interior do tensiômetro. Caso a água do solo esteja sob tensão, ela exercerá uma sucção sobre o instrumento, retirando água deste, fazendo com que a pressão interna diminua. Como o instrumento é vedado, ocorre à formação de um vácuo; a leitura dessa tensão negativa fornece o potencial matricial da água no solo (BASSOI; NASCIMENTO, 2012; CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

O tensímetro digital é o aparelho utilizado para realizar a leitura desta tensão negativa. Esse instrumento possui, segundo Marthaler et al. (1983), um transdutor de pressão utilizado como elemento sensível para transmitir um sinal correspondente à tensão no interior do tensiômetro no momento da leitura. Esse sinal é mostrado digitalmente no visor do instrumento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

A pesquisa foi desenvolvida no município de Piracicaba, SP, situado nas coordenadas geográficas 22° 42' 32" S e 47° 37' 45" W, a altitude aproximada de 548 m. Piracicaba possui clima do tipo Cwa no sistema Koppen, denominado subtropical úmido, e caracterizado por estiagem no inverno e chuvas no verão, temperaturas maiores que 22°C no mês mais quente e menores que 18°C no mês mais frio. O experimento foi desenvolvido em um esquema de parceria de pesquisa com o grupo GEPIBE - Grupo de Extensão e Pesquisa Integrada em Biomassa e Energia (Projeto FAPESP 2012/50083-7), coordenado pelo Prof. Rubens Duarte Coelho da ESALQ-USP.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (Figura 2), na área experimental do Departamento de Engenharia de Biossistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), ocorrendo dois ensaios. Ambos se iniciaram em 2015, sendo que o primeiro ocorreu entre 23 de janeiro a 24 de julho e o segundo entre 02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016.

Figura 2 – Localização da casa de vegetação (a), vista frontal da casa (b), e vista geral interna do experimento (c)

As unidades experimentais (UE), compostas por uma caixa de amianto contendo uma linha com 5 plantas, espaçadas a 0,08 metros, foram distribuídas em uma área útil de 160 m², contendo 64 caixas de cimento amianto com capacidade para 100 L, com dimensões de 0,60 x 0,40 x 0,45 m, comprimento, largura e altura, respectivamente. As caixas foram distribuídas em quatro faixas espaçadas de 0,80 m entre linhas e 0,50 m entre caixas, mantendo uma distância de 1,0 m das laterais da estufa, sendo mantidas acima do chão por dois blocos de concreto (Figura 3).

Figura 3 – Croqui de distribuição dos tratamentos na área experimental

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento experimental de blocos aleatorizados, arranjados em esquema fatorial ($4 \times 2 \times 2$). Os tratamentos constaram da combinação dos fatores: quatro frações da lâmina de irrigação necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo ($L1 = 50\%$, $L2 = 75\%$, $L3 = 100\%$ e $L4 = 125\%$), duas épocas de colheita ($EC1 = 118$ dias após a emergência, $EC2 = 140$ dias após a emergência) e dois ciclos de cultivo ($C1 =$ cultivo entre 23 de janeiro a 24 de julho de 2015 (2ª safra segundo a CONAB, 2015a); e $C2 =$ cultivo entre 02 de setembro a 09 de janeiro de 2016 (1ª safra segundo a CONAB, 2015a), utilizando quatro blocos.

3.3 Calagem e adubação

Para a condução do experimento, utilizou-se um solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa, conhecido localmente como “série Sertãozinho”. O enchimento das caixas com o solo foi realizado em experimento anterior, aonde se conduziu cultura da cana-de-açúcar. Foi colocado uma camada de aproximadamente 3 cm de pedrisco no fundo das caixas, cobrindo-a com manta de bidim e preenchendo-as com solo até atingir 40 cm de profundidade.

Para análise química, foram coletadas duas amostras compostas de solo, utilizando um trado Holandês, nas profundidades de 0 a 0,20 e de 0,20 a 0,40 m; as amostras foram enviadas ao laboratório de análises químicas do Departamento de Solos da ESALQ. Houve a necessidade de realizar calagem para o primeiro ciclo, conforme o resultado da análise de solo realizada (Tabela 1), incorporando 21,6 g de calcário dolomítico por caixa (PRNT = 71%), visando ajustar a saturação por bases (V%) para 70%, 60 dias antes do transplântio.

Após distribuir o calcário sobre as caixas, escarificou-se o solo, promovendo a descompactação do solo e a incorporação do calcário. Na sequência, seguindo recomendação de Godoy et al. (2014), aplicou-se no momento do transplântio 1,2 g de ureia (40% de N); 30 g de fosfato supersimples (18% de P_2O_5 , 16% de Ca e 8% de S); e 3,6 g de cloreto de potássio (60% de K) por caixa. Para o segundo ciclo não foi necessário realizar a calagem, aplicando-se no transplântio 2,4 g de ureia (40% de N); 30 g de fosfato supersimples (18% de P_2O_5 , 16% de Ca e 8% de S); e 5,4 g de cloreto de potássio (60% de K) por caixa, seguindo recomendação de Godoy et al. (2014).

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo utilizado nos dois ciclos

Profundidade Cm	pH CaCl ₂	P-resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+AL mmolc dm ⁻³	Al	S.B	CTC	Sat. Bases V%	Sat. Al m%
1ª Ciclo											
0 – 20	5,6	26	1,3	19	7	20	<1	27,3	47,3	58	0
20 – 40	5,6	26	1,1	17	7	25	<1	25,1	50,1	50	0
2ª Ciclo											
0 – 20	5,5	24	0,9	18	8	12	<1	26,9	38,9	69	4
20 – 40	5,2	19	0,7	15	5	15	<1	20,7	35,7	58	5

Fósforo (P-resina); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); hidrogênio + alumínio (H + Al); soma de bases (S.B); capacidade de troca catiônica (CTC);

3.4 Plantio e estabelecimento das mudas

Foram preparadas mudas da cultivar de amendoim Runner IAC 886 seguindo as recomendações de Godoy et al. (2014), a partir de semeadura em bandejas de polipropileno de 32 células (Figura 4a), com substrato para mudas da Basaplant®, contendo uma semente por célula. As bandejas foram instaladas sobre estrutura de telado suspensa, de modo a facilitar o manejo das mesmas e também para proporcionar perfeita drenagem da água de irrigação. As irrigações das mudas foram realizadas diariamente sem restrição hídrica, de modo a manter o substrato úmido, favorecendo assim o pleno desenvolvimento das mudas.

No primeiro ciclo, o transplântio para as caixas contendo o solo ocorreu aos 29 dias após a emergência, e no segundo ciclo ocorreu aos 32 dias após a emergência; selecionando mudas semelhantes quanto ao vigor e a altura. Foram transplantadas cinco mudas por caixa (Figura 4b), totalizando 320 mudas transplantadas. Para posicionar as mudas no centro da unidade experimental e garantir que cada uma teria a mesma distância entre plantas dentro da UE, se utilizou uma régua milimetrada para marcação das covas.

Com o objetivo de garantir melhor taxa de sobrevivência das mudas e acomodação do solo revolvido, realizou-se irrigação de todas as caixas, após o transplântio, até se atingir a capacidade de campo.

Figura 4 – Plantio das mudas em bandejas plásticas (a), e transplântio das mudas de amendoim para as caixas de cimento amianto (b)

Depois de transplantadas, as plantas foram irrigadas durante 15 dias, com a mesma lâmina de irrigação, de forma a proporcionar desenvolvimento inicial uniforme. Diariamente, durante todo o período de cultivo das plantas, realizou-se monitoramento visual com interesse de identificar possíveis problemas fitossanitários e nutricionais que pudessem dificultar o desenvolvimento das plantas.

Durante a condução do experimento, foram realizadas práticas de manejo cultural, englobando o controle fitossanitário de pragas e doenças como ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), lagarta mede-palmo (*Pseudoplusia includens*), tripes-do-amendoim (*Enneothrips flavens*) e mancha castanha conhecida como cercosporiose, cujo o agente causal é o fungo *Cercospora arachidicola* Hori; as plantas invasoras foram retiradas manualmente. O controle de pragas foi feito com aplicação dos inseticidas Actara® 250 WG (Tiametoxam 25% m/m) na dose de 0,140 L ha⁻¹, Engeo™ Pleno (Tiametoxam 14,1% m/v) na dose de 0,150 L ha⁻¹, e Abamectin Nortox (Abamectina 1,8% m/v) na dose de 0,30 L ha⁻¹. Para o controle de fungos aplicou-se o fungicida Opera® (Piraclostrobina 13,3% m/v; Epoxiconazol 5,0% m/v) na dose de 0,60 L ha⁻¹. As aplicações iniciaram-se aos 34 dias após a emergência, com o início do aparecimento das pragas e doenças, e continuaram com o intervalo de um mês, utilizando-se uma bomba costal de 20 L.

3.5 Sistema de irrigação

Utilizou-se de um sistema de irrigação por gotejamento, já instalado na casa de vegetação para realização de experimento anterior, no qual se utilizaram, em cada caixa dois tubos gotejadores autocompensantes (PCJ-CNL), tipo botão, com vazão de 8 L h⁻¹. A fim de melhorar a distribuição da vazão dos gotejadores e a uniformização da área molhada, foram conectados divisores de descarga com duas hastes (Figura 5).

Para a pressurização do sistema utilizou-se de uma motobomba KSB – C500N® com potência do motor de 0,5 cv e pressão de aproximadamente 20,0 mca para vazão estimada de 512 m³ h⁻¹ (quando todas as unidades experimentais estavam abertas). Utilizou-se também um reservatório de água com volume de 0,5 m³. O sistema de irrigação contava com chave de partida e sistema de filtragem de discos. Para individualizar a vazão havia quatro pontos contendo oito registros cada, sendo que cada registro controlava a vazão de 3 caixas.

Figura 5 – Sistema de gotejamento contendo gotejadores autocompensantes com divisores de descarga de duas hastes

Todos os gotejadores foram avaliados em condição de trabalho para verificar a vazão, e os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de distribuição (CUD). No primeiro ciclo, o resultado para o CUC foi igual a 96,7%, e para o CUD igual a 92,1%, atingindo vazão média de 7,98 L h⁻¹; no segundo ciclo, o resultado para o CUC foi igual a 97,3%, e para o CUD igual 93,9%, com vazão média de 7,68 L h⁻¹ para os gotejadores (Figura 6). De acordo com a classificação de Mantovani (2002), o desempenho do sistema de gotejadores foi considerado excelente em ambos os ciclos.

BLOCO 1		BLOCO 4		BLOCO 2		BLOCO 3		BLOCO 1		BLOCO 4		BLOCO 2		BLOCO 3	
Gotejador		Gotejador		Gotejador		Gotejador		Gotejador		Gotejador		Gotejador		Gotejador	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
7,1	7,8	7,7	8	8,2	7,6	7,9	7,6	7,35	7,5	7,95	7,5	7,95	7,95	7,35	8,1
8	7,5	8,1	7,7	7,9	7,5	7,9	7,2	7,5	7,95	7,65	7,35	7,65	7,5	7,65	7,65
7,9	8	8	8,1	8	8,1	8	7,8	7,95	7,5	7,5	7,8	7,65	7,8	7,35	7,5
7,9	7,7	8,1	7,8	8,2	7,5	7,5	7,9	7,8	7,65	7,95	7,5	7,8	7,35	7,35	7,35
8,1	8,3	8,4	7,9	7,8	7,8	7,9	7,7	7,65	7,5	7,8	7,65	7,65	7,65	7,8	7,65
8	7,9	7,8	8,3	8,3	7	8,3	7,5	7,8	7,8	7,8	7,5	7,2	7,5	8,25	7,8
8	8,2	8,3	8,4	8	8	8,1	7,7	7,65	7,65	7,8	8,1	7,5	7,95	7,5	7,2
8,3	8	7,5	8,2	8,1	8,4	8,4	8,3	7,8	7,5	7,65	7,5	7,8	7,5	7,95	8,25
8,3	8,3	7,7	8	8,6	8,1	8	8,1	7,5	7,95	7,5	7,65	7,95	7,95	8,1	7,65
8,4	8,6	8,3	8,5	8,4	7,7	8,1	8,4	7,65	7,8	7,8	7,8	7,65	7,5	7,95	7,5
7,6	8,1	8,1	8,4	8,8	8,2	8,7	8,5	7,8	7,8	7,5	7,65	7,65	7,8	7,95	7,95
8,1	8,4	8,5	8	8,4	8,5	8,4	8,8	7,5	7,8	7,95	7,8	7,8	7,5	8,25	8,1
7,7	7,8	8,6	8,6	7,9	8,1	7,8	7,7	8,1	7,65	7,8	7,65	7,8	7,95	7,8	7,5
7,9	8,1	8,1	8	7,9	7,8	8,1	7,9	7,95	7,95	8,55	7,8	7,65	7,5	7,95	7,35
7,8	8,2	7,7	7,9	7,7	7,7	8,1	7,8	7,95	7,5	7,2	7,8	7,5	7,2	7,95	7,8
8,1	8,3	7,7	7,8	8,5	8,2	8	7,6	7,65	7,65	7,8	8,1	7,65	7,5	7,65	7,5
8,1	8,3	7,8	8	7,2	8,1	7,9	8,1	7,5	8,25	7,8	7,8	7,8	7,65	7,5	7,8
7,1	7,7	8,2	7,9	8	8,2	7,9	8	7,65	7,95	7,8	8,85	7,2	7,65	7,95	7,95
8	7,9	7,2	7,7	8,1	8,1	7,9	8	7,8	7,5	7,8	7,65	7,8	7,5	7,35	7,2
7,9	8,1	7,8	8	8,8	8,1	7	7,9	7,5	7,2	8,1	7,5	7,5	7,8	7,35	7,35
7,9	7,7	8,3	8,3	7,8	8,1	7,8	8	7,5	7,35	7,95	7,65	7,65	7,5	7,5	7,5
8,3	7,6	7,9	8	8,2	7,9	7,2	8,2	7,95	7,65	7,65	7,65	7,95	7,65	7,65	7,5
8	7,9	7,2	8,1	7,3	7,8	8,1	7,2	7,65	7,65	7,65	7,8	7,8	7,5	7,2	7,8
8,3	7,1	8,2	8,3	8	8,2	7,8	7,3	6	6,1	7,5	7,8	7,95	7,8	7,8	7,35

Figura 6 – Vazões dos gotejadores (L h⁻¹) durante o teste de uniformidade, no primeiro (a) e no segundo ciclo (b)

3.6 Tensiômetro de punção e tensímetro digital

Os tensiômetros foram instalados em 4 caixas que receberam a lâmina L3 (100%), lâmina de referência para o manejo dos demais tratamentos, na qual a irrigação visava manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Foram instalados 3 tensiômetros por caixa, nas profundidades de 0,15 m, 0,25 m e 0,35 m, representando as camadas de 0,0 - 0,20 m, 0,20 - 0,30 m e 0,30 - 0,40 m, respectivamente (Figura 7). Abriram-se furos na linha de plantio com auxílio de um trado de rosca, inserindo-se os tensiômetros nas profundidades desejadas, preenchendo-os com água e fechando-os hermeticamente.

Figura 7 – Profundidade de instalação dos tensiômetros nas caixas de amianto

Após os 12 tensiômetros terem sido instalados, procederam-se às leituras com auxílio do tensímetro digital, sempre nas primeiras horas da manhã, antes de cada irrigação, adotando-se turno de rega fixo de dois dias, repondo-se sempre que necessário à água no interior dos tensiômetros. As leituras foram feitas inserindo-se a agulha do tensímetro na rolha do tensiômetro, sem que a agulha tocasse na água (Figura 8).

Figura 8 – Conjunto de tensiômetros e tensímetro digital utilizado durante o experimento (a); visão frontal do tensiômetro (b)

3.7 Monitoramento da Irrigação

Aos 16 dias após o transplântio das mudas iniciou-se a aplicação dos tratamentos às unidades experimentais. Após as irrigações, eventualmente se observou drenagem nas caixas que receberam as lâminas de 100%. Para facilitar o manejo e os cálculos, foi utilizada uma planilha montada no Software Microsoft Excel® (Figura 9).

AMENDOIM - LEITURAS DO TENSÍMETRO					
Profundidade	BLOCO				MÉDIA
	1	2	3	4	
15	24,63	14,96	10,04	20,15	17,445
25	25,67	19,61	11,35	23,70	20,083
35	46,86	22,06	11,99	35,99	29,225

125%	SOMA LAMINA	28,30		
	VOLUME (L)	7,39		
	TEMPO (min)	28		
100%	ÁREA DA CAIXA	0,261		
		15	25	35
	POTENCIAL (kPa)	17,4	20,1	29,2
	UMIDADE ATUAL (%)	0,1670	0,1638	0,1525
	LAMINA (mm)	8,985	6,262	7,391
	SOMA LAMINA	22,63742343		
	VOLUME (L)	5,9		
	TEMPO (min)	22		
75%	SOMA LAMINA	16,98		
	VOLUME (L)	4,43		
	TEMPO (min)	17		
50%	SOMA LAMINA	11,32		
	VOLUME (L)	2,95		
	TEMPO (min)	11		

Figura 9 – Imagem da planilha do Software Microsoft Excel® utilizada para o manejo da irrigação

Para identificar a necessidade hídrica da cultivar de amendoim, adotou-se o manejo da irrigação via solo, repondo o volume de água necessário para elevar a umidade do solo a capacidade de campo em função de dados de tensão de água no solo, medidos nos 12 tensiômetros instalados nas caixas com o tratamento L3 (Lâmina de referência).

Após a obtenção dos dados de potencial matricial da água no solo (ψ_m), calculou-se a média entre as leituras dos 4 blocos, obtendo uma leitura média para cada camada. Com estes valores, estimou-se a umidade volumétrica (θ), por meio do modelo proposto por Van Genuchten (1980) (Eq. 01), que relaciona os valores de ψ_m com os respectivos valores de θ , utilizando os parâmetros característicos do solo utilizado (Tabela 2).

$$\theta(\psi_m) = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha |\psi_m|)^n]^m} \quad (01)$$

Em que:

$\theta(\psi_m)$ – Umidade volumétrica em função do potencial mátrico ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_r – Umidade volumétrica residual do solo ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_s – Umidade volumétrica do solo saturado ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

m e n – Parâmetros de regressão da equação (adimensionais);

α – Parâmetro com dimensão igual ao inverso da tensão (kPa^{-1}); e

ψ_m – Potencial mátrico (kPa).

Tabela 2 – Valores de umidade de saturação (θ_s) e residual (θ_r), dos parâmetros empíricos (α , n e m) do modelo de Van Genuchten, umidade do solo na capacidade de campo (θ_{cc}), no ponto de murcha permanente (θ_{pmp}) e capacidade de água total disponível do solo (CAD)

Camada (cm)	θ_s ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	θ_r ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	α (kPa^{-1})	n	m	θ_{cc} ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	θ_{pmp} ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	CAD (mm)
0-20	0,421	0,098	1,3464	2,7175	0,1799	0,2269	0,1058	24,22
20-30	0,412	0,085	1,5708	2,5028	0,1648	0,2264	0,0983	12,81
30-40	0,374	0,122	1,1291	1,5629	0,2749	0,2411	0,1323	10,88

Com os dados de umidade estimados acima e a caracterização físico-hídrica de cada camada do solo, calcularam-se as lâminas de irrigação (Eq. 02) necessárias para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo (θ_{cc}) no tratamento L3. A somatória das lâminas necessárias para cada camada resultou na lâmina de irrigação a ser aplicada. O próximo passo foi calcular o tempo de irrigação (Eq. 03), utilizando a vazão dos emissores derivada a cada caixa (16 L h^{-1}) e a área da caixa de cimento amianto ($0,261 \text{ m}^2$). Para a irrigação dos demais tratamentos (L1, L2 e L4), foi calculada a fração do tempo de irrigação que deveria ser aplicada ao tratamento L3.

$$L_i = (\theta_{cc_i} - \theta_i) \cdot z_i \quad (02)$$

$$T_i = \frac{L_i \cdot S_c}{Q} \cdot 60 \quad (03)$$

Em que:

L_i – Lâmina necessária para elevar a umidade da camada i até a capacidade de campo (mm);

θ_{cc_i} – Umidade volumétrica na capacidade de campo para a camada i ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

θ_i – Umidade volumétrica atual estimada para a camada i ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$);

Z_i – Espessura da camada i (mm);

i – 0-0,15 m; 0,15-0,25 m; e 0,25-0,35 m;

T_i – Tempo de irrigação (min);

S_c – Área da caixa de amianto (m^2); e

Q – Vazão dos emissores derivada a cada caixa (L h^{-1}).

3.8 Monitoramento meteorológico

O monitoramento meteorológico foi realizado com sensores instalados no centro da casa de vegetação, a 2,0 m de altura. Para o monitoramento da radiação global utilizou-se o sensor Piranômetro modelo LP02-L12 Campbell Sci; para a temperatura e umidade relativa do ar o sensor termohigrômetro da Vaissala® (HMP45C-L12 Campbell Sci), sendo os dados coletados a cada minuto e média a cada 15 minutos. Os dados foram armazenados em um sistema de aquisição de dados (datalogger), com médias de 15 minutos.

3.9 Variáveis biométricas

3.9.1 Taxa de crescimento absoluto, diâmetro de caule e número de folíolos quaternários

Foi determinada a taxa de crescimento absoluto (TCA) (eq. 04) para a variável altura da planta (AP), seguindo a metodologia citada por Cairo, Oliveira e Mesquita (2008). A altura da planta foi medida no início e no final de cada ciclo, utilizado uma régua milimétrica. Registrou-se também o diâmetro de caule (DC) a altura de 1,0 cm do solo com o uso de um paquímetro, e contabilizou-se o número de folíolos quaternários (NF). Para essas variáveis avaliou-se as cinco plantas da caixa.

$$TCA = \frac{AP2 - AP1}{\Delta T} \cdot 10 \quad (04)$$

Em que:

TCA – Taxa de crescimento absoluto (mm dia⁻¹);

AP2 – Altura da planta no final do período de análise (cm);

AP1 – Altura de planta no início da análise (cm); e

ΔT – Intervalo de tempo entre duas medições consecutivas (dias).

3.9.2 Área foliar, índice de área foliar, número de vagens e massa seca da planta

No fim do cultivo, as plantas foram retiradas das caixas, armazenadas separadamente em sacos de papel devidamente identificados, e encaminhadas para o laboratório do Departamento de Engenharia de Biosistemas, onde foram separadas em parte aérea, raiz e vagens.

Para a quantificação da área foliar, utilizou-se uma planta de cada UE, inserindo-se individualmente cada folha no integrador de área foliar LI-COR® modelo LI 3100, utilizando um computador para salvar os dados em arquivo de texto, contendo a área individual e acumulada (eq. 05). O índice de área foliar foi estimado pela equação 06.

$$AFt = \left(\frac{NFt \times AF}{NF} \right) \quad (05)$$

Em que:

AFt – Área foliar total da UE (cm²);

NFt – Número de folíolos quaternários totais da UE;

AF – Área foliar de uma planta de cada UE (cm²); e

NF – Número de folíolos quaternários da planta utilizada para medição da AF de cada UE.

$$IAF = \left(\frac{AFt}{B \times E} \right) \quad (06)$$

Em que:

IAF – Índice de área foliar (cm² de folha/cm² de solo);

AFt – Área foliar total da UE (cm²);

B – 60 cm (comprimento da linha de plantio dentro da UE); e

E – 90 cm (espaçamento utilizando entre linhas).

Posteriormente quantificou-se o número de vagens (NV), os pesos frescos da parte aérea (MFA) (folhas + caule), raiz (MFR) e vagens (MFV), levando estas à estufa com ventilação forçada de ar, com temperatura de 65°C, por um período mínimo de 72 horas, até atingir peso constante. Após este procedimento, o material vegetal foi pesado em balança analítica com precisão de $\pm 0,05$ g para quantificação da matéria seca da parte aérea (MSA), raiz (MSR) e vagens (MSV).

3.10 Avaliação dos componentes de produção

3.10.1 Estimativa da produtividade de grãos por hectare

Estimou-se a produtividade de grãos por hectare utilizando a eq. 07.

$$PG = \left(\frac{(MSG \times A)}{B} \right) \div 1000 \quad (07)$$

Em que:

PG – Produtividade de grãos (kg ha^{-1});

MSG – Massa seca de grãos presentes na EU (g);

A – 11111,11 metros (quantidade de metros lineares por hectare, considerando o espaçamento médio de 0,90 m entre linhas); e

B – 0,60 metros (comprimento da linha de plantio dentro da UE).

3.10.2 Eficiência de uso da água

Determinou-se a eficiência de uso da água (W) por meio da razão entre a produtividade de grãos (PG) e a lâmina total de irrigação aplicada durante o cultivo das plantas (Eq. 08).

$$W(P) = \left(\frac{(PG)}{Lt} \right) \quad (08)$$

Em que:

W – Eficiência de uso da água ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$);

PG – Produtividade de grãos (kg ha^{-1}); e

Lt – Lâmina total de irrigação aplicada no período (mm).

3.11 Avaliação qualitativa do grão

3.11.1 Teste de uniformidade (retenção em peneira)

As vagens foram debulhadas manualmente e os grãos foram encaminhados ao laboratório de Sementes da ESALQ, onde se separou as sementes das impurezas, registrando-se o peso de ambos.

Para a realização do teste de retenção em peneira seguiu-se a recomendação de Brasil (2009b), pesando-se amostras de aproximadamente 120 g de sementes puras, com quatro repetições por tratamento. Dispuseram-se as peneiras da seguinte forma: colocando o fundo na posição inferior, sobre este a peneira de calibre 18 (7,1 mm), e sobre esta as demais peneiras imediatamente superiores: 20 (7,9 mm), 22 (8,7 mm), 24 (9,5 mm), 26 (10,3 mm) e 28 (11,1 mm).

As amostras foram colocadas sobre a peneira superior (Figura 10), agitando o conjunto manualmente por volta de um minuto. As sementes retidas em cada peneira foram separadas, pesadas e tiveram seu percentual calculado.

Figura 10 – Teste de retenção em peneiras

3.11.2 O peso de 100 sementes

Para se determinar o peso de 100 sementes seguiu-se a recomendação de Brasil (2009b), pesando-se três repetições de 100 sementes, contadas manualmente e provenientes da porção “semente pura” para cada repetição.

Para o peso de 100 sementes seguiu-se recomendação de Brasil (2009b), determinando o grau de umidade das sementes pelo método de estufa a 105°C. Pesaram-se os recipientes e suas tampas (Figura 11), convenientemente identificados, em uma balança com sensibilidade de 0,001g, distribuindo uniformemente as amostras nos recipientes, e realizando nova pesagem, contendo agora as amostras de sementes inteiras, juntamente com as respectivas tampas. Levaram-se os recipientes para a estufa a 105°C, sobre as respectivas tampas. Iniciou-se a contagem do tempo de secagem somente depois da temperatura retornar a 105°C, mantendo-se as amostras na estufa durante 24 horas. Retiraram-se as amostras da estufa após o período de secagem, tamparam-se rapidamente os recipientes e armazenou-se o conteúdo em dessecador até esfriar e realizar-se nova pesagem. A umidade foi determinada pela equação 09:

$$U = \left(\frac{P_u - P_s}{P_u - T} \right) \cdot 100 \quad (09)$$

Em que:

U – Umidade do grão (%);

P_u – Peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida (g);

P_s – Peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca (g); e

T – Tara, peso do recipiente com sua tampa (g).

Figura 11 – Recipientes contendo sementes antes de serem levadas para estufa (a), recipientes armazenados em dessecador (b) e recipiente sendo pesado (c)

3.11.3 Correção dos dados observados

Os dados observados de produtividade de grãos e do peso de 100 sementes foram corrigidos (eq. 10) para a umidade de 8%, valor que deve ser utilizado durante o armazenamento do amendoim, a fim de se manter o controle higiênico-sanitário (BRASIL, 2009a). Considerou-se a umidade dos dados observados de produção para o ciclo 1 igual à 4,0% e de 3,0% para o ciclo 2, valores determinados pelo método de estufa a 105°C.

$$Pf = Pi \left(\frac{100 - Ui}{100 - Uf} \right) \quad (10)$$

Em que:

Pf – Produtividade (kg ha⁻¹) ou peso de grãos (g) corrigido para 8% de umidade;

Pi – Produtividade (kg ha⁻¹) ou peso de grãos (g) observados após a colheita;

Ui – Umidade observada da amostra de grãos; e

Uf – Umidade padrão indicada para o armazenamento do amendoim (8%).

3.12 Análise estatística

Inicialmente, os dados experimentais, de cada ciclo foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk (1965) ($P > 0,01$) para verificação da normalidade, mediante emprego do software estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

Os dados foram analisados estatisticamente por meio da estatística descritiva, mostrando-se os valores de média geral e coeficiente de variação. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) individual, na qual se realizou a análise de variância dos dados para cada ciclo separadamente, com o objetivo de comparar os valores de quadrado médio dos resíduos (QMR). Considerou-se que a razão entre o QMRmaior e o QMRmenor deveria ser no máximo igual a 7:1 para que se pudesse proceder a análise estatística por meio da análise de variância conjunta (BANZATTO; KRONKA, 2008).

Após a verificação da relação QMRmaior/QMRmenor das análises individuais, realizou-se a análise estatística conjunta. Desta forma, procederam-se aos desdobramentos que se mostraram necessários, independentemente da interação entre fatores ter sido significativa ou não. Adotou-se este procedimento, pois a análise de variância individual apresenta um teste “F” médio, e muitas vezes, embora a interação seja não significativa, nos desdobramentos de um fator dentro

do outro pode ser detectada significância, que proporciona resultados importantes do ponto de vista prático.

Os efeitos das lâminas de irrigação foram estudados mediante análise de regressão polinomial (linear e quadrática), observando-se os resultados do teste F ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) da análise de variância e do teste t de Student (1908) ($P < 0,05$), para os coeficientes da regressão (CRUZ; REGAZZI, 2001). No caso em que não foi possível ajuste dos modelos linear ou quadrático, a variável resposta foi discutida por meio da média. Os parâmetros época de colheita e ciclo foram analisados pelo teste de Tukey em nível 5 e 1% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Lâmina de irrigação total aplicada

4.1.1 Ciclo 1 (23 de janeiro a 24 de julho de 2015)

A lâmina de irrigação total aplicada a cada tratamento, computados desde o transplântio da cultura, pode ser verificada na Tabela 3. O consumo hídrico das plantas estudadas variou de 638,5 a 833,4 mm para a lâmina de 100%. As plantas exigiram um volume maior de água na época de colheita 2 (140 DAE), devido ao fato de que se aumentando os dias de cultivo em 22 dias aumenta-se em média o consumo de água em 21,5%. Cardozo, Volpe e Araújo (2009), estudando o consumo hídrico do amendoim cultivado em campo, durante as estações de outono e inverno obtiveram valores de 750 a 850 mm para a cultivar Runner IAC 886.

Tabela 3 – Lâmina total de irrigação (mm) aplicada durante o cultivo das plantas de amendoim no primeiro ciclo

Lâmina (%)	EC1	EC2	Δ EC	+ consumo (%)
50	367,9	442,9	75,0	20,4
75	525,7	638,1	112,4	21,4
100	683,5	833,4	149,9	21,9
125	841,3	1.028,6	187,3	22,3
Média				21,5

*EC1 – Época de colheita 1; EC2 – Época de colheita 2; Δ EC – Diferença entre as lâminas aplicadas na EC1 e EC2; + consumo (%) – Elevação no consumo de água em porcentagem quando se realiza a colheita na EC2;

4.1.2 Ciclo 2 (02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016)

A lâmina de irrigação total aplicada a cada tratamento, esta apresentada na Tabela 4. As plantas estudadas consumiram entre 577,2 a 853,2 mm para a lâmina de 100%. Cardozo, Volpe e Araújo (2009), estudando o consumo hídrico da cultivar Runner IAC 886 em campo, com semeadura nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro obtiveram valores entre 500 e 600 mm. Doorenbos e Kassam (1994) afirmam que a cultura do amendoim necessita de aplicação de 500 a 700 mm de água durante o seu ciclo de cultivo para expressar seu ótimo potencial produtivo. Assim, a lâmina de 100% atendeu às necessidades hídricas das plantas, sendo que se aumentando o tempo que as plantas permanecem em campo em 22 dias (EC2), aumenta-se o consumo de água em 46,4%, em média.

Tabela 4 – Lâmina total de irrigação (mm) aplicada durante o cultivo das plantas de amendoim no segundo ciclo

Lâmina (%)	EC1 (mm)	EC2 (mm)	Δ EC (mm)	+ consumo (%)
50	321,8	459,8	138,0	42,9
75	449,6	656,5	206,9	46,0
100	577,2	853,2	276,0	47,8
125	705,0	1.049,9	344,9	48,9
Média				46,4

*EC1 – Época de colheita 1; EC2 – Época de colheita 2; Δ EC – Diferença entre as lâminas aplicadas na EC1 e EC2; + consumo (%) – Elevação no consumo de água em porcentagem quando se realiza a colheita na EC2;

4.2 Condições meteorológicas

4.2.1 Ciclo 1 (23 de janeiro a 24 de julho de 2015)

No que diz respeito às temperaturas do ar máximas, médias e mínimas, registraram-se os valores 45,2°C, 24,0°C e 11,2°C, respectivamente, durante o primeiro ciclo. Segundo Bell, Wright e Hammer (1992), a cultura do amendoim é bem adaptada a climas quentes, sendo que as temperaturas ótimas para seu crescimento e desenvolvimento se situam no intervalo de 25°C e 30°C. No ciclo de cultivo 1 durante o período de enchimento de vagens as plantas foram cultivadas com temperaturas mais amenas, o que reduziu o gasto de energia com a transpiração, concentrando mais fotoassimilados para o enchimento das vagens.

Temperaturas médias inferiores a 20°C, durante períodos prolongados, inibem ou reduzem consideravelmente o desenvolvimento da planta; porém, não se detectou danos à cultura em virtude de temperaturas médias inferiores a 20°C por período prolongado de tempo (Figura 12).

Os elementos do clima são fundamentais para potencializar a produtividade de uma determinada espécie em campo; dentre esses incluem-se a umidade relativa do ar e a radiação total global, que estão apresentados na Figura 13. Os valores máximo e mínimo registrados para a umidade relativa do ar foram 100% e 27,63%, com média de 79,53%. Registrou-se o valor médio de radiação global diária de 11,66 MJ m⁻² dia⁻¹.

Figura 12 – Representação gráfica da temperatura ótima máxima ($T_{Oti_máx}$) e mínima ($T_{Oti_mín}$), temperatura crítica mínima ($T_{Crit_Mín}$), temperatura máxima ($T_{Máx}$), média ($T_{Méd}$) e mínima ($T_{mín}$) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no primeiro ciclo (23 de janeiro a 24 de junho de 2015)

Figura 13 – Representação gráfica da umidade relativa do ar máxima ($UR_{Máx}$), média ($UR_{Méd}$) e mínima ($UR_{Mín}$), e da radiação total diária (RD_{Tot}) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no primeiro ciclo (23 de janeiro a 24 de junho de 2015)

4.2.2 Ciclo 2 (02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016)

Com as medições realizadas por meio da estação meteorológica descrita no item 3.8, foram obtidos os valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%) e radiação ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$). A partir destes valores obtidos a cada 15 minutos, foram calculados os valores diários. A produtividade do amendoim é altamente influenciada por fatores ambientais, especialmente pela temperatura e disponibilidade de água, evidenciando a necessidade de se registrar os dados climáticos durante o cultivo (SANTOS et al., 2012).

A temperatura máxima registrada foi de 45,5°C, com mínima de 12,2°C, e média de 26,1°C (Figura 14). O crescimento vegetativo da planta de amendoim está diretamente relacionado com a temperatura, de tal forma que a velocidade e o surgimento das folhas na haste principal aumenta com a temperatura, sendo maior quando em torno de 30°C (LEONG; ONG, 1983).

Bastos (1999) realizou trabalho semelhante com o feijão caupi, afirmando que temperaturas muito elevadas (>33°C) promovem o abortamento de flores e reduções na produtividade de vagens e grãos; possivelmente, o mesmo ocorreu com as plantas de amendoim no ciclo 2, que foram cultivadas com temperaturas máximas diárias acima de 35°C. Houve elevação do número de abortos de flores, e consequentemente redução na produtividade de grãos, direcionando os fotoassimilados que seriam utilizados para a produção de grãos para o seu crescimento em altura e área foliar. Além disso, as temperaturas diárias mais elevadas, aumentaram a taxa de transpiração, e consequentemente o gasto energético das plantas, limitando a quantidade de fotoassimilados disponíveis para o enchimento das vagens.

Os valores de umidade relativa do ar e radiação total global são apresentados na Figura 15. A umidade relativa do ar máxima registrada foi igual a 100%, sendo a mínima de 14,8%, e a média de 76,6%. A radiação global diária média foi de 11,4 MJ m⁻² dia⁻¹.

Figura 14 – Representação gráfica da temperatura ótima máxima (T_Oti_máx) e mínima (T_Oti_mín), temperatura crítica mínima (T_Crit_Mín), temperatura máxima (T_Máx), média (T_Méd) e mínima (T_mín) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no segundo ciclo (02 de setembro de 2015 a 09 de janeiro de 2016)

Figura 15 – Representação gráfica da umidade relativa do ar máxima (UR_Máx), média (UR_Méd) e mínima (UR_Mín), e da radiação total diária (RD_Tot) dentro da casa de vegetação, durante a condução das plantas no segundo ciclo (02 de setembro a 09 de janeiro de 2016)

4.3 Avaliação do crescimento

Realizou-se análise individual para os dois ciclos, sendo que a razão do quadrado médio do resíduo maior pelo quadrado médio do resíduo menor para as variáveis analisadas não ultrapassou a relação 7:1, assim, foi possível proceder com a análise conjunta dos dados (BANZATTO; KRONKA, 2008).

Os resultados da análise de variância conjunta para os caracteres de crescimento de planta estão apresentados na Tabela 5 com as estimativas da média geral, coeficiente de variação e valores de quadrado médio. Verifica-se que todas as variáveis de crescimento apresentaram comportamento significativo para o fator lâmina e ciclo, a interação L x EC x C não foi significativa; porém, seguiu-se analisando o desdobramento dessa interação.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância conjunta dos caracteres altura de planta (AP), taxa de crescimento absoluto (TCA), diâmetro de caule (DC), número de folíolos quaternários por planta (NF), Índice de área foliar (IAF) e massa seca da parte aérea (MSF) de plantas de amendoim sob quatro lâminas de irrigação, duas épocas de colheita e dois ciclos

Fonte de variação	GL	QM					
		AP	TCA	DC	NF	IAF	MSF
Lâmina (L)	3	355,8373**	5,3583**	0,3132*	20176,0306**	54,3669**	1345,3350**
Época de colheita (EC)	1	0,1806 ^{ns}	0,7439 ^{ns}	0,0156 ^{ns}	1140,7506 ^{ns}	0,4692 ^{ns}	341,9726**
Ciclo (C)	1	5108,6756**	34,3103**	22,5388**	28993,5756**	51,8760**	9110,225**
L x EC	3	15,9006 ^{ns}	0,0350 ^{ns}	0,0113 ^{ns}	99,4023 ^{ns}	1,9878 ^{ns}	17,6177 ^{ns}
L x C	3	19,5422 ^{ns}	0,6817 ^{ns}	0,0614 ^{ns}	124,6606 ^{ns}	3,1598 ^{ns}	32,0659 ^{ns}
EC x C	1	1,0506 ^{ns}	1,1990*	0,0233 ^{ns}	160,6556 ^{ns}	0,6602 ^{ns}	2,2350 ^{ns}
L x EC x C	3	16,2272 ^{ns}	0,1324 ^{ns}	0,0612 ^{ns}	547,1706 ^{ns}	0,4779 ^{ns}	34,7551 ^{ns}
L EC1 C1	3	61,1867*	2,0620*	0,1249 ^{ns}	4520,3025**	15,3640**	336,2686**
L EC1 C2	3	53,3492*	1,1132**	0,0515 ^{ns}	4630,3425**	14,0048**	210,7019**
L EC2 C1	3	14,7477**	2,7039 ^{ns}	0,2403 ^{ns}	6706,8567**	20,5109**	524,2276**
L EC2 C2	3	56,3758*	0,3282**	0,0306*	5089,7625**	10,1127**	358,5756**
Bloco(C)	6	141,2582**	2,7464**	0,1285 ^{ns}	304,7656 ^{ns}	2,0645 ^{ns}	24,7551 ^{ns}
Resíduo	42	14,7477	0,2679	0,079	577,6284	1,548	31,4240
Média Geral		32,7469	1,0975	3,8713	171,9344	6,3494	42,2156
C.V. (%)		11,73	47,16	7,26	13,98	19,6	13,28

GL – Grau de liberdade; QM – Quadrado médio; ns - não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; **Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

4.3.1 Altura de planta

Na análise de variância conjunta, os fatores lâminas e ciclo foram significativos. Entretanto, não se observou significância para a interação L x EC x C, assim como para as demais interações (Tabela 5), sendo que todos os desdobramentos da interação tripla apresentaram efeito significativo. Nesses, o modelo matemático que melhor se ajustou ao comportamento da característica avaliada em função do aumento das lâminas de irrigação foi o linear (Figura 16).

1º Ciclo $\hat{y} = 14,035^* + 0,1126^*x$ $R^2 = 0,9902$
 2º Ciclo $\hat{y} = 31,910^* + 0,1096^*x$ $R^2 = 0,8180$

1º Ciclo $\hat{y} = 14,095^* + 0,1102^*x$ $R^2 = 0,8976$
 2º Ciclo $\hat{y} = 21,685^* + 0,2306^*x$ $R^2 = 0,9365$

Figura 16 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de altura de plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

Os valores de altura de planta no primeiro ciclo variaram de 18,70 a 27,80 cm, havendo acréscimo linear médio de 3,03 cm a cada variação de 25% na lâmina de irrigação; no segundo ciclo os valores oscilaram entre 32,25 e 48,70 cm, verificando-se adição linear média de 5,48 cm a cada variação de 25% na lâmina de irrigação, evidenciando que a altura das plantas de amendoim responde à adição de lâminas de irrigação e aos diferentes ciclos. Verificou-se também que o segundo ciclo produziu plantas mais altas.

Correia e Nogueira (2004), avaliando o crescimento do amendoim submetido a déficit hídrico, afirmaram que os valores de altura de plantas são afetados pela maior disponibilidade hídrica, encontrando valores que oscilaram de 24,79 a 45,45 cm nas plantas que receberam irrigação.

Fachin et al. (2014), analisando as características agrônômicas de cultivares de amendoim, em sistema convencional e de semeadura direta, encontraram valores de altura variando de 25,6 a 25,8 cm para o amendoim Runner IAC 886 no agrícola de 2012. Evidenciou-se que o uso da técnica de irrigação promove acréscimo no caracter altura de planta.

Resende e Albuquerque (2002) relataram que a baixa disponibilidade hídrica do solo acarreta redução na turgescência das plantas; por consequência, a expansão celular é reduzida, provocando redução na altura de planta e da área foliar.

4.3.2 Taxa de crescimento absoluto

Nos resultados da análise de variância conjunta para a taxa de crescimento absoluto, as fontes de variação lâmina e ciclo, assim como a interação época de colheita x ciclo foram significativas. Ainda que não tenha sido observada interação tripla significativa, constatou-se que os desdobramentos da interação L x EC x C foram significativos (Tabela 5), exceto para a interação L x EC2 x C1.

Analisando a regressão para os desdobramentos significativos, constatou-se que o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados foi o linear (Figura 17).

1º Ciclo $\hat{y} = -0,5363^* + 0,011^*x$ $R^2 = 0,8182$
 2º Ciclo $\hat{y} = 0,17130 + 0,0218^*x$ $R^2 = 0,9559$

1º Ciclo $\hat{y} = 0,39$
 2º Ciclo $\hat{y} = -0,627 + 0,0253^*x$ $R^2 = 0,9848$

Figura 17 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados da taxa de crescimento absoluto de plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

No primeiro ciclo as taxas de crescimento oscilaram de 0,17 a 0,79 mm dia⁻¹, gerando um incremento médio de 0,21 mm dia⁻¹ em função do incremento gradual das lâminas de irrigação; no segundo ciclo as taxas de crescimento variaram de 0,55 a 2,81 mm dia⁻¹, verificando-se acréscimo linear médio de 0,75 mm dia⁻¹ em virtude do aumento gradual da lâmina de irrigação.

A taxa de crescimento absoluto foi superior no segundo ciclo; tal comportamento pode ser justificado pela maior temperatura em que as plantas foram cultivadas, uma vez que a temperatura atua em especial sobre a taxa de crescimento (BIANCHINI; PIMENTA; SANTOS, 2006; CASTRO, 2010).

A taxa de crescimento dos vegetais é influenciada também pela disponibilidade hídrica (BIANCHINI; PIMENTA; SANTOS, 2006), visto que os menores valores foram encontrados na lâmina de 50%, com significativo aumento a partir do incremento gradual das lâminas de irrigação.

Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (1998b), que trabalhando com amendoim irrigado, demonstraram que a lâmina d'água de 300 mm por ciclo promoveu reduções na taxa de crescimento da cultura em relação à lâmina de 700 mm. A redução da disponibilidade de água no solo representa um fator certamente limitante para o crescimento e a produtividade das plantas (MAROUELLI; SILVA, 2007).

A redução da disponibilidade hídrica diminui a absorção de água pelas plantas, reduzindo a turgescência das folhas e, conseqüentemente, diminuindo a expansão celular e acarretando redução na taxa de crescimento (ÁVILA et al., 2007). O amendoimzeiro não responde às variações fotoperiódicas, logo a aptidão de determinada região, assim como, a escolha da época de semeadura, deve ser determinada levando-se em conta as condições hídricas e térmicas (CASTRO, 2010).

4.3.3 Diâmetro de caule

Na análise de variância conjunta, observa-se que o diâmetro de caule apresenta o menor coeficiente de variância entre as variáveis analisadas. Constatou-se que as fontes de variação, lâmina e ciclo foram significativas, assim como o desdobramento L x EC2 x C2 da interação tripla (Tabela 5).

Para a interação lâmina dentro do fator época de colheita 2 (140 DAE) dentro do segundo ciclo, verificou-se que o modelo linear foi o que melhor se ajustou à característica avaliada (Figura 18). Para os demais desdobramentos da interação Lâmina x Época de colheita x Ciclo não foi possível ajustar um modelo matemático para relacionar o diâmetro de caule com as lâminas de irrigação.

Figura 18 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de diâmetro de caule das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

O efeito não significativo sobre o diâmetro de caule devido as diferentes lâminas de irrigação pode ser atribuído à capacidade genética das plantas de amendoim em resistir à deficiência de água no solo, conseguindo estas sobreviver ao ambiente com restrição de água por até 35 dias (CORREIA; NOGUEIRA, 2004).

Os maiores diâmetros de caule foram encontrados nas plantas do ciclo 2, no qual os valores oscilaram entre 4,20 a 4,64 mm, sendo o acréscimo linear de 0,15 mm a cada variação de 25% na lâmina de irrigação. Nas plantas cultivadas no ciclo 1 o diâmetro de caule variou de 3,16 a 3,37 mm.

Sousa et al. (2014a), estudando o crescimento do amendoim sob diferentes frequências de irrigação, e Carvalho et al. (2011), estudando a influência de diferentes lâminas de irrigação no crescimento inicial do pinhão manso, encontraram comportamento linear crescente para o diâmetro de caule.

4.3.4 Número de folíolos quaternários por planta

Por intermédio dos valores da análise de variância conjunta, observa-se que o número de folíolos quaternários diferiu significativamente apenas para os fatores lâmina e ciclo, em nível de 1% de probabilidade (Tabela 5). Todos os desdobramentos da interação L x EC x C foram significativos, sendo o melhor ajuste

matemático do relacionamento entre a variável e as lâminas de irrigação, uma equação linear (Figura 19).

Figura 19 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de número de folíolos quaternários das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

Sousa et al. (2014a), estudando o amendoim sob irrigação, e Santos et al. (2014), analisando o crescimento de *Crotalaria spectabilis* sob irrigação, encontraram, similarmente a este experimento, comportamento linear para a variável número de folhas.

O máximo número de folíolos quaternários foi encontrado na lâmina de 125%, sendo que a redução da quantidade de água disponível para as plantas promoveu redução no número de folhas; resultados semelhantes foram encontrados por Araújo e Ferreira (1997), e Correia e Nogueira (2004), estudando o déficit hídrico no amendoimzeiro, nos quais foi observado que o número de folhas reduziu com a menor disponibilidade de água para as plantas. A redução do número de folhas em plantas sob estresse hídrico pode ser considerada com uma estratégia de sobrevivência, a fim de evitar perdas de água por transpiração, o que afeta diretamente o crescimento das plantas (KOZLOWSKI, 1976; INMAN-BAMBER et al., 2008).

As plantas do segundo ciclo foram cultivadas com temperaturas mais elevadas, contabilizando-se nestas um maior número de folíolos quaternários; sendo a temperatura um elemento determinante na emissão de novas folhas (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

4.3.5 Índice de área foliar

Os fatores lâmina e ciclo foram significativos, na análise de variância conjunta, para o índice de área foliar, porém, a interação tripla não apresentou significância. Mesmo neste caso procedeu-se aos desdobramentos da lâmina dentro da época de colheita e ciclo, nos quais se constatou significância quanto ao efeito da lâmina para todos os desdobramentos (Tabela 5), observando-se que o modelo linear foi o que melhor se ajustou à resposta do índice de área foliar, em relação ao aumento da lâmina de irrigação, com exceção do desdobramento L x EC1 x C1, o qual teve comportamento matemático quadrático (Figura 20).

Figura 20 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados do índice de área foliar de plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

Os valores encontrados para o índice de área foliar oscilaram de 2,74 a 6,61 no primeiro ciclo, e de 5,01 a 9,66 no segundo ciclo, nos quais a variação na lâmina de irrigação promoveu um acréscimo linear médio de 1,55 com a variação gradual das lâminas de irrigação. Esses valores indicam que a maior disponibilidade de água e a duração do ciclo influenciam o crescimento foliar das plantas de amendoim.

O primeiro ciclo produziu plantas com menor índice de área foliar; porém, estas alcançaram maior produtividade de grãos. Este fato corrobora com o relatado por Feitosa et al. (1993) que, avaliando o crescimento do amendoim, afirmaram que a cultivar que apresentou maior produção de sementes atingiu menor IAF, enquanto

que a cultivar que atingiu maior IAF, apresentou redução 8,4% na produção de grãos.

Silva et al. (1998b), trabalhando com amendoim irrigado, e Albuquerque et al. (2011), avaliando o crescimento de plantas de pimentão sob diferentes lâminas de irrigação, concluíram que a menor disponibilidade hídrica promove redução na área foliar, e consequentemente decréscimo no IAF; a redução na área foliar parece ser uma resposta das plantas à menor disponibilidade de água (RAHMIANNA; TAUFIQ; YUSNAWAN, 2009). A redução da área foliar em plantas sob estresse pode se traduzir em uma estratégia de sobrevivência, com o intuito de diminuir a área disponível à transpiração.

4.3.6 Massa seca da parte aérea por planta

Os resultados para a massa seca da parte aérea mostraram que, na análise de variância conjunta, os fatores lâmina, época de colheita e ciclo foram significativos; entretanto, a interação entre eles não apresentou significância. Por outro lado, todos os desdobramentos da interação tripla foram significativos (Tabela 5). Quando se verificou a análise de regressão em função das lâminas de irrigação, constatou-se que o modelo matemático linear foi o que melhor se ajustou aos dados (Figura 21).

$$1^{\circ} \text{ Ciclo } \hat{y} = 8,4138 + 0,2214 \cdot x \quad R^2 = 0,9693$$

$$2^{\circ} \text{ Ciclo } \hat{y} = 28,181 + 0,2725 \cdot x \quad R^2 = 0,9199$$

$$1^{\circ} \text{ Ciclo } \hat{y} = 9,3498 + 0,2678 \cdot x \quad R^2 = 0,8334$$

$$2^{\circ} \text{ Ciclo } \hat{y} = 25,387 + 0,3529 \cdot x \quad R^2 = 0,9902$$

Figura 21 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de massa seca da parte aérea das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

Os valores encontrados para a massa seca da parte aérea variaram de 18,37 a 39,18 g no primeiro ciclo, havendo um acréscimo linear médio de 6,94 g com a variação gradual das lâminas de irrigação. Houve variação de 39,62 a 70,05 g no segundo ciclo, gerando incremento médio de 10,14 g para cada acréscimo de 25% na lâmina de irrigação.

O ciclo 2 produziu plantas com maiores valores de massa seca da parte aérea, o que não deve ser visto como um ponto positivo, uma vez que a maior massa seca da parte aérea não refletiu em maior produtividade de grãos. Comportamento semelhante foi encontrado por Sousa et al. (2014b), trabalhando com amendoim irrigado.

Araújo e Ferreira (1997), e Correia e Nogueira (2004), afirmam que o aumento do estresse hídrico promove redução significativa na massa seca da parte aérea das plantas. Plantas expostas a situações de deficiência de água exibem frequentemente respostas fisiológicas que resultam de modo indireto na economia de água, diminuindo a superfície transpiratória e parando o crescimento foliar (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

4.4 Avaliação dos componentes de produção

Realizou-se análise individual para os dois ciclos, sendo que a razão do quadrado médio do resíduo maior pelo quadrado médio do resíduo menor para as variáveis analisadas não ultrapassou a relação 7:1; assim, procedeu-se à análise conjunta dos dados (BANZATTO; KRONKA, 2008).

Os resultados para a análise de variância conjunta das variáveis relacionadas a produção estão apresentados na Tabela 6, com as estimativas de média geral, coeficiente de variação e valores de quadrado médio. Observa-se que todas as variáveis de produção foram significativas para as fontes de variação lâmina e ciclo; entretanto, não se observou significância para a interação L x EC x C. Porém, procedeu-se à análise dos desdobramentos, que se mostraram em alguns casos significativos, proporcionando importantes resultados do ponto de vista prático.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância conjunta dos caracteres número de vagens por planta (NV), produtividade de grãos (PG) e eficiência de uso da água (W) de plantas de amendoim, sob quatro lâminas de irrigação, duas épocas de colheita e dois ciclos

Fonte de Variação	GL	QM		
		NV	PG	W
Lamina (L)	3	436,3973**	6440413,5610**	8,2954**
Época de colheita (EC)	1	170,9556 ^{ns}	14764297,1231**	0,8464 ^{ns}
Ciclo (C)	1	579,6056**	38108043,2818**	72,0801**
L x EC	3	25,1023 ^{ns}	147009,7229 ^{ns}	0,2399 ^{ns}
L x C	3	85,6923 ^{ns}	1074938,0329 ^{ns}	1,0477 ^{ns}
EC x C	1	75,2556 ^{ns}	131,3030 ^{ns}	0,0529 ^{ns}
L x EC x C	3	32,4056 ^{ns}	42132,3104 ^{ns}	0,0956 ^{ns}
L EC1 C1	3	176,8492*	2268874,2450**	2,8695*
L EC1 C2	3	100,0758 ^{ns}	569019,0190 ^{ns}	1,2260 ^{ns}
L EC2 C1	3	252,8967**	4017128,5016**	2,4536*
L EC2 C2	3	49,7783 ^{ns}	849471,8617 ^{ns}	3,1296*
Bloco(C)	6	60,4648 ^{ns}	986907,0647*	2,2311*
Resíduo	42	46,0558	421703,4917	0,8732
Média Geral		41,2469	3153,4523	4,975
C.V. (%)		16,45	20,59	18,78

GL – Grau de liberdade; QM – Quadrado médio; ns - não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; **Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

4.4.1 Número de vagens por planta

Os resultados para o número de vagens por planta mostraram que, na análise de variância conjunta, os fatores lâmina e ciclo foram significativos. A interação entre lâmina x época de colheita x ciclo não apresentou significância, detectando-se este mesmo resultado para os desdobramentos da lâmina dentro das épocas de colheita 1 e 2, para o segundo ciclo (Tabela 6).

Nota-se que a regressão linear crescente foi o modelo matemático que melhor se ajustou ao número de vagens quando se aumenta a lâmina de irrigação (Figura 22). Comportamento linear similar foi encontrado por Sousa et al. (2014a), e Azevedo et al. (2014), trabalhando com o manejo da irrigação no amendoim; e Nascimento, Pedrosa e Tavares Sobrinho (2004), avaliando diferentes níveis de água em feijão caupi.

Figura 22 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de número de vagens das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheita 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

No primeiro ciclo observa-se um acréscimo linear médio de 7,03 vagens por planta a partir da lâmina de 50%, na qual foi obtida a resposta mínima para a característica (32,05), até a lâmina de 125%. No segundo ciclo o número de vagens variou de 30,65 a 43,60, gerando acréscimo linear de 4,32 vagens por planta com a variação gradual das lâminas de irrigação.

A redução na disponibilidade de água reduz a produção de folhas e flores, diminuindo o número de vagens por planta, uma vez que há redução na produção de fotoassimilados (RAO et al., 1988; TASSO JUNIOR; MARQUES; NOGUEIRA, 2004); logo, o aumento da lâmina de irrigação influencia de forma crescente o número de vagens por planta, e consequentemente a produtividade de grãos.

Segundo Nakagawa e Rosolem (2011), a importância da umidade do solo ainda se verifica na necessidade do crescimento e penetração do carpóforo no interior do solo a uma profundidade adequada para a frutificação, sendo que, quanto maior a lâmina de irrigação, mais fácil se torna essa penetração.

Fachin et al. (2014), analisando as características agrônômicas de cultivares de amendoim em sistema convencional e de semeadura direta, encontraram para o Runner IAC 886 valores variando de 38,0 a 40,5 vagens por planta, no agrícola de 2012.

O menor número de vagens por planta no segundo ciclo pode ser explicado pelas temperaturas mais altas às quais as plantas foram submetidas durante o

cultivo, acarretando em um maior número de flores abortadas, pois a floração é influenciada diretamente pela variação de temperatura (SANTOS et al., 1997).

4.4.2 Produtividade de grãos

A produtividade de grãos é uma das mais importantes variáveis estudadas, já que é um indicativo do lucro para o produtor, estando diretamente relacionada à rentabilidade do cultivo. Na análise de variância conjunta, os fatores lâmina, época de colheita e ciclo foram significativos, ao contrário da interação tripla.

Analisando o desdobramento da interação tripla, observou-se significância para a lâmina dentro das épocas de colheita 1 e 2, dentro do primeiro ciclo (Tabela 6). Analisando a regressão, verificou-se ajuste significativo para os modelos lineares, os quais explicam o comportamento da produtividade, em função do aumento na lâmina de irrigação, exceto para o desdobramento L x EC1 x C2. (Figura 23).

1º Ciclo $\hat{y} = 2854,920^* + 11,1531^*x$ $R^2 = 0,8480$
 2º Ciclo $\hat{y} = 936,842 + 11,9524^*x$ $R^2 = 0,9607$

1º Ciclo $\hat{y} = 1881,2113^* + 31,569^*x$ $R^2 = 0,9299$
 2º Ciclo $\hat{y} = 1757,923^* + 14,4140^*x$ $R^2 = 0,9167$

Figura 23 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados de produtividade de grãos das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheitas 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

Comportamento linear semelhante para a produtividade de grãos foram encontrados por Sousa et al. (2014a), e Azevedo et al. (2014), estudando o efeito da irrigação na cultura do amendoim, e Silva et al. (2012), trabalhando com a cultura do tomateiro sob irrigação.

Steduto, Hsiao e Fereres (2007) citam que a linearidade entre as produções de biomassa e diferentes quantidades de água aplicada tem sido estudada desde o início de 1900. Vários experimentos demonstram que a relação entre a biomassa produzida e a água consumida por determinada espécie é altamente linear quando não há problema de aeração.

Quando se analisa o efeito das lâminas de irrigação, observa-se que no segundo ciclo, a menor lâmina de irrigação aplicada acarretou em menor produtividade de amendoim em grão ($1.533,72 \text{ kg ha}^{-1}$), indicando que esta quantidade de água não foi suficiente para suprir as necessidades da cultura.

A produtividade das plantas de amendoim oscilou de $3.223,86$ a $5.578,97 \text{ kg ha}^{-1}$ no primeiro ciclo, gerando uma adição linear média na ordem de $526,37 \text{ kg ha}^{-1}$ a cada variação de 25% na lâmina de irrigação. No segundo ciclo a produtividade variou de $1.533,72$ a $3.522,40 \text{ kg ha}^{-1}$, gerando um incremento linear médio de $302,50 \text{ kg ha}^{-1}$ para a variação gradual das lâminas de irrigação.

Fachin et al. (2014), analisando as características agronômicas de cultivares de amendoim em sistema convencional e de semeadura direta, encontraram valores de produtividade de grão entre 3.769 a 3.966 kg ha^{-1} para o Runner IAC 886 no agrícola de 2012.

Godoy et al. (2003) encontraram para a cultivar Runner IAC 886 produtividades variando de 3.861 a 4.316 kg ha^{-1} em dois diferentes anos agrícolas; em condição padrão de cultivo, a produtividade potencial da cultivar pode ultrapassar os 6.500 kg ha^{-1} .

Quando se estabeleceu uma comparação entre as produtividades obtidas para as diferentes lâminas, constatou-se que para a cultura em estudo em média, houve uma redução na produtividade de grãos na ordem de 4,9%, 20,6% e 31,1% para as lâminas de 100%, 75%, 50% respectivamente, quando comparadas a lâmina de 125% (Tabela 7). Evidencia-se assim que a produtividade de grãos da cultura do amendoim responde ao volume de água aplicada. Desta forma, sugere-se que mais pesquisas devam ser estimuladas no sentido de avaliar a viabilidade econômica do uso da irrigação no cultivo do amendoim e que lâminas maiores sejam testadas.

Tabela 7 – Redução média na produtividade de grãos (%) de amendoim para as lâminas de 100%, 75%, 50% quando comparadas a lâmina de 125%

Lâminas	Ciclo 1		Ciclo 2		Média (%)
	EC1	EC2	EC1	EC2	
100%	4,0	5,0	5,6	5,1	4,9
75%	13,0	19,9	25,1	24,5	20,6
50%	19,1	42,2	35,4	27,6	31,1

EC1 – Época de colheita 1, EC2 – Época de colheita 2

Sousa et al. (2008), estudando a eficiência do uso da água pela mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação, relataram que a reposição de água baseada em 120% da ETc proporcionou a máxima produção de frutos, superando em 25%, 11%, 3% e 2% as obtidas com os tratamentos 60, 80, 100 e 140% da ETc, nesta ordem.

O déficit hídrico pode afetar negativamente o conjunto das funções fisiológicas da planta, que podem repercutir diretamente nas variações anatômicas, no crescimento, na reprodução e no desenvolvimento das plantas e, consequentemente, na produtividade (SILVA; BELTRÃO, 2000).

De acordo com Nakagawa e Rosolem (2011), a máxima necessidade de água na cultura do amendoim ocorre nas fases de florescimento e frutificação, nas quais a baixa umidade do solo provoca diminuição da absorção de Cálcio pelas vagens, o que induz a deficiência desse elemento, promovendo efeito negativo na produção.

Porém, Santos et al. (2013), avaliando a produtividade da cultivar de amendoim Runner IAC 886 em diferentes datas de arranquio encontraram a maior produtividade na área colhida aos 130 dias após a emergência, quando comparado com o arranquio aos 120, 125 e 135 DAE. Esses autores afirmaram que a produtividade não é diretamente proporcional ao tempo que a cultura permanece no campo, existindo a atuação de outras variáveis nesse processo.

A produtividade de grãos foi maior no primeiro ciclo (de 23 de janeiro a 24 de junho), indicando que neste período as condições meteorológicas foram mais favoráveis ao cultivo do amendoim, influenciando no crescimento e na produção das plantas. Segundo Cavalli (2016), o amendoim plantado a partir de janeiro pode apresentar menores produtividades devido à estiagem que geralmente ocorre durante seu cultivo neste período, evidenciando a necessidade de se utilizar a técnica da irrigação a fim de aumentar a produtividade. Peixoto et al. (2008), estudando épocas de semeadura da cultivar vagem lisa no Recôncavo Baiano,

encontrou maior produtividade para a época de semeadura correspondente ao início de março.

4.4.3 Eficiência de uso da água

Nos resultados da análise de variância conjunta, para a eficiência de uso da água, os fatores lâmina e ciclo foram significativos, ao contrário da interação tripla. Analisando os desdobramentos, apenas o desdobramento L x EC1 x C2 não foi significativo (Tabela 6). Ainda que ocorrido este resultado, para todos os desdobramentos, houve ajuste significativo, sendo o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados o linear (Figura 24).

1º Ciclo $\hat{y} = 8,3035^* - 0,0246^*x$ $R^2 = 0,8087$
 2º Ciclo $\hat{y} = 5,4858^* - 0,0171x$ $R^2 = 0,9074$

1º Ciclo $\hat{y} = 8,6931^* - 0,0249^*x$ $R^2 = 0,9458$
 2º Ciclo $\hat{y} = 6,5588^* - 0,0268^*x$ $R^2 = 0,8576$

Figura 24 – Representação gráfica da análise de regressão dos dados da produtividade de água das plantas de amendoim em função das lâminas de irrigação, nas épocas de colheitas 1 e 2, para o 1º e 2º ciclo. *Significativo ($P < 0,05$) pelo teste t de Student (1908)

Aumentando-se a lâmina de irrigação reduzem-se os valores de eficiência de uso da água, sendo os maiores valores ($7,27 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) encontrados na lâmina de 50%. Este resultado evidencia que mais trabalhos de pesquisa devem ser realizados a fim de se definir a lâmina de irrigação adequada para maximizar a produção por unidade de água aplicada, minimizando os custos de produção do amendoim.

Resultado similar ao deste trabalho foi encontrado por Sousa et al. (2008), estudando a eficiência do uso da água pela mamoneira sob diferentes lâminas de

irrigação. Esses autores verificaram que a eficiência do uso da água decai com o incremento na lâmina de irrigação aplicada, encontrando o valor máximo na lâmina de 60% de reposição da ETc.

O primeiro ciclo apresentou valores mais elevados para a característica avaliada, reforçando que este período é o mais eficiente em termos hídricos para o cultivo da cultivar de amendoim Runner IAC 886.

Os indicadores de produtividade da água expressam os benefícios derivados do consumo de água pelas culturas e podem ser usados para avaliar o impacto das estratégias de exploração agrícola em condições de escassez de água. Eles fornecem uma visão adequada de onde e quando a água poderia ser economizada (FRIZZONE; LIMA; COSTA, 2014).

4.5 Avaliação qualitativa das sementes de amendoim

Realizou-se análise individual para os dois ciclos, sendo que a razão do quadrado médio do resíduo maior pelo quadrado médio do resíduo menor para as variáveis referente à qualidade das sementes de amendoim não ultrapassou a relação 7:1, dando-se assim procedimento à análise conjunta dos dados (BANZATTO; KRONKA, 2008).

Os resultados para a análise de variância conjunta dos caracteres referentes à qualidade das sementes de amendoim estão apresentados na (Tabela 8), com as estimativas da média geral, do coeficiente de variação e dos valores de quadrado médio. Verifica-se que todas as variáveis apresentaram comportamento significativo para os fatores época de colheita e ciclo; a interação L x EC x C não foi significativa, porém seguiu-se analisando o desdobramento dessa interação.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância conjunta das diferentes peneiras (28, 26 e 24, 22, 20, 18) e do peso de 100 sementes (P100) de plantas de amendoim, sob quatro lâminas de irrigação, duas épocas de colheita e dois ciclos

Fonte de variação	GL	QM					
		28	26 e 24 ¹	22	20	18	P100
Lâmina (L)	3	17,1702 ^{ns}	62,1546 ^{ns}	82,7539 ^{ns}	10,7630 ^{ns}	8,7632 ^{ns}	15,6844 ^{ns}
Época de colheita (EC)	1	605,0985 ^{**}	2330,7170 ^{**}	523,4944 ^{**}	860,7623 ^{**}	387,6469 ^{**}	582,6189 ^{**}
Ciclo (C)	1	2256,1313 ^{**}	7831,8075 ^{**}	3129,2836 ^{**}	2276,3634 ^{**}	968,3766 ^{**}	1787,1756 ^{**}
L x EC	3	18,5438 ^{ns}	86,4131 ^{ns}	35,2009 ^{ns}	22,9479 ^{ns}	1,8632 ^{ns}	27,5465 ^{ns}
L x C	3	9,4136 ^{ns}	36,2692 ^{ns}	16,5145 ^{ns}	11,0223 ^{ns}	4,3511 ^{ns}	9,4732 ^{ns}
EC x C	1	64,2603 ^{ns}	3035,4590 ^{**}	56,1376 ^{ns}	454,8089 ^{**}	295,7110 ^{**}	548,8478 ^{**}
L x EC x C	3	16,5123 ^{ns}	77,6611 ^{ns}	12,7530 ^{ns}	11,8445 ^{ns}	1,2379 ^{ns}	21,9655 ^{ns}
L EC1 C1	1	4,4314 ^{ns}	29,9378 ^{ns}	30,8217 ^{ns}	4,6925 ^{ns}	1,5426 ^{ns}	5,2309 ^{ns}
L EC1 C2	1	6,0328 ^{ns}	134,2758 ^{ns}	52,5495 ^{ns}	25,1334 ^{ns}	7,1623 ^{ns}	29,1274 ^{ns}
L EC2 C1	1	50,5890 ^{ns}	33,6202 ^{ns}	13,2589 ^{ns}	10,2475 ^{ns}	1,0858 ^{ns}	30,9180 ^{ns}
L EC2 C2	1	0,5867 ^{ns}	64,6641 ^{ns}	50,5922 ^{ns}	16,5043 ^{ns}	6,4247 ^{ns}	9,3933 ^{ns}
Bloco(C)	6	39,9738 ^{ns}	71,9555 ^{ns}	30,2215 ^{ns}	8,7409 ^{ns}	5,1835 ^{ns}	29,1783 ^{ns}
Resíduo	42	22,0376	72,5328	32,9184	13,3612	6,1482	46,8746
Média Geral		9,5270	54,1206	19,0184	10,8048	6,3127	64,4688
C.V. (%)		44,59	15,74	30,17	33,83	33,91	10,62

¹Percentual de grãos retidos entre as peneiras 26 e 24; GL – Grau de liberdade; QM – Quadrado médio; ns - não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; **Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F;

4.5.1 Calibre da semente

A cultivar Runner IAC 886 produz significativas proporções de grãos comerciais classificados nas peneiras iguais ou maiores que 22, com predominância de 24 e 26, o que equivale à granulometria desejável para grãos do tipo comercial “Runner”, no mercado de exportação. A cultivar Runner IAC 886 é capaz de produzir, ainda, mais de 20% de grãos de peneiras iguais ou superiores que 28, equivalente a grãos de maior valor comercial, nesse segmento de comercialização (GODOY et al., 2003).

Apesar da interação tripla não ser significativa, procedeu-se ao teste de média de Tukey (Tabela 9); observa-se que houve diferenças entre os ciclos, sendo que no ciclo 1 as maiores peneiras (28, 26 e 24) tiveram as maiores porcentagens de sementes retidas. No ciclo 2 observa-se que nas peneiras de menor diâmetro (22, 20 e 18) verificaram-se as maiores porcentagens de sementes retidas. Evidencia-se assim que no ciclo 2 houve redução no tamanho do grão.

A época de colheita 2 produziu a maior porcentagem de sementes extragrandes, atingindo média de 19,55% no ciclo 1. Resultado semelhante foi encontrado por Godoy et al. (2003), trabalhando com a cultivar Runner IAC 886, que encontrou 11,80% dos grãos retidos na peneira 22; 58,30% retidos entre as peneiras 24 e 26; e 23,50% na peneira 28.

As lâminas de irrigação não promoveram mudanças significativas na porcentagem de sementes retidas; porém, o déficit hídrico frequentemente reduz a porcentagem de sementes “extragrandes”. Ainda, Suassuna et al. (2008) e Godoy et al. (2014) recomendam a utilização da irrigação no cultivo do amendoim, com o objetivo de prevenção contra a contaminação pré-colheita por aflatoxinas.

Tabela 9 – Percentuais de grãos retidos nas diferentes peneiras (28, 26, 24, 22, 20, 18) em função da lâmina de irrigação e época de colheita para o 1º e 2º ciclo (C1 e C2)

Peneiras															
L	>28			26 – 24 ¹			22			20			18		
	C1	C2	Média	C1	C2	Média	C1	C2	Média	C1	C2	Média	C1	C2	Média
Época de Colheita 1															
50	12,34a	2,72b	7,53	62,41a	36,46b	49,435	14,86b	27,15a	21,01	7,20b	20,54a	13,87	3,14b	13,20a	8,17
75	12,04a	2,44b	7,24	68,9a	30,79b	49,845	10,18b	28,09a	19,14	6,04b	23,51a	14,78	2,76b	15,62a	9,19
100	11,19a	0,4b	5,8	67,05a	30,90b	48,975	13,96b	28,86a	21,41	4,60b	21,97a	13,29	3,19b	16,17a	9,68
125	9,99a	0,52b	5,26	65,78a	22,41b	44,095	16,8b	35,14a	25,97	5,54b	26,40a	15,97	1,85b	15,27a	8,56
Média	11,39a	1,52b		66,04a	30,14b		13,95b	29,81a		5,85b	23,11a		2,74b	15,07a	
Época de Colheita 2															
50	17,36a	5,20b	11,28	61,50a	50,56a	56,03	12,63b	25,83a	19,23	6,12b	12,85a	9,99	2,31a	4,99a	3,65
75	22,99a	5,95b	14,47	62,88a	56,59a	59,735	8,32b	18,76a	13,54	3,07b	11,37a	7,22	2,50b	7,38a	4,94
100	15,71a	6,00b	10,85	68,18a	60,28a	64,23	9,99b	19,59a	14,79	3,70a	8,54a	6,12	2,30a	5,52a	3,91
125	22,12a	5,51b	13,82	64,76a	56,49a	60,625	9,48b	24,68a	17,08	2,47b	8,99a	5,73	1,34a	4,47a	2,91
Média	19,55a	5,67b		64,33a	55,98a		10,11b	22,22a		3,84b	10,44a		2,11b	5,59a	

¹Percentual de grãos retidos entre as peneiras 24 e 26; Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 0,05 de probabilidade

4.5.2 Peso de 100 sementes

Fachin et al. (2014), analisando as características agronômicas da cultivar Runner IAC 886 no agrícola de 2012, encontraram valores para o peso de 100 sementes variando de 60,84 a 61,24 g. Segundo Godoy, Minotti e Resende (2005), o peso de 100 sementes de amendoim se situa entre 50 a 70 g.

Os valores médios do peso de 100 sementes para a interação tripla são apresentados na (Tabela 10). A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de média Tukey, em um nível de probabilidade de 5%. Verificou-se que houve diferença estatística para as plantas dentro da época de colheita 1; as plantas do ciclo 1 atingiram o maior peso de 100 sementes (69,67 g). Esses valores estão de acordo com as características agronômicas e tecnológicas da cultivar.

Tabela 10 – Peso de 100 sementes (P100) de amendoim em função da lâmina de irrigação e da época de colheita, para o 1º e 2º ciclo (C1 e C2)

P100			
L	C1	C2	Média
Época de Colheita 1			
50	68,67a	53,74b	61,205
75	71,31a	51,52b	61,415
100	69,28a	56,84b	63,06
125	69,40a	50,86b	60,13
Média	69,67a	53,24b	
Época de Colheita 2			
50	70,69a	63,76a	67,23
75	65,99a	64,01a	65,00
100	70,11a	65,73a	67,92
125	72,59a	67,02a	69,81
Média	69,85a	65,13a	

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 0,05 de probabilidade

As diferentes lâminas de irrigação não promoveram mudanças significativas no peso de 100 sementes. Esses resultados então de acordo com os de Silva et al. (1998a), que estudaram a qualidade da produção do amendoim sob diferentes lâminas de irrigação, e também por Moura et al. (2006), que avaliaram o efeito de estresse hídrico na cultura do milho. Em contra partida, Sousa et al. (2014a) afirmam haver frequentemente, reduções significativas no peso das sementes de plantas de amendoim, quando submetidas a déficit hídrico.

5 CONCLUSÕES

O aumento na lâmina de irrigação influenciou positivamente as variáveis de crescimento e de produção da cultivar de amendoim. Sendo identificado na lâmina de 125% os maiores valores para as variáveis de crescimento e produção (altura das plantas, índice de área foliar e produtividade de grãos, por exemplo).

Os caracteres referentes à qualidade de grãos são influenciados pelas épocas de colheita. Encontrando-se na época de colheita 2 maior porcentagem de sementes extragrandes.

O fator ciclo afetou todas as variáveis de crescimento, produção e qualidade do grão. Sobressaindo-se o ciclo 1, onde se registraram os maiores valores para as variáveis de crescimento, produção e melhores respostas para as características relacionadas à qualidade da semente.

A máxima produtividade de grãos foi encontrada na lâmina de irrigação de 125%, na época de colheita 2, no ciclo de cultivo 1.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F.S.; SILVA, Ê.F.F.; ALBUQUERQUE FILHO, J.A.C.; NUNES, M.F.F.N. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 686–694, 2011.
- ARAGÃO, V.F.; FERNANDES, P.D.; GOMES FILHO, R.R.; CARVALHO, C.M.; FEITOSA, H.O.; FEITOSA, E.O. Produção e eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 6, n. 3, p. 207-216, 2012.
- ARAÚJO, W.F.; FERREIRA, L.G.R. Efeito do déficit hídrico durante diferentes estádios do amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 481-484, mai. 1997.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FAGLIARI, J.R.; SANTOS, J.L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- AZEVEDO, B.M.; SOUSA, G.G.; PAIVA, T.F.P.; MESQUITA, J.B.R.; VIANA, T.V.A. Manejo da irrigação na cultura do amendoim. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 11-18, Mar. 2014.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.
- BARBOSA, R.M.; HOMEM, B.F.M.; TARSITANO, M.A.A. Custo de produção e lucratividade da cultura do amendoim no município de Jaboticabal, São Paulo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 475-481, 2014.
- BASSOI, L.H.; NASCIMENTO, P.S. **Uso do tensiômetro de punção e do tensímetro digital**. Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido, Petrolina, v. 103, 2p. 2012.
- BASTOS, E.A. **Adaptação do modelo CROPGRO para simulação do crescimento e desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) WALP.) sob diferentes condições hídricas, no estado do Piauí**. 1999. 91p. Tese (Doutorado na área de irrigação e drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1999.
- BASTOS, F.J.C.; ROCHA, A.C.; SILVA, N.F.; CUNHA, F.N.; SILVA, F.C.; TEIXEIRA, M.B. Desempenho de cultivares e linhagens de amendoim irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 6, n. 3, p.198-206, 2012.

BELL, M.J.; WRIGHT, G.C.; HAMMER, G.I. Night temperature effects radiation use efficiency in peanut. **Crop Science**, Madison, v. 32, p. 1329-1335, 1992.

BERGAMASCHI, H; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84p.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 625p.

BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; SANTOS, F.A.M. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 595-602, 2006.

BOLONHEZI, D.; GODOY, I.J.; SANTOS, R.C. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R.C.; FREIRE, R.M.M.; LIMA, L.M. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. cap. 5, p. 181-237.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução normativa, n. 3, de 28 de janeiro de 2009. Dispõe sobre critérios e procedimentos para o controle higiênico-sanitário do amendoim e seus subprodutos na cadeia produtiva. **Diário Oficial**, Brasília, 29 jan. 2009a. Seção I, p. 27- 32.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009b. 399 p.

BRITO, A.S.; LIBARDI, P.L.; MOTA, J.C.A.; MORAES, S.O. Desempenho do tensiômetro com diferentes sistemas de leitura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 33, p.17-24, 2009.

CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA, L.E.M.; MESQUISTA, A.C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 72p.

CÂMARA, G.M.S.; GODOY, O.P.; MARCUS FILHO, J.; FONSECA, H. Técnica cultural. In: _____. **Amendoim: produção pré-processamento e transformação agroindustrial**. Piracicaba: FEALQ, 1983. p. 1-38 (Série extensão Agrícola, 3).

CARDOZO, N.P.; VOLPE, C.A.; ARAÚJO JUNIOR, I.P. Consumo hídrico de dois cultivares de amendoim em função da época de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2009. p. 1-5.

CARVALHO, C.M.; VIANA, T.V.A.; MARINHO, A.B.; LIMA JÚNIOR, L.A.; AZEVEDO, B.M.; VALNIR JÚNIOR, M. Influência de diferentes lâminas de irrigação no crescimento inicial do pinhão manso. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 5, n. 1, p. 75–81, 2011.

CARVALHO, D.F.; OLIVEIRA, L.F.C. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 240 p.

CASTRO, P.R.C. Agroquímicos e fisiologia do amendoimzeiro. In: ENCONTRO SOBRE A CULTURA DO AMENDOIM, 5., 2010, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, FCAV, 2010. p. 1-6.

CAVALLI, D.A.L. **A cultura do amendoim**. Disponível em: <<http://www.clubeamigosdocampo.com.br/artigo/a-cultura-do-amendoim-1358>>. Acesso em: 26 maio 2016.

COELHO, S.L.; TEIXEIRA, A.S. Avaliação do tensiômetro eletrônico no monitoramento do potencial matricial de água no solo. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 536-545, 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, v. 2, n. 9, p. 1-104, 2015a.

_____. **Indicadores da agropecuária**. Brasília, 2015b. n. 8, p. 1-96.

CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2004.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas**. Londrina Planta, 2006. 401p.

FACHIN, G.M.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; GLIER, C.A.S.; MROZINSKI, C.R.; COSTA, A.C.T.; GUIMARÃES, V.F. Características agronômicas de seis cultivares de amendoim cultivadas em sistema convencional e de semeadura direta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 2, p. 165–172, 2014.

FARIA, L.A. **Proposta de norma técnica de ensaio para tubogotejadores de irrigação: resistência ao entupimento por partículas sólidas em suspensão**. 2013. 129p. Tese (Doutorado na área de irrigação e drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2013.

FARIA, R.T.; COSTA, A.C. **Tensiômetro**: construção, instalação e utilização; um aparelho simples para se determinar quando irrigar. Londrina: IAPAR, 1987. v. 56, n. 2, 24 p. (IAPAR, circular).

FEITOSA, C.T.; NOGUEIRA, S.S.S.; GERIN, M.A.N.; RODRIGUES FILHO, F.S.O. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 427-437, 1993.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/softwares.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

FREITAS, F.O.; PEÑALOZA, A.D.P.S.; VALLS, J.F.M. **O amendoim contador de história**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n. 107, 2003. 12 p.

FRIZZONE, J.A.; LIMA, S.C.R.V.; COSTA, R.N.T. **Irrigação**: da conservação de água e solo à sustentabilidade com vistas à autogestão. Fortaleza: INOVAGRI, 2014. 129 p.

GODOY, I.J.; BOLONHEZI, D.; FINOTO, M.D.M.E.; KASAI, F.S.; FREITAS, R.S. Amendoim: *Arachis hypogaea* L. In: AGUIAR, A.T.E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.; CASTRO, C.E.F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. Revisão atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452p. (Boletim IAC, n.º 200).

GODOY, I.J.; MINOTTI, D.; RESENDE, P.L. **Produção de amendoim de qualidade**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2005. 168 p.

GODOY, I.J.; MORAES, S.A.; KASAI, F.S.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; MORAES, A.R.A.; TEIXEIRA, J.P.F. Cultivares IAC de amendoim. **Boletim o Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 1, 2003. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/v55-1_paginas26a29.pdf>. Acesso em 14 abr. 2016.

GODOY, I.J.; MORAES, S.A.; ZANOTTO, M.D.; SANTOS, R.C. Melhoramento do amendoim. In: BOREN, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 51-94.

INMAN-BAMBER, N.G.; BONNETT, G.D.; SPILLMAN, M.F.; HEWITT, M.L.; JACKSON, J. Increasing sucrose accumulation in sugarcane by manipulating leaf extension and photosynthesis with irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 59, n. 1, p. 13-26, 2008.

KOZLOWSKI, T.I. Water supply and leaf shedding. In: _____. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1976. v. 4, p. 191-222.

LEONG, S.K.; ONG, C.K. The influence of temperature and soil water deficit on the development and morphology of groundnut. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 34, n. 148, p.1551-1561, 1983.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MANTOVANI, E.C. **Avalia**: manual do usuário. Viçosa: UFV, DEA; PNP&D/Café; Embrapa, 2002. 100 p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. **Irrigation Science Journal**, Brasília, v. 25, p. 411-418, 2007.

MARTHALER, H.P.; VOGERSANGER, W.; RICHARD, F.; WIERENGA, P.J. A pressure transducer for field tensiometers. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n. 4, p.624-627, 1983.

MARTINS, R. Amendoim: perspectivas para a safra paulista 2010/11. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 1-4, 2010. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-35-2010.pdf>>. Acesso em: 12 abril. 2016.

_____. Amendoim: o mercado brasileiro no período de 2000 a 2011. In: SANTOS, R.C.; FREIRE, R.M.M.; LIMA, L.M. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013. cap. 1.

MORETZSOHN, M.C.; HOPKINS, M.S.; MITCHELL, S.E.; KRESOVICH, S.; VALLS, J.F.M.; FERREIRA, M.E. Genetic diversity of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and its wild relatives based on the analysis of hypervariable regions of the genome. **BMC Plant Biology**, Brasília, v. 4, 2004. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2229/4/11>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

MOURA, E.G.; TEIXEIRA, A.P.R.; RIBEIRO, V.S.; AGUIAR, A.C.F.; FARIAS, M.F. Crescimento e produtividade da cultura do milho (*Zea mays*, L.) submetida a vários intervalos de irrigação, na região da pré Amazônia. **Revista Irriga**, Piracicaba, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2006.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. **O amendoim: tecnologia de produção**. Botucatu: FEPAF, 2011. 325p. NASCIMENTO, J.T.; PEDROSA, M.B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, 2004, p.174-177.

NOVO, M.C.S.S.; CRUZ, L.S.P.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; NAGAI, V. Influência de herbicidas aplicados em condições de pós-emergência no crescimento da planta e fixação simbiótica do nitrogênio na cultura do amendoim. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55 n. 2, p. 1-7, 1998.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M.V.; ZOLIN, C.A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M.; JOSÉ, J.V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 163-176, 2011.

- PEIXOTO, C.P.; GONCALVES, J.A.; PEIXOTO, M.F.S.P.; CARMO, D.O. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas semeadura no Recôncavo Baiano. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 563-568, 2008.
- QUAGGIO, J.A.; GODOY, I.J.; Amendoim. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 194-195. (Boletim Técnico, 100).
- RAHMIANNA, A.A.; TAUFIQ, A.; YUSNAWAN, E. Pod yield and kernel quality of peanut grown under two diferents irrigations and two harvest times. **Indonesian Journal of Agriculture**, Muneng, v. 2, n. 2, p. 103-109, 2009.
- RAO, R.C.N.; WILLIAMS, J.H.; SIVAKUMAR, M.V.K.; WADIA, K.D.R. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. II. Response to drought during pre flowering phase. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 431-438, 1988.
- RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P. **Métodos e estratégias de manejo de irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 10 p. (Circular Técnica, 19).
- ROMANINI JUNIOR, A. **Influência do espaçamento de plantas no crescimento, produtividade e rendimento do amendoim rasteiro, cultivar Runner IAC 886**. 2007. 60 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007.
- SANTOS, E.P.; DA SILVA, R.P.; BERTONHA, R.S, NORONHA, R.H.F.; ZERBATO, C. Produtividade e perdas de amendoim em cinco diferentes datas de arranquio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 695-702, out./dez. 2013.
- SANTOS, R.A.; CARNEIRO, P.T.; SANTO, V.R.; COSTA, L.C.; SANTOS, C.G.; SANTOS NETO, A.L. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1255–1261, 2014.
- 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 Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 72-77, 2012.
- SANTOS, R.C.; FREIRE, R.M.M.; SUASSUNA, T.M.F. **Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 240p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- SANTOS, R.C.; MELO FILHO, P.A.; BRITO, S.F.M.; MORAES, J.S. Fenologia de genótipos de amendoim dos tipos botânicos Valência e Virgínia. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 607-612, 1997.

SANTOS, R.C.; RÊGO, G.M.; DA 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**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 589–593, 2010.

SCARPIN, L.J.; MUNDO NETO, M.; MALAGOLLI, G.A. O sistema de rotação entre amendoim e cana-de-açúcar em áreas controladas por indústrias. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 10, n. 1, p. 95-103, 2013.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, London, v. 52, p. 591-611, 1965.

SILVA, J.A; SILVA, F.G; DUTRA, A.F; SILVA, J.M; MELO, A.S; Produtividade e qualidade de fruto de tomateiro cultivado sob taxas de reposição hídrica. In.: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING; WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 4., 2012. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2012. p. 1-5.

SILVA, L.C.; BELTRÃO, N.E.M. Incremento de fitomassa e produtividade do amendoimzeiro em função de lâmina e intervalos de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 111-121, 2000.

SILVA, L.C.; BELTRÃO, N.E.M.; RAO, T.V.R.; FIDELES FILHO, J. Efeito do manejo da irrigação na qualidade da produção e na produtividade do amendoim CV. BR1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p.175-178, 1998a.

SILVA, L.C.; FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N.E.M.; RAO, T.V.R. Variação diurna da resistência estomática à difusão de vapor de água em amendoim irrigado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 269-276, 1998b.

SILVA, L.C.; RAO, T.V.R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 128–131, 2006.

SILVA, V.G.F.; ANDRADE, A.P.; FERNANDES, P.D.; SILVA, I.F.; AZEVEDO, C.A.V.; ARAÚJO, J.S. Productive characteristics and water use efficiency in cotton plants under different irrigation strategies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 451-457, 2010.

SOUSA, G.G.; AZEVEDO, B.M.; FERNANDES, C.N.V.; VIANA, T.V.A.; SILVA, M.L.S. Growth, gas exchange and yield of peanut in frequency of irrigation. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 27-34, mar, 2014a.

SOUSA, G.G.; LIMA, F.A.; GOMES, K.R.; VIANA, T.V.A.; COSTA, F.R.B.; AZEVEDO, B.M.; MARTINS, L.F. Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 2, p. 89-94, jun. 2014b.

SOUSA, P.S.; PORTO FILHO, F.Q.; MEDEIROS, J.F.; MESQUITA, T.O.; OLIVEIRA, C.J.S.; ALMEIDA NETO, A.J.; DIAS, A.F.S. Eficiência do uso da água pela mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, ENERGIA E RICINOQUÍMICA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008. p. 1-5.

STEDUTO, P.; HSIAO, T.C.; FERERES, E. On the conservative behavior of biomass water productivity. **Irrigation Science**, Rome, v. 25, p. 189–207, 2007.

STUDENT. The probable error of a mean. **Biometrika**, London, v. 6, p. 1–25, 1908.

SUASSUNA, T.M.F.; COUTINHO, W.M.; SOFIATTI, V.; SUASSUNA, N.D.; GONDIM, T.M.S. **Manual de boas práticas agrícolas para a produção do amendoim no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 27 p. (Documentos, 207)

TASSO JUNIOR, L.C.; MARQUES, M.O.; NOGUEIRA, G.A. **A cultura do amendoim**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 220 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Foreign Agricultura Service**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdreport.aspx0?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrieval#ancor>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

VAN GENUCHTEN, M.T.V. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soils Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898. Oct. 1980.