

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUÇÃO DE AMENDOIM NA ÉPOCA DA SECA SUBMETIDA A NÍVEIS
DE IRRIGAÇÃO**

Pablo Nascimento de Oliveira França
Engenheiro Agrônomo

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUÇÃO DE AMENDOIM NA ÉPOCA DA SECA SUBMETIDA A NÍVEIS
DE IRRIGAÇÃO**

Pablo Nascimento de Oliveira França

Orientador: **Prof. Dr. Rogério Teixeira de Faria**

Coorientador: **Dr. Willians César Carrega**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do solo).

2019

F814p

França, Pablo Nascimento de Oliveira

Produção de amendoim na época da seca submetida a níveis de irrigação / Pablo Nascimento de Oliveira França. – Jaboticabal, 2019
59 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Rogério Teixeira de Faria

Coorientador: Willians César Carrega

1. *Arachis hypogaea* L.. 2. *Cercosporidium personatum*. 3. Estresse hídrico. 4. Irrigação deficitária. 5. Produtividade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRODUÇÃO DE AMENDOIM NA ÉPOCA DA SECA SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

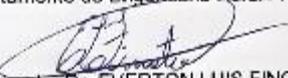
AUTOR: PABLO NASCIMENTO DE OLIVEIRA FRANÇA

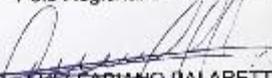
ORIENTADOR: ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA

COORIENTADOR: WILLIANS CÉSAR CARREGA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador Dr. EVERTON LUIS FINOTO
APTA - Polo Regional do Centro-Norte / Pindorama/SP


Prof. Dr. LUIZ FABIANO BALARETTI
Engenharia Rural / FCAV/UNESP - Jaboticabal/SP

Jaboticabal, 15 de fevereiro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Pablo Nascimento de Oliveira França – Maranhense nascido na ilha de São Luís no dia 05 de Novembro de 1987, é filho de Valdilene Maria Nascimento de Oliveira e Milton Carlos França Ferreira. No segundo semestre de 2011 ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal do Maranhão-UFMA, concluído o curso no ano de 2016. Foi bolsista estagio de iniciação científica FAPEMA (2015) no Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, desenvolvendo o trabalho na tecnologia para o aproveitamento de palha da cana de açúcar no tripé geração de energia, produção de etanol de segunda geração e produtividade da cultura canavieira e concluindo treinamento técnico científico. Como bolsista de iniciação Científica CNPq (2013), desenvolveu projeto junto a produtores do leste maranhense no manejo e produção animal. Foi bolsista de extensão da Universidade Federal do Maranhão PROEX (2012) desenvolvendo pesquisa junta a produtores locais da região. Desenvolveu projetos juntos ao laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal do Maranhão do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais atuando em pesquisas na área de manejo e produção vegetal, com seguintes temas: Fisiologia vegetal, manejo de plantas daninhas e cobertura de solo. No segundo semestre de 2017 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia pelo programa de Ciência do Solo na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, sendo bolsista Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Ministrou palestras sobre a produção de amendoim da região paulista, participou de eventos e da organização do XV Encontro Sobre Cultura do Amendoim. Atualmente trabalha nas áreas de fisiologia do amendoim e produção, com ênfase em estresse hídrico, desenvolvendo pesquisas no Departamento de Engenharia Rural na Universidade Estadual Paulista.

Epígrafe

*“O nome de Jeová é uma torre forte.
O justo corre para dentro dela e recebe proteção”*

Provérbios 18:10

Dedico

A minha avó Dona **Clara** por toda carinho e zelo que só uma mãe poderia dar.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que sem ele não somos nada.

À minha mãe Valdilene de Oliveira Pontes por todo amor e encorajamento.

À Francisco Arouche Neto por todo incentivo, apoio e ajuda durante toda jornada.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, Departamento de Engenharia Rural pela oportunidade de realização dos trabalhos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rogério Teixeira de Faria pela orientação e competência, pelos conhecimentos fornecidos, e pela compreensão.

Ao meu coorientador Dr. Willians César Carrega pelos ensinamentos e contribuições no desenvolvimento deste trabalho e pela forte amizade.

Ao Dr. Ignácio José de Godoy (Pesquisador Científico do Instituto Agrônomo de Campinas) por disponibilizar os genótipos para o desenvolvimento dos experimentos.

À Isa Marcela Braga e Izabela Orzari e os integrantes do grupo “Frutos da Unesp” pela amizade, parceria e companheirismo durante as muitas horas de diversão (ou momentos de descanso) e por me fazer esquecer de muitos problemas enfrentados durante o dia-a-dia.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) da FCAV/UNESP - Jaboticabal, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, FCAV/UNESP – Jaboticabal, pelo auxílio em várias ocasiões durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Jaboticoro por toda alegria e paz que me deram em forma de música e talento.

Aos amigos do Laboratório GPIMA em especial ao apoio do Anderson Prestes Coelho, José de Arruda Barbosa, Jonathan dos Santos Vieira e Thayane Leonel Alves que compartilharam também momentos de alegria proporcionando lembranças inesquecíveis em muitas comemorações.

Ao Laboratório de plantas daninhas (LAPDA) pela ajuda. Deixo aqui meu agradecimento mais que especial ao Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, Neriane Hijano e Pedro de Figueiredo Rocha Barbosa Martins.

As grandes amigas Marina Rayanne Prestes Andrade, Idália Gonçalves Costa e Camila Vieira da Silva.

A todos aqueles que, direta e indiretamente, colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	xiii
SUMMARY	xiv
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	1
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	2
Produção Mundial.....	3
Deficiência hídrica	3
Deficiência hídrica na cultura do amendoim	5
A irrigação na cultura do amendoim	6
HIPÓTESE	7
OBJETIVOS GERAIS.....	8
REFERÊNCIAS.....	9
CAPÍTULO 2 - Produtividade de amendoineiro sob níveis de irrigação na segunda safra.....	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 03 - Incidência de <i>Cercosporidium personatum</i> em amendoim cultivado na segunda safra submetido a níveis de irrigação	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS.....	44

PRODUÇÃO DE AMENDOIM NA ÉPOCA DA SECA SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO – O déficit hídrico é considerado um dos principais fatores limitantes na produção de amendoim, com perdas elevadas na região centro-sul do Brasil, principalmente na safra da seca, entre janeiro e junho. A irrigação pode contribuir para aumentar e estabilizar produtividade, além de afetar a fitossanidade da cultura, porém o recurso hídrico disponível é escasso nas regiões de cultivo. Dessa forma, a determinação da demanda hídrica do cultivo é essencial para se obter alta produtividade com maior eficiência de uso de água. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de irrigação plena e deficitária sobre a produtividade e incidência de *Cercosporidium personatum* em amendoinzeiro semeado na época da seca. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 2, sendo 5 níveis de irrigação (L1= 8%; L2= 27%; L3= 63%; L4= 94% e L5= 100% da evapotranspiração da cultura) e semeados em 2 épocas, com quatro repetições. Os resultados mostraram que é mais vantajoso o cultivo com irrigação plena em E2, devido aos incrementos de produtividade em até 30% em relação a E1. A irrigação deficitária reduziu altura de plantas, massa de sementes e produtividade de vagens, enquanto que a irrigação plena (L5) proporcionou produtividades de 4.141 a 5.102kg ha⁻¹ em E1 e E2, respectivamente, com incrementos em cerca de três vezes às produtividades obtidas no menor nível de irrigação (L1). O déficit hídrico promoveu maior severidade de danos de *C. personatum* e houve menor incidência da doença em E2. Sob condições hídricas ideais e independentemente da época de semeadura, a cultivar IAC 505 é moderadamente resistente aos danos causados pelo *C. personatum*.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.; *Cercosporidium personatum*; Estresse hídrico; Irrigação deficitária; Produtividade.

PEANUT PRODUCTIVITY DURING OFF-SEASON PLANTING UNDER IRRIGATION LEVELS

SUMMARY – Crop water deficit is considered one of the main constraint in the peanut production, with high losses in the central-eastern Brazil, mainly during the dry season, between January and June. Irrigation can contribute to increase and stabilize productivity, as well as affect crop sanity, but the available water resources are scarce in the growing regions. Thus, the determination of the crop water demand is essential to obtain high yield with greater efficiency of water use. The objective of this work was to evaluate the effects of full and deficit irrigation levels on the yield and also the incidence of *Cercosporidium personatum* in peanut sown in the dry season. The experiment was conducted in a randomized block design in a 5 x 2 factorial scheme, with 5 irrigation levels (L1 = 8%, L2 = 27%, L3 = 63%, L4 = 94% and L5 = 100% of crop evapotranspiration) and sown in 2 planting dates, with four replications. The results showed more advantage for treatment with full irrigation in E2, due to yield increases of up to 30% as compared to E1. Deficit irrigation reduced plant height, seed mass, and pod yield, while full irrigation (L5) provided yields of 4,141 to 5,102 kg ha⁻¹ in E1 and E2, respectively, with increments of about three times the yields obtained at the lowest irrigation level (L1). The water deficit promoted greater severity of *C. personatum* and there was a lower incidence of the disease in E2. Under ideal water conditions and regardless of sowing time, the cultivar IAC 505 is moderately resistant to damage caused by *C. personatum*.

Keyword: *Arachis hypogaea* L.; *Cercosporidium personatum*; Water stress; Déficit irrigation; Yield.

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

INTRODUÇÃO

O Brasil é tradicional produtor de amendoim para consumo interno e, mais recentemente, vem se tornando exportador devido à maior demanda internacional, associada à utilização de cultivares de porte rasteiro com maior potencial produtivo (Finoto et al., 2011) e melhores características comerciais. Para que o Brasil possa suprir esta crescente demanda faz-se necessário aumentar a produção, seja pelo aumento da produtividade, que envolve fatores genéticos e fitotécnicos (estudos em médio-longo prazo), ou simplesmente pelo aumento nas áreas de cultivo (curto prazo).

Como a deficiência de hídrica é considerada o estresse ambiental de maior impacto negativo sobre o rendimento de cultivos de amendoim em todo o mundo (Pereira et al., 2016), uma das estratégias para o aumento da área de cultivo é por meio da sua expansão para áreas com maior disponibilidade hídrica, como a região sudeste e centroeste do Brasil durante a safra das águas, de setembro a fevereiro. Porém, mesmo nessas condições, a ocorrência de curtos períodos de deficiência hídrica é frequente, o que resulta em decréscimos de produtividade significativos.

O amendoineiro se adapta também ao cultivo durante a época da seca, de janeiro a junho, desde que não haja limitação hídrica, o que é pouco comum nas regiões de cultivo no Brasil. Para viabilizar o cultivo na época da seca há que utilizar cultivares tolerantes ao estresse hídrico, associados ao emprego de técnicas de manejo de solo que promovam maior eficiência de uso de água ou a aplicação de irrigação para suplementação da necessidade hídrica. Para viabilizar essas alternativas há carência de pesquisas aplicadas nas regiões de cultivo. Atualmente, existem poucos estudos sobre os efeitos da deficiência hídrica em amendoim e cerca de 90% desses estudos foram realizados com cultivares de hábito de crescimento ereto, pouco utilizado em São Paulo, principal estado produtor (CONAB, 2018).

Portanto, são necessários mais estudos utilizando cultivares, tipos de solos e regiões produtoras para se obter maiores resultados sobre o manejo de irrigação na cultura do amendoim, sendo para produção de grãos ou até

mesmo sementes de alta qualidade. Seja para o uso mais eficientemente a água ou até expandir para outras fronteiras agrícolas a produção de amendoim, fazem-se necessários maiores pesquisas e técnicas de manejo.

REVISÃO DE LITERATURA

O amendoineiro

O amendoineiro é uma planta anual herbácea que pode possuir porte ereto ou prostrado, podendo apresentar ciclo indeterminado e determinado (Gregory et al., 1980). É originário da América do Sul e possui elevada importância em âmbito mundial. O gênero *Arachis* L. é composto no total de 81 espécies (Krapovickas e Gregory, 1994; Valls e Simpson, 2005). A espécie *A. hypogaea* L. é a que apresenta maior interesse econômico (Veiga et al., 2001), por ser a espécie adaptada e cultivada em muitos países.

Classificam-se os tipos Valência, Virgínia e Spanish, que possuem diferenças vegetativas e reprodutivas: hábito de crescimento pode ser ereto, semi-ereto ou rasteiro, tipo de ramificação, duração do ciclo, tamanho das sementes, número de vagens por planta e de sementes por vagem (Nakagawa e Rosolem, 2011).

São mais utilizados as cultivares do grupo Valência e Virgínia no Brasil, sendo que o Virginia é mais comum, isso se dá pela característica dos grupo de apresentar vantagens agrônômicas, como a arquitetura facilita a colheita podendo ser totalmente mecanizada e podendo se obter o potencial produtivo (Godoy et al., 2005). Atualmente dentro do grupo Valência e a cultivar mais conhecida é a IAC-Tatú-ST. Hoje 29 cultivares possuem registro no Brasil (MAPA, 2016).

No que diz respeito a importância como alimento o nutricional o amendoim possui basicamente todos os compostos vitais para o ser humano como proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais e fibras. Pesquisas comprovaram que a composição nutricional dos grãos é: 21,51% de carboidratos, 8% de fibras, 49,66% de lipídios, 23,68% de proteínas e 1,55% de água, sendo um alimento altamente calórico, no qual 100 g do produto fornece 585 kcal (Settaluri et al., 2012).

Produção Mundial

Sendo a cultura do amendoim a quarta maior cultura oleaginosa em produção (Freitas et al., 2005) a estimativa global atual é de 45,45 milhões de toneladas na safra 2017/2018 segundo USDA (2018). Tendo o posto de maiores produtores a China, com 18,1 milhões de toneladas, em primeiro lugar; Índia em segundo lugar, com 6,0 milhões de toneladas; e Nigéria em terceiro lugar, com 3,0 milhões de toneladas e em quarto o EUA produzindo um total de 2,7 milhões de toneladas, somando-se a produção desses quatro países temos a produção de 60% de toda produção mundial da leguminosa.

Entre os países da América Latina a Argentina se destaca como maior produtora, e o Brasil como um dos principais produtores de amendoim. No Brasil, onde a produção para a safra 2017/2018 é de 515,4 mil toneladas e está concentrada principalmente no Estado de São Paulo, o qual detém mais de 90% da quantidade produzida, com excelente ganho de área de 13% e crescimento de 3% na produtividade. Grande parte desta produção é destinada a países do continente Europeu (60% / 70% do amendoim Runner) e ao consumo *in natura*, bem como a indústria alimentícia (CONAB, 2018; Santos et al., 2013).

Deficiência hídrica

A água é um dos principais recursos que as plantas necessitam para o crescimento, sendo considerada fator limitante no desenvolvimento das culturas e produtividade agrícola (Pinto et al., 2014). Entretanto, tanto o excesso quanto a deficiência hídrica podem promover efeitos negativos durante o crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo afetar drasticamente a produtividade dos cultivos agrícolas.

Pesquisas demonstraram que as reduções de rendimento de amendoim está diretamente ligada ao estresse hídrico, e que sido relatado em todo o mundo (Wright et al. 1991; Songsri et al. 2009).

Na agricultura, as plantas cultivadas estão constantemente expostas a estresses abióticos (luz, radiação solar, temperatura, água e CO₂) ou bióticos (fungos, bactérias, plantas, animais, seres humanos), cujo período e

intensidade vão influenciar na produção final das culturas (Mahajan e Tuteja, 2005; Coelho, 2013).

Alguns fatores abióticos estressantes, como por exemplo o estresse hídrico, podem causar modificações no crescimento e metabolismo desde o início do ciclo de desenvolvimento, promovendo reduções no acúmulo de fitomassa, velocidade de crescimento, e conseqüentemente, reduções na produtividade final das culturas (Castro e Garcia, 1996; Ni et al., 2000). Os efeitos mais drásticos dos fatores abióticos ocorre principalmente na fase reprodutiva, mais especificamente no florescimento, promovendo diminuição do potencial produtivo.

De acordo com muitos autores, a deficiência hídrica nos sistemas de cultivos afeta o crescimento e desenvolvimento das culturas e é considerada o maior entrave na produtividade agrícola em nível mundial (Kramer e Boyer, 1995; Reddy et al., 2004; Santos, 1998), interferindo diretamente em diversos processos fisiológicos e bioquímicos (Alves, 2013; Graciano, 2009). Contudo, as plantas sob deficiência hídrica tendem a desenvolver mecanismos de adaptação, morfológicos, fisiológicos e bioquímicos, na tentativa de minimizar os efeitos causados pelo estresse (Farooq et al., 2009; Mafakheri et al., 2010; Waseem et al., 2011), visando a sobrevivência das plantas em períodos prolongados de seca (Larcher et al., 1981).

Alguns autores citam que a raiz é a primeira parte da planta que percebe a falta d'água e por meio de sinais bioquímicos, sinaliza às folhas para realizar o fechamento estomático, para evitar a perda de água através da transpiração (Morgan, 1990; Taylor, 1991; Turner et al., 2001). Larcher (2006), menciona que a deficiência hídrica promove a diminuição na turgescência, o qual, afeta diretamente o processo de crescimento e desenvolvimento das plantas.

Lauriano et al. (2000) citam que a deficiência hídrica afeta a membrana lipídica e as respostas fotossintéticas. Kambiranda et al. (2011) mencionam que a deficiência hídrica afeta o transporte de elétrons nos tilacoides (sistemas de membranas internas, onde ocorre as reações de luz da fotossíntese), fosforilação, carboxilação e fotossíntese.

Entre as espécies vegetais e mesmo dentro de uma espécie, existem comportamentos diferenciados em relação ao estresse hídrico. Existe grande variabilidade relacionada ao grau de tolerância ao estresse, desde aquelas

muito sensíveis até as mais resistentes ao estresse hídrico (Kratz et al., 2013). Existem muitos estudos sobre as respostas dos vegetais a deficiência hídrica, mas ainda há discussões sobre os efeitos da falta d'água em plantas, assim como dos mecanismos de tolerância à seca empregados pelas diferentes espécies (Blum, 1997). Entre as culturas prejudicadas, a do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) tem sofrido forte impacto e isso tem desestimulado o setor amendoineiro.

Deficiência hídrica na cultura do amendoim

Assim como ocorre com outras culturas, além do impacto negativo sobre o rendimento, a deficiência hídrica se destaca entre os maiores entraves para a expansão do cultivo do amendoim para determinadas regiões. A deficiência hídrica tem acarretado reduções que variam entre 25 a 30% na produtividade da cultura do amendoim dependendo da cultivar (Carrega, 2017).

Mesmo o amendoim sendo uma oleaginosa conhecida por apresentar potencial para se desenvolver em áreas com menor disponibilidade hídrica, demonstrando, assim, certa “tolerância” ao estresse hídrico, principalmente pela sua habilidade em conviver em ambientes com baixa disponibilidade hídrica (Pereira et al., 2012; Nogueira e Santos, 2000; Santos et al., 2013). Em situação de deficiência hídrica, alguns parâmetros como conteúdo relativo de água, potencial hídrico foliar, resistência estomática, taxa de transpiração, temperatura foliar e temperatura do dossel são influenciadas nas relações hídricas (Kambiranda et al., 2011). Quando esses parâmetros são afetados, as respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas são modificadas, promovendo menor crescimento e desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, diminuição da produtividade.

O estresse hídrico, dependendo da frequência e da intensidade dos períodos de seca, associado às altas temperaturas, influencia negativamente todos estádios vegetativos do amendoineiro, desde a semeadura a colheita. Para Graciano (2009), os períodos de seca prejudicam as funções vitais da planta e estimulam as reações de adaptação. Nogueira e Távora (2005) mencionam que mesmo apresentando mecanismos de adaptação à seca, o

amendoineiro é mais afetado pela deficiência hídrica na fase reprodutiva, principalmente durante o florescimento e enchimento dos frutos.

Estudos sobre os efeitos da deficiência hídrica em condições de campo é um dos grandes desafios da ciência agrícola no Brasil, não somente por causa das chuvas que podem ocorrer ao longo do período experimental, mas também por causa da acuidade dos métodos de análise.

A disponibilidade hídrica no solo está ligado a modificações fisiológicas das plantas (Cerioni, 2003) promovendo alterações nos processos, como o fechamento estomático, reduzindo a transpiração, afetando na taxa de absorção de CO₂ pelas folhas para realização da fotossíntese (Pereira et al., 2016) e, promovendo a redução na área foliar (Haro et al., 2008), matéria seca (Giambastini, 1998), crescimento (Boote e Ketring, 1990) e produtividade (Haro et al., 2011).

A irrigação na cultura do amendoim

Nas últimas décadas, o país tem aumentado significativamente a produção de amendoim, principalmente com o uso de novas tecnologias e pesquisas. Segundo Wright e Nageswara Rao (1994), 80% da produção mundial de amendoim ocorre em ambientes propensos à deficiência hídrica durante o ciclo da cultura. Kambiranda et al. (2011), citam uma estimativa anual que mostra que as perdas na produtividade causada pela seca equivalem a US\$520 milhões mundialmente.

A irrigação vem como tecnologia que associada a práticas de melhoramento genético e adubação pode potencializar a produção de amendoim no país e eventualmente atender à crescente demanda do produto internamente e externamente, baseada na afirmação de que mais pode ser alcançado com menos e melhor utilização da água através da gestão (Chartzoulakis e Bertaki, 2015).

A utilização de estratégias de irrigação que venha a minimizar os impactos do estresse hídrico e melhorando o rendimento sob condições de seca, seria o caminho mais eficaz para o crescimento amendoim sob fornecimento limitado de água (Thangthong et al., 2018).

Associado ao déficit hídrico, a ocorrência de patógenos pode comprometer ainda mais a produtividade do amendoim. Como a segunda safra geralmente ocorre na época com condições climáticas limitantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, às menores temperaturas e lâminas de irrigação, podem contribuir para o aumento de doenças foliares, principalmente às fúngicas que estão associadas diretamente ao clima (Paterson et al., 2010).

Conhecer a melhor estratégia para disponibilizar água a cultura minimizando a ocorrência e avanço de doenças seria mais uma forma estratégica para driblar eventuais prejuízos recorrentes do efeito hídrico na agricultura. Seja para o uso mais eficientemente a água ou até expandir para outras fronteiras agrícolas a produção de amendoim, fazem-se necessários maiores pesquisas e técnicas de manejo. A mancha-preta causada por *Cercosporidium personatum* (Berk. e Curt.) Deighton é considerada uma das principais doenças fúngicas causando perdas significativas (Clevenger et al., 2018). Em áreas de produção de amendoim sem pulverizações, perdas no rendimento variam de 30% a 70% (Singh et al., 2011).

Ainda são necessários mais estudos utilizando cultivares, diferentes solos e regiões produtoras para se obter maiores resultados sobre o manejo de irrigação na cultura do amendoim, sendo para produção de grãos ou até mesmo sementes de alta qualidade.

Diante disso, torna-se fundamental estudar alternativas para minimizar os impactos da deficiência hídrica no cultivo do amendoim.

HIPÓTESE

Em virtude do relatado, levanta-se a hipótese de que plantas de amendoim quando cultivadas em diferentes condições hídricas e épocas de semeadura podem apresentar respostas diferenciadas para o desenvolvimento e produção.

OBJETIVOS GERAIS

Avaliar os efeitos de níveis de irrigação plena e deficitária e épocas de semeadura sobre o crescimento, desenvolvimento, produtividade, bem como a incidência e agressividade de *Cercosporidium personatum* em amendoazeiros cultivado na segunda safra, visando definir estratégias de manejo para aumentar a produtividade da cultura e possibilitar a expansão do cultivo para áreas com menores disponibilidades hídricas.

REFERÊNCIAS

Alves GMR (2013) **Variabilidade genotípica de amendoim submetido ao estresse hídrico baseada em descritores bioquímicos**. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

Blum A (1997) Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. In: Belhassen I (ed.) **Drought tolerance in Higher Plants: Genetical, Physiological, and Molecular Biological Analysis**. Kluwer Academic Publ, Dordrecht, 57-70.

Boote KJ, Ketring DL (1990) **Peanut**. Chapter 22. In: Irrigation of Agricultural Crops (eds. B.A. Stewart y O.R Nielsen), Agronomy Monograph 30:675-717.

Carrega WC (2017) **Deficiência hídrica em genótipos de amendoim**. 108 f. Tese (Doutor em Agronomia) - Unesp, Jaboticabal.

Cerioni GA (2003) **Déficit hídrico en las etapas reproductivas del maní (*Arachis hypogaea* L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad**. 95 f. Tesis M.Sc. Fac. Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. FAV-UNRC. Córdoba, Río Cuarto.

Chartzoulakis K, Bertaki M (2015) Sustainable water management in agriculture under climate change. **Agriculture and Agricultural Science Procedia** (4): 88-98.

Clevenger J, Chu Y, Chavarro C, Botton S, Culbreath A, Isleib TG, Ozias-Akins P (2018) Mapping Late Leaf Spot Resistance in Peanut (*Arachis hypogaea*) Using QTL-seq Reveals Markers for Marker-Assisted Selection. **Frontiers in plant science** 9:83.

Coelho HA (2013) **Diferentes condições de estresse hídrico no desenvolvimento de milhos transgênico e convencional**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). São Paulo, Botucatu.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** v.5, safra 2017/18, n.11, décimo primeiro levantamento 2018. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em Out 19, 2018.

Castro CR, Garcia R (1996) Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**. 26:167-174.

Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA (2009) Plant drought Stress: Effects, mechanisms and management, **Agronomy for Sustainable and Development**. 29:185–212.

Finoto EL, Godoy IJ, Carrega WC, Netto JC, Michelotto MD, Martins ALM (2011) Efeito do regulador de crescimento prohexadione-Ca na redução do

ciclo e outras características do amendoim rasteiro. **Bioscience Journal**, 27:558-571.

Freitas SD, Martins SS, Nomi AK, Campos AF (2005) **Evolução do mercado brasileiro de amendoim**. O agronegócio do amendoim no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão,17-44.

Glambastiani G (1998) **Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas com diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre**. 32 f. Tesis M.Sc. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Godoy IJ, Moraes AS, Zanotto MD, Santos RC (2005) **Melhoramento do Amendoim**. In: Melhoramento de Plantas – Culturas Agronômicas 2.a Ed. (Borém, A., ed.), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Graciano ESA (2009) **Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido à deficiência hídrica**. **Dissertação**. 66p. (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco:Recife.

Gregory WC, Krapovickas A, Gregory MP (1980) Structure, variation, evolution and classification in *Arachis*. In: BUNTING, S. **Advances in Legume Science** 469-481.

Haro RJ, Manteseb A, Otegui ME (2011) Peg viability and pod set in peanut: Response to impaired pegging and water deficit. **Flora** 206:865– 871.

Haro,RJ, Dardanelli J L, Otegui ME, Collino DJ (2008) Seed yield determination of peanut crops under water deficit: soil strength effects on pod set, the source–sink ratio and radiation use efficiency. **Field Crops Research** 109:24-33.

Kambiranda DM, Vasanthaiah HK, Ananga RKA, Basha SM, Naik K (2011) Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. In: **Plants and environment** Intech. 249-272.

Kramer PJ, Boyer JS (1995) **Water relations of plants and soils** Academic press. 395p.

Krapovickas A, Gregory WC (1994) Taxonomia del genero *Arachis* (Leguminosae). **Bonplandia** (Argentina) 8:1-186.

Kratz D, Bassaco, MVM, Nogueira AC (2013) Influence of water stress on germination of *Zeyheria Montana*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity** 4:140-145.

Larcher W, Moraes JPAV, Bauer H (1981) Adaptative response of leaf water potencial, CO₂ and water use efficiency of *Olea europea* during drying and rewatering. In: MARGARIS, N. S.; MOONEY, H. A. (Eds.). **Components of Mediterranean – climatic regions – basic and applied aspects**. The Haque: Junk Publisher 77-84.

Lauriano JA, Lidon FC, Carvalho CA, Campos PS, Matos MDC (2000) Drought effects on membrane lipids and photosynthetic activity. In Different Peanut Cultivars, **Photosynthetica** 38:7-12.

Mafakheri A, Siosemardeh A, Bahramnejad B, Struik PC, Sohrabi Y (2010) Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. **Australian Journal of Crop Science** 4:580-585.

Mahajan S, Tuteja N (2005) Cold, Salinity and Drought Stresses: An Overview, **Archives of Biochemistry and Biophysics** 444:139–158.

MAPA (Ministério da Cultura, Pecuária e Abastecimento) (2016) **Registro Nacional de Cultivares – RNC. Amendoim (*Arachis hypogaea* L.)** (2016). Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em 02 nov. de 2018.

Nakagawa J, Rosolem CA (2011) **O Amendoim: tecnologia de produção**. 1. ed. Botucatu, FEPAF 325p.

Ni H, Moody K, Robles RP, Paller Jr. EC, Lales JS (200) *Oryza sativa* plant traits conferring ability against weeds. **Weed Science** 48:200-204.

Nogueira RJMC, Santos RC (2000) Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Engenharia Agrícola** 4:41-45.

Nogueira RJ MC, Távora FJAF (2005) Ecofisiologia do Amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R.C. (ed.): **O Agronegócio do amendoim no Brasil**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 71-122 p.

Paterson R, Russell M, Lima, N (2010) Como as mudanças climáticas afetarão as micotoxinas nos alimentos? **Food Research International** 43:1902-1914.

Pereira JW, Melo Filho PA, Albuquerque MB, Nogueira RM, Santos RC (2012) Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agrônômica** 43:766-773.

Pereira JW, Albuquerque MB, Melo Filho PA, Nogueira RJMC, Lima LM, Santos RC (2016) Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural water management** 166:70-76.

Pinto CM, Távora FJAF, Oliveira Pinto ORO (2014) Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica. **Agropecuária Técnica** 35:31-40.

Reddy AR, Chaitanya KV, Vivekanandan M (2004) Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of plant physiology** 161:1189-1202.

Santos R, Freire R, LIMA L (2013) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil** (2) ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 585p.

Santos RC (2005) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**, Campina Grande: Embrapa Algodão. Cap.1, 451p.

Santos RF, Carlesso R (1998) Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 2:287-294.

Settaluri VS, Kandala CVK, Puppala N, Sundaram J (2012) Peanuts and their nutritional aspects – a review. **Food and Nutrition Sciences** 3:1644-1650.

Singh MP, Erickson JE, Boote KJ, Tillman BL, Jones JW, Van Bruggen AH (2011) Late leaf spot effects on growth, photosynthesis, and yield in peanut cultivars of differing resistance. **Agronomy journal** 103:85-91.

Songsri P, Jogloy S, Holbrook CC, Kesmala T, Vorasoot N, Akkasaeng C, Patanothai A (2009) Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. **Agricultural Water Management** 96:790-798.

Thangthong N, Jogloy S, Jongrungklang N, Kvien CK, Pensuk V, Kesmala T, Vorasoot N (2018). Root distribution patterns of peanut genotypes with different drought resistance levels under early-season drought stress. **Journal of Agronomy and Crop Science** 204:111-122.

USDA (United States Department of Agriculture) Foreign Agricultural Service. **World Agricultural Production**. 2017. (Circular Series, december, 2018). Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>> Acesso: 11/12/2018.

Valls JFM, Simpson CE (2005) New species of *Arachis* L. (Leguminosae) from Brazil, Paraguay and Bolivia. **Bonplandia** 14:35-63.

Veiga RFA, Queiroz-Voltan RB, Valls JFM, Fávero AP, Barbosa W (2001) Caracterização morfológica de acesos de germoplasma de quatro espécies brasileiras de Amendoim-silvestre. **Bragantia** 60:167-17.

Waseem M, Ali A, Tahii M, Nadeem M, Ayub M, Tanveer A, Ahmad R, Husa M (2011) Mechanism of drought tolerance in plant and its management through different methods. **Continental Journal Agricultural Science** 5:10-25.

Wright GC, Hubick KT, Farquhar GD (1991) Physiological analysis of peanut cultivar response to timing and duration of drought stress. **Australian Journal of Agricultural Research** 42:453-470.

Wright GC, Nageswara Rao RC (1994) **Groundnut water relations**. In: Smart, J. (Ed.) *The Groundnut Crop. A Scientific Basis for Improvement*. Chapman & Hall, London, 281-335 p.

CAPÍTULO 2 - Produtividade de amendoineiro sob níveis de irrigação na segunda safra

RESUMO: A deficiência hídrica é o fator ambiental mais crítico para a produção de amendoim no Brasil, pois constitui um dos maiores entraves para a expansão do seu cultivo nas regiões aptas no país. A determinação da demanda hídrica é fundamental para o aumento na produtividade com menor consumo hídrico. O objetivo no trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de irrigação (L1=8%; L2=27%; L3=63%; L4=94% e L5=100% da evapotranspiração da cultura), sobre o desenvolvimento, crescimento e produtividade de amendoineiro, semeado em duas épocas, fevereiro (E1) e março (E2). Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos ao acaso com parcela subdividida, com quatro repetições, utilizando-se um sistema de "aspersão em linha". Foram aplicadas lâminas de 65 a 314 mm nos níveis L1 a L5, durante os ciclos de cultivo da primeira e segunda época. Concluiu-se que é mais vantajoso o cultivo com irrigação plena com semeadura em março, devido aos incrementos de produtividade em até 30% em relação a de fevereiro. O estresse hídrico devido a irrigação deficitária reduziu altura de plantas, área foliar, massa de sementes e produtividade de vagens. Sob irrigação plena (L5) as produtividades variaram de 4.141 a 5.102kg ha⁻¹ em E1 e E2, respectivamente, valores três vezes superiores à produtividade do menor nível de irrigação (L1).

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.; irrigação deficitária; estresse hídrico; IAC 505.

CHAPTER 2- Peanut productivity under irrigation levels deering off-season planting

ABSTRACT: Soil water deficit is considered the most critical environmental factor for peanut production in Brazil, since it constitutes one of the major constraints to the expansion of its cultivation in the apt regions of the country. The determination of the crop water demand is fundamental to increase productivity with lower water consumption. The objective of this study was to evaluate the effects of full and deficit irrigation levels (L1 = 8%, L2 = 27%, L3 = 63%, L4 = 94% and L5 = 100% crop evapotranspiration) on growth and productivity of peanut, sown in two planting dates, February (E1) and March (E2). The treatments were distributed in a split plot randomized complete block design, with four replications, using a line source sprinkler system. Irrigation depths of 65 to 314 mm were applied at levels L1 to L5 during the first and second cropping cycles. The full Irrigated treatment with sowing in March was more advantageous due to productivity increase of up to 30% in relation to sowing in February. Water stress due to deficit irrigation reduced plant height, leaf area, seed mass and pod yield, while full irrigation (L5) provided yields from 4,141 to 5,102 kg ha⁻¹ for E1 and E2 with increments of about three-fold those obtained in the lowest irrigation level (L1).

Key-words: *Arachis hypogaea* L.; deficit irrigation; water stress; IAC 505.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o amendoizeiro (*Arachis hypogaea* L.) é atualmente cultivado em 138,5 mil ha, apresentando produtividade média de 3.708 kg ha⁻¹, o que corresponde à expansão de área 13% e acréscimo de 3% na produção em relação à safra anterior (CONAB, 2018). Ainda segundo a Conab (2018), o estado de São Paulo é o maior produtor com 95% da produção nacional, onde a cultura do amendoim é implantada principalmente em sucessão à cana-de-açúcar na renovação de canaviais. O cultivo do amendoim no Brasil é realizado em duas épocas, a primeira, conhecida como “safra das águas”, é semeada entre outubro e novembro, enquanto que a segunda safra, conhecida como “safra da seca”, é semeada entre fevereiro e março. No estado de São Paulo, cerca 95% da área cultivada se restringe à primeira safra (CONAB, 2018).

A segunda safra é uma estratégia para produtores que desejam obter maior retorno econômico com a cultura e que se dedicam a outras atividades que não seja a canavieira. O cultivo de amendoim na safra da seca requer tratos especiais como a utilização de irrigação para garantir produtividades elevadas e, conseqüentemente, maiores rentabilidade da lavoura, uma vez que veranicos são muito frequentes nessa época do ano, podendo diminuir drasticamente o potencial produtivo da cultura (CONAB, 2018).

A deficiência hídrica durante o período de cultivo afeta o crescimento e desenvolvimento das culturas e é considerado o maior entrave na produtividade agrícola em nível mundial (Kramer e Boyer, 1995; Reddy et al., 2004; Santos e Carlesso, 1998). A água é considerada um dos principais recursos que as plantas necessitam para o crescimento, sendo esse fator limitante ao desenvolvimento das culturas e produtividade agrícola (Pinto et al., 2014; Chartzoulakisa e Bertaki, 2015). Kambiranda et al. (2011), citam uma estimativa anual de perdas mundiais na produtividade de amendoim causada por seca equivalente a US\$ 520 milhões.

Além do impacto negativo sobre o rendimento, a deficiência hídrica se destaca entre os maiores entraves para a expansão do cultivo do amendoim para as demais regiões aptas do país. Segundo Pereira et al. (2016), a

deficiência hídrica acarreta reduções que variam entre 25 e 30% na produtividade da cultura do amendoim.

Visando à maior sustentabilidade, estudos para determinação do requerimento hídrico ideal são de fundamental importância para possibilitar o aumento da produção de amendoim, via aumento da produtividade e da área de cultivo, com menor consumo hídrico.

Dentre as alternativas para mitigar os efeitos negativos da deficiência hídrica na produtividade do amendoimzeiro, é necessário desenvolver pesquisas visando avaliar práticas de cultivo que contribuam com o aumento de produtividade e da estabilidade de produção, tais manejo de irrigação, épocas de semeadura e comparação de cultivares já existentes no mercado e novas cultivares com melhor capacidade adaptativa sob ambientes estressantes. Na literatura existem poucos estudos sobre os efeitos da deficiência hídrica em amendoimzeiro, sendo a maioria desses estudos realizados com cultivares de hábito de crescimento ereto, pouco utilizado no estado de São Paulo. Por isso, é fundamental estudar alternativas para minimizar os impactos da deficiência hídrica no cultivo do amendoim nas regiões produtoras do estado de São Paulo (Carrega, 2017).

Diante disso, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de níveis de irrigação plena e deficitária e épocas de semeadura sobre a produtividade, crescimento e desenvolvimento de amendoimzeiro cultivado na segunda safra, a fim de se definir estratégias adequadas para aumentar a produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNESP, em Jaboticabal, SP (latitude 21°15'22", longitude 48°18'58" e altitude 570 m), em clima Cwa (subtropical úmido), de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico típico, com textura muito argilosa, A moderado, caulínico, relevo suave ondulado e ondulado (EMBRAPA, 2013), cujas características físicas e químicas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1. Características físicas do solo da área experimental. Jaboticabal, SP.

Prof.* (cm)	ds* (g cm ⁻³)	Umidade na CC* (cm ³ cm ⁻³)	Umidade no PMP* (cm ³ cm ⁻³)	Areia (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)
0–20	1,45	0,45	0,33	310	470	220
20–40	1,49	0,41	0,30	270	520	200

*Prof.: profundidade; ds: densidade do solo; CC: capacidade de campo; PMP: ponto de murcha permanente.

TABELA 2. Características químicas do solo da área experimental. Jaboticabal, SP.

Prof. (cm)	pH	M.O*. (g dm ⁻³)	P _{resina} (mg dm ⁻³)										CTC	V%
				S	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	(mmol _c dm ⁻³)			
0–20	5,6	40	67	5	21	1	3,4	36	13	52,7	73,9	71		
20–40	5,8	40	68	5	20	1	3,2	36	11	50,3	70,4	71		

*M.O.: matéria orgânica

Os tratamentos constituíram-se de 5 níveis de irrigação (L1= 8%; L2= 27%; L3= 63%; L4= 94% e L5= 100%), correspondentes às frações de reposição da evapotranspiração da cultura (ET_c), associados com duas épocas de irrigação (fevereiro e março), conforme Figura 1.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso com parcela sub-dividida, com época de semeadura na parcela e níveis de irrigação na sub parcela, com quatro repetições. Foi instalado em área 216 m², com 20 parcelas para cada época de semeadura, totalizando com 40 parcelas. Cada parcela foi composta por 4 linhas da cultura com 2,4 m de comprimento, destas, as duas linhas da extremidade, bem como 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais, foram consideradas como bordadura, não sendo utilizadas para as avaliações, e o restante constituiu a parcela útil.

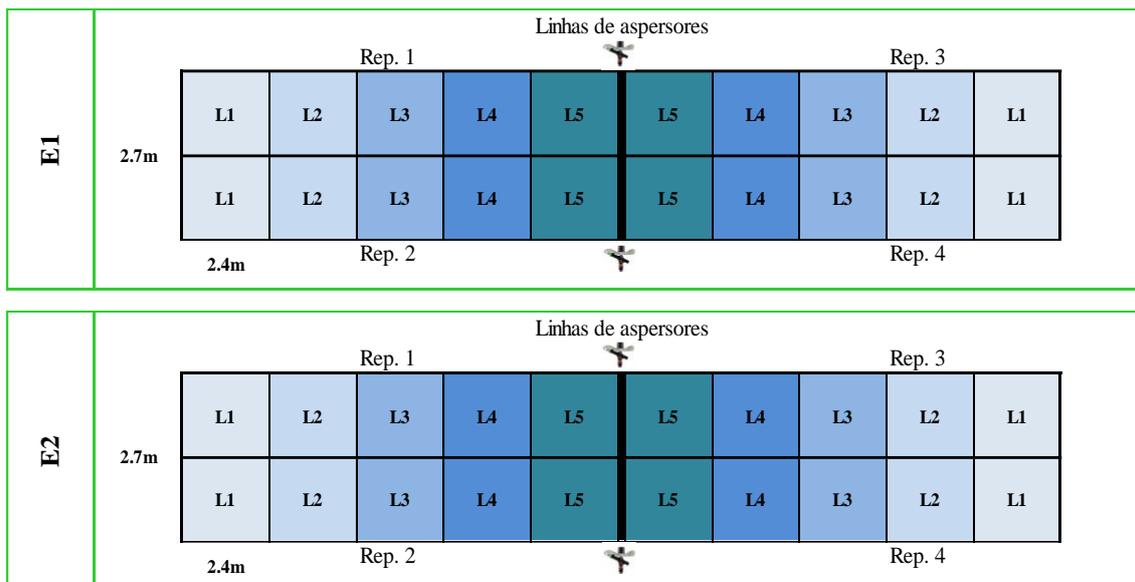


FIGURA 1. Esquema da área experimental, com linha de aspersores e unidades experimentais com tratamentos de lâminas de irrigação (L1= 8%; L2= 27%; L3= 63%; L4= 94% e L5= 100%, correspondentes às frações de reposição da evapotranspiração da cultura) e épocas de semeadura (E1 = fevereiro e E2 = março).

A faixa de temperatura adequada para o crescimento da cultura do amendoim é considerada por alguns autores como sendo entre 10°C e 33°C (Plela e Ribeiro, 2000; Awal e Ikeda, 2003). No presente experimento, os valores de temperatura se mantiveram dentro da faixa aceitável, exceto para a temperatura mínima, que em meados de maio e final de junho atingiram valores abaixo do limite inferior (Figura 2A). Em meados de maio, a cultura semeada em fevereiro estava no estágio de semente formada (R6) e a semeada em março encontrava-se em início de formação de vagens (R3); no final de junho, as culturas das épocas E1 e E2 estavam nos estádios de colheita (R8) e de semente formada (R6), respectivamente. Os valores de temperatura média para a primeira época foram superiores às da segunda época (22,8 e 21,9°C, respectivamente), como mostrado na Figura 2A. Quando as médias são realizadas para os primeiros 90 dias do ciclo do amendoim para cada época, as diferenças de temperatura foram ainda maiores (24,1°C) para a primeira época em comparação com a segunda época (22,8°C).

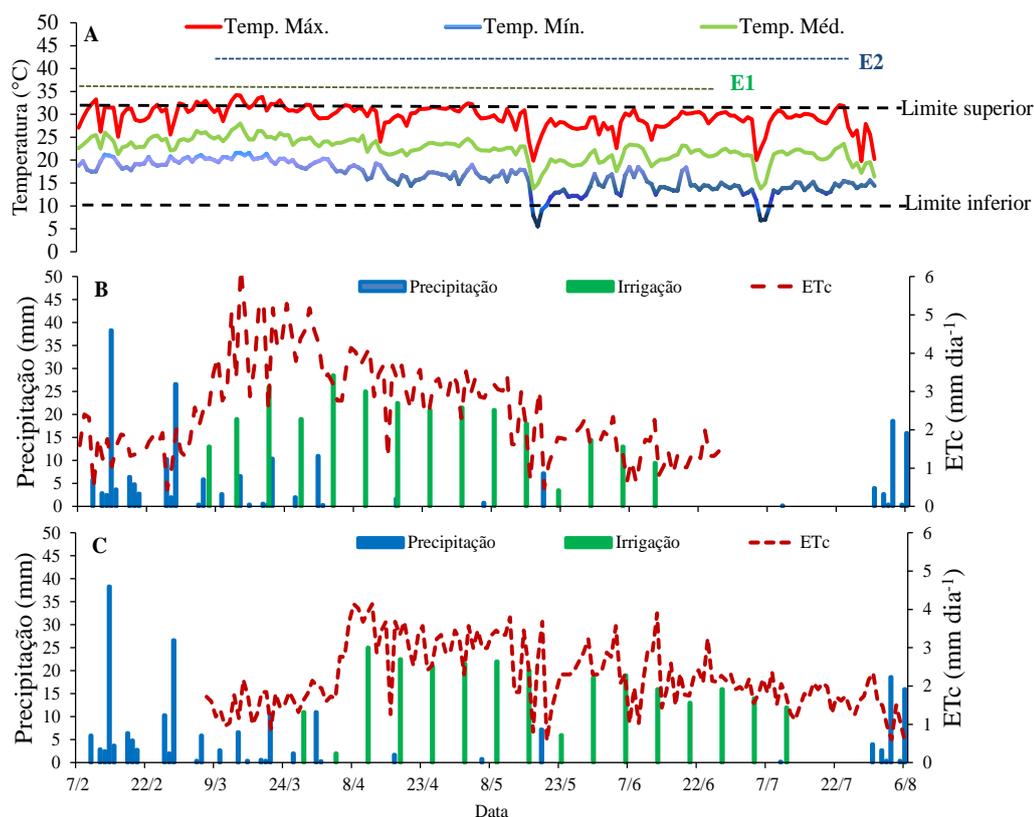


FIGURA 2. Temperaturas máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) (A), e lâmina de precipitação, evapotranspiração da cultura (ETc – E1 e ETc – E2) e irrigação aplicada no tratamento com irrigação plena (Irr – E1 e Irr – E2), para as épocas de semeadura em fevereiro (B) e março (C).

A ETc foi calculada pelo produto entre o coeficiente cultura (Kc) e a evapotranspiração de referência (ETo), com os valores de Kc interpolados ao longo do ciclo fenológico (i.e 0,4; 1,15 e 0,6) e ETo calculada pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998), utilizando dados meteorológicos diários da Estação Agroclimatológica da FCAV-UNESP, localizada próximo da área experimental.

No período experimental, a precipitação e dias com precipitação foram menores que a média dos últimos 40 anos. Essa condição de deficiência hídrica possibilitou avaliar os efeitos dos tratamentos impostos na cultura, como será discutido a seguir. Na primeira época de semeadura, não houve necessidade de suplementação hídrica durante a fase vegetativa (V1 a V6), devido às precipitações ocorridas (Figura 2B). Na segunda época houve a necessidade de reposição hídrica após 20 dias após a semeadura (DAS). Ocorreram precipitações em fevereiro e março, seguido de período seco até o

final de julho, coincidindo com término do ciclo da cultura semeada em março. A irrigação foi aplicada semanalmente a partir de março, de acordo com as quantidades preconizadas em cada tratamento. No cultivo semeado em fevereiro, os maiores valores de ETc (4 a 5 mm dia⁻¹) ocorreram de 10/03 a 31/03 (Figura 2C), coincidindo com elevada temperatura no período (Figura 2A). No cultivo semeado em março, os maiores valores de ETc situaram-se entre 3 e 4 mm dia⁻¹ para o período de 20/04 a 20/05 (Figura 2C).

Os valores acumulados de chuva foram 157 e 51 mm, e de ETc foram 354 e 341 mm, para os cultivos semeados em fevereiro e março, respectivamente (Figura 3). Da precipitação ocorrida na primeira época, a maior parte (cerca de 100 mm) ocorreu no mês de fevereiro, coincidido com os estádios iniciais da cultura (V1 a V6), conforme apresentado anteriormente. As lâminas de irrigação foram similares e variaram de 66 a 314 mm na primeira época e de 65 a 310 mm na segunda época. Consequentemente, as lâminas totais (chuva + irrigação) recebidas nos tratamentos variaram de 223 a 470 mm na primeira época e de 116 a 360 mm na segunda época (Figura 3). Essa diferença foi devida à precipitação, uma vez que as lâminas de irrigação aplicadas foram similares nas duas épocas de semeadura. As lâminas totais máximas recebidas neste experimento foram menores do que as relatadas em outros trabalhos, nos quais a cultura do amendoim demanda entre 500 e 700 mm (Baldwin e Harrison, 1996; Fernandez et al., 2006). Essa diferença se deve à menor demanda hídrica da cultura no período de outono inverno, conforme conduzido neste experimento.

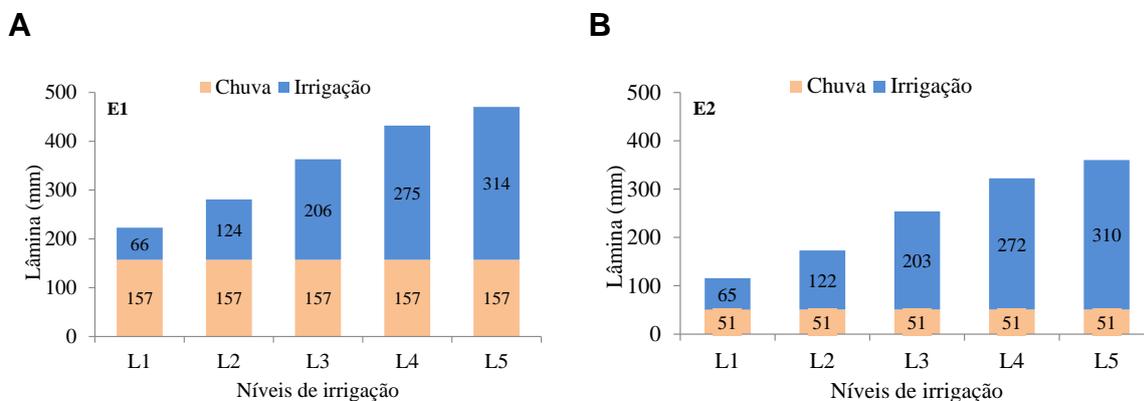


FIGURA 3. Lâminas (chuva + irrigação) totais em função de níveis de irrigação e épocas de semeadura, em fevereiro (A) e março (B). L1=8%; L2=27%; L3=63%; L4=94% e L5=100% da evapotranspiração da cultura.

A irrigação foi aplicada semanalmente em quantidades correspondentes às frações da ETc acumuladas no período em cada tratamento, considerando a eficiência de irrigação de 85%. As lâminas de irrigação em cada tratamento foram obtidas por meio de um sistema de "aspersão em linha" (Hanks et al., 1976), que possibilita obter o gradiente decrescente da lâmina no sentido perpendicular à linha de irrigação, correspondente ao fator de distribuição da precipitação (Figura 4), conforme preconizado nos tratamentos (Figura 1). Foram utilizados aspersores Senninger Modelo 3023-2 e bocais ¾" M 08Qx05, espaçados a cada 6 m na linha central e operados com pressão de 350 kPa. Os fatores de distribuição da precipitação dos aspersores foram determinados em teste de campo por meio de coletores espaçados de 1 m até a distância limite de aplicação de água pelos aspersores, em linha perpendicular à linha de irrigação, com 2 repetições.

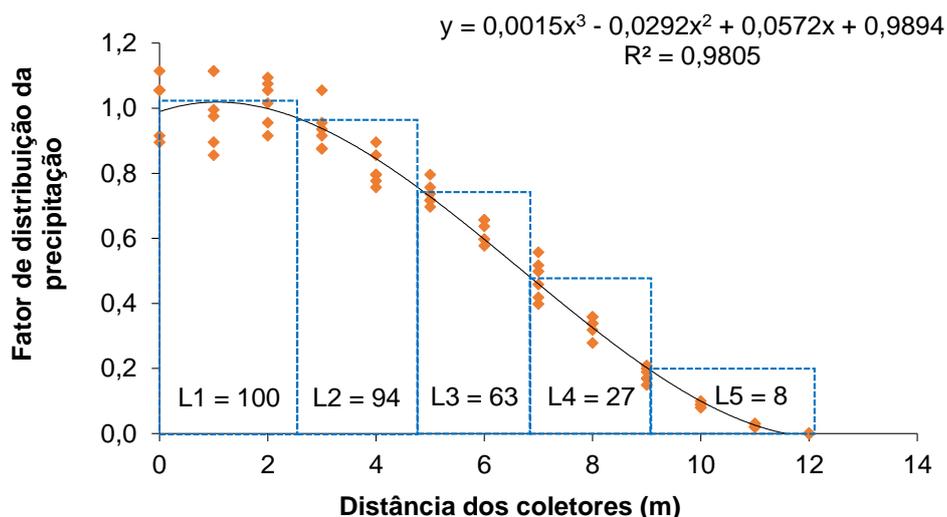


FIGURA 4. Fator de distribuição da lâmina de irrigação proporcionada pelo "sistema de aspersão em linha".

As datas de semeadura foram 6 de fevereiro e 6 de março de 2018. Foi semeada a cultivar IAC 505, de hábito de crescimento rasteiro, ciclo entre 130 e 140 dias, moderada resistência a doenças foliares e relativa tolerância à seca (Godoy et al., 2017), no espaçamento de 0,9 m entre linhas e densidade de 15 sementes m^{-1} . No momento da semeadura realizou-se adubação com a formulação 0-20-20 (N, P, K) na dose de 300 $kg\ ha^{-1}$. As sementes foram previamente tratadas com o fungicida Thiram (Vitavax®-Thiram 200 SC, 250 mL do p.c. 100 kg^{-1}) para evitar a incidência de patógenos. Visando manter o

controle fitossanitário do experimento, realizaram-se aplicações semanais de fungicidas com os seguintes ingredientes ativos: Pyraclostrobin + Epoxiconazole (Ópera®) e Ciproconazol (Alto® 100), nas doses de 109,8 g i.a.ha⁻¹; 720 g i.a.ha⁻¹ e 25 g i.a.ha⁻¹, respectivamente. Utilizou-se também os inseticidas Tiametoxam (Engeo Pleno™ S) na dose de 115 g i.a ha⁻¹, e para o controle de plantas daninhas foram realizadas capinas manuais para evitar a interferência com a cultura.

As seguintes características agrônômicas da cultura foram avaliadas a partir de 20 dias após a semeadura (DAS) até a colheita: a) altura das plantas, foram medidas alturas da haste principal de cinco plantas por unidade experimental; b) fator de cobertura vegetal, foi medido com o auxílio do software Canopeo®, (Patrignani e Ochsner, 2015) a porcentagem de área coberta pelo dossel verde de cada unidade experimental a partir de 21 DAS; c) produtividade de vagens, ao final do ciclo, as plantas da área útil de cada parcela foram submetidas à trilhagem para separação das vagens e, em seguida, determinou-se a massa de vagens. A massa unitária de sementes foi determinada a partir de amostra do total de vagens da parcela, de acordo com as Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009); e d) a produtividade da água foi calculada pela relação:

$$PA = \frac{(Y_i - Y_o)}{L} \quad (1)$$

em que, PA é a produtividade da água (kg mm⁻¹), Y_i é a produtividade da cultura irrigada, Y_o é a produtividade da cultura com menor lâmina de reposição (ambos em kg ha⁻¹) e L é a lâmina total recebida (chuva + irrigação) durante o ciclo (mm).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Agroestat (Barbosa e Maldonado Junior, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo fenológico (R1 a R7) da cultura foi concluído em 117 e 142 DAS nas épocas de fevereiro e março, respectivamente, totalizando 1.288 e 1.282

GD contabilizados com temperatura base de 12°C (Figura 5). A cultura do amendoim é considerada como planta neutra ao fotoperiodismo, ou seja, a duração do dia não afeta o florescimento das plantas (Ferrari Neto et al., 2012), enquanto que a temperatura afeta a duração das fases fenológicas (Cardozo et al., 2009). Esses ciclos foram próximos à duração média para a cultivar IAC 505, que é de 130 a 140 dias (Godoy et al., 2017), e próximo do encontrado por Cardozo et al. (2009), em experimento com uma cultivar precursora da usada neste experimento. Portanto, a diferença de um mês na época de semeadura afetou o ciclo da cultura, em mês devido a apesar da diferença de temperatura (Figura 3A), resultado em soma de GD similares.

Durante o desenvolvimento da cultura, a fase vegetativa (VE-V6) teve duração similar (35 dias e 431 e 447 GD) em ambas as épocas (Figura 5). Os níveis de irrigação não afetaram o ciclo fenológico na fase vegetativa talvez em decorrência da menor necessidade de água nas primeiras fases da cultura, devido ao menor tamanho da planta no campo e, assim, mesmo as menores lâminas de reposição foram suficientes para suprir a demanda hídrica e não haver atraso na fase VE a R1. Resultados semelhantes foram obtidos por Suleiman et al. (2013), em pesquisa com amendoim sob níveis de estresse hídrico.

A duração da fase reprodutiva (R1-R7) foi de 75 e 100 dias e 857 e 835 GD para a primeira e segunda época de semeadura, respectivamente (Figura 5). A diferença de 25 dias deve estar relacionada à temperatura mais elevada durante o cultivo semeado em fevereiro (Figura 3A), conforme evidenciado na soma de GD (Figura 5B), enquanto que no cultivo semeado em março, os dias com temperaturas inferiores à temperatura base resultaram em menor soma térmica, causando alongamento das fases fisiológicas da cultura.

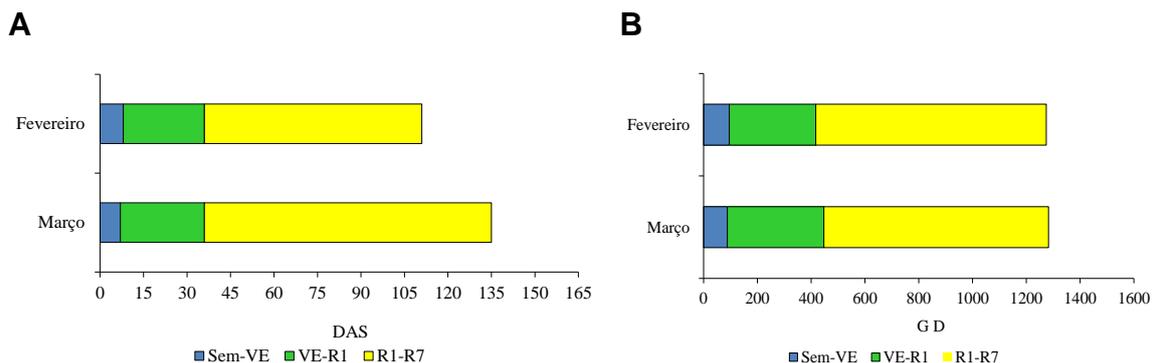


FIGURA 5. Ciclo fenológico da cultivar IAC 505 em dias após a semeadura (DAS) (A) e graus-dia (GD) (B), para épocas de semeadura em fevereiro e março.

As avaliações do fator de cobertura comprovaram a diferença de crescimento no dossel das plantas entre os tratamentos ao longo do ciclo da cultura (Figura 6). Esse efeito está diretamente relacionado às lâminas de irrigação aplicadas. As lâminas de reposições equivalentes à ETc (L4 e L5) resultaram em coberturas vegetais máximas superiores a 90% na fase reprodutiva (R5) da cultura, enquanto que as lâminas deficitárias (L1, L2 e L3) apresentaram coberturas vegetais máximas entre 40 e 60% para a mesma fase. A diferenciação do fator de cobertura entre os tratamentos se iniciou a partir do estágio R1, após os 35 DAS em ambos os tratamentos. Nos tratamentos com menor reposição hídrica houve também redução no crescimento em altura de plantas, similarmente ao efeito no fator de cobertura (Figura 6).

O tratamento com irrigação plena se diferenciou dos demais no início da fase reprodutiva, corroborando os resultados de Larcher (2006), que atribuiu à deficiência hídrica a diminuição na turgescência, que por sua vez afeta diretamente o crescimento das plantas. Fatores abióticos estressantes, como o estresse hídrico, podem causar modificações no crescimento e metabolismo desde o início do ciclo de desenvolvimento, promovendo reduções na captura de radiação solar e, conseqüentemente, menor velocidade de crescimento e redução na produtividade da cultura (Castro e Garcia, 1996; Ni et al., 2000).

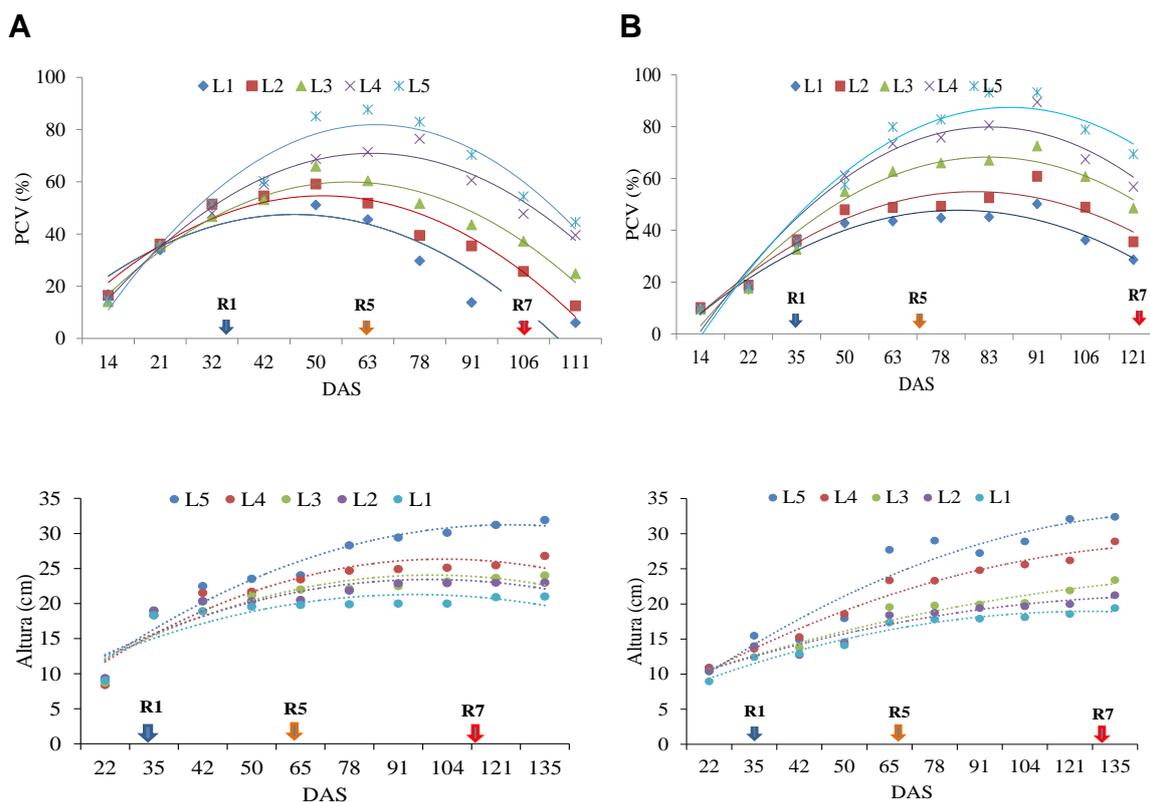


FIGURA 6. Fator de cobertura verde (FCV) e altura de plantas para as semeaduras em fevereiro (A) e março (B), em função do nível de irrigação aplicado (L1=8%; L2=27%; L3=63%; L4=94% e L5=100% da evapotranspiração da cultura). R1, R5 e R7 são estádios de florescimento, formação de vagem e maturação fisiológica, respectivamente.

Embora tenham apresentado respostas similares, a quantidade de água requerida para produzir a mesma massa de sementes ou de vagens foi maior na primeira época, indicando menor produtividade da água em relação à segunda época (Tabela 3). Esse fato se deve às altas precipitações ocorridas no início do ciclo (Figura 2B) e às menores produtividades da primeira época, conforme será apresentado a seguir.

TABELA 3. Produtividade da água ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$) para as semeaduras em fevereiro e março, em função dos níveis de irrigação aplicados.

Época de semeadura	Níveis de irrigação*				
	L1	L2	L3	L4	L5
E1	0	1,5	3,0	5,8	5,7
E2	0	5,0	6,1	8,1	9,8

*L1 = 8%; L2 = 27%; L3 = 63%; L4 = 94% e L5 = 100% da evapotranspiração da cultura.

A massa unitária de sementes apresentou incremento linear com o aumento da lâmina recebida (chuva + irrigação) em ambas as épocas, com valores de 0,60 a 0,80 g (Figura 7A). Da mesma forma, a produtividade de vagens também cresceu linearmente com o aumento da lâmina de água, de cerca de 1.500 kg ha⁻¹, em ambas as épocas, para 4.141 kg ha⁻¹ na primeira época e de 5.102 kg ha⁻¹ na segunda época (Figura 7B).

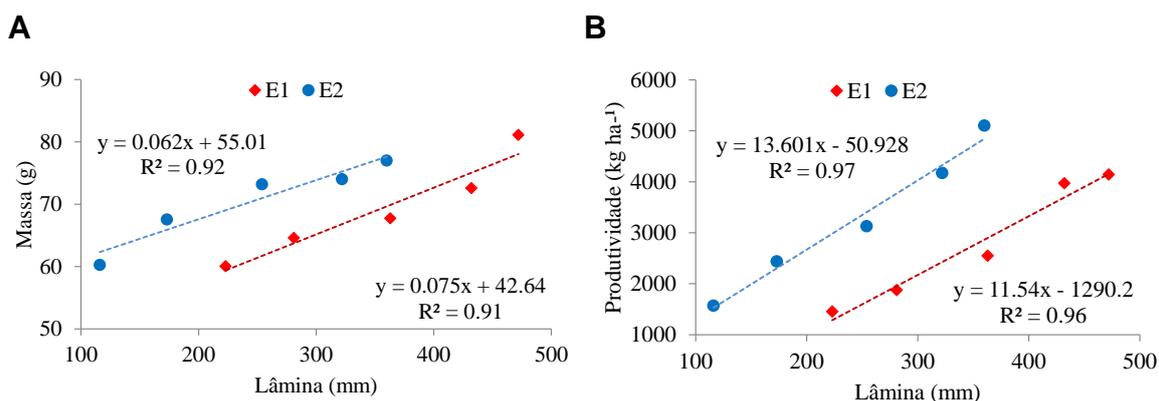


FIGURA 7. Massa de 100 sementes (A) e produtividade de vagens de amendoim (B) para as semeaduras em fevereiro (E1) e março (E2), em função da lâmina recebida (chuva + irrigação).

A análise de variância da produtividade de vagens apresentou significância ($p \geq 0,05\%$) para épocas, níveis de irrigação e interação entre épocas e níveis de irrigação (Tabela 4). A produtividade de vagens foi superior na segunda época, em relação à primeira época, nos níveis de irrigação L2 (30%), L3 (23%) e L5 (23%) e semelhante nos demais níveis. Para a mesma época de semeadura, a restrição hídrica causou decréscimos significativos de produtividade em todos os níveis, exceto para L4 e L5 na primeira época, indicando similaridade da reposição de 94% e 100% da ETc, correspondentes às lâminas de 275 e 314 mm, respectivamente. Essa economia de 14% na lâmina aplicada implica em menor custo de produção sem perdas no rendimento desta cultivar. Porém, esse efeito não se repetiu na segunda época, uma vez que as aplicações de lâminas de mesma magnitude que na primeira época para os tratamentos L4 e L5 (272 e 310 mm, respectivamente) resultaram em redução produtividade de 22%. Os acréscimos de produtividade obtida entre os níveis de maior e menor reposição hídrica (L5 e L1) foram em torno de 3 vezes em ambas as épocas de semeadura (Figura 8 A e B).

TABELA 4 - Análise de variância, em função do nível de irrigação aplicado (L1= 8%; L2= 27% e L3= 63%, L4= 94% e L5= 100% da evapotranspiração da cultura). Letras maiúsculas comparam as lâminas de reposição, letras minúsculas comparam as épocas de semeadura.

Época\Irrigação	L1	L2	L3	L4	L5	Média
Fevereiro	1.454Da	1.873Cb	2.550Bb	3.971Aa	4.141Ab	2.798
Março	1.568Ea	2.436Da	3.129Ca	4.172Ba	5.102Aa	3.281
Média	1.511	2.154	2.839	4.072	4.622	3.031
ANOVA						
Época (E)				39,86**		
N.Irrigação (I)				334,08**		
E x I				5,70**		
CV% (E)				7,96		
CV% (I)				6,60		

A maior produtividade de vagens na segunda época pode ser devida à duração do período reprodutivo (R1- R7), que foi 25 dias mais longo que na primeira época (Figura 5) em decorrência da menor taxa de desenvolvimento da cultura sob temperatura mais amena. Estudos de desenvolvimento vegetal demonstram que o aumento da temperatura afeta o rendimento de grãos em decorrência do encurtamento da duração dos estágios fenológicos (Seddigh e Joliff, 1984), especialmente a fase reprodutiva (Boote, 2011), resultando em sementes menores e menores rendimentos (Egli e Wardlaw, 1980).

Os resultados de decréscimo de produtividade devido ao estresse hídrico resultante da aplicação deficitária concordam com Azevedo et al. (2017), que concluíram que a supressão de água em qualquer fase do ciclo do amendoimzeiro causa redução de produtividade. Segundo Nakagawa e Rosolem (2011) a sensibilidade do amendoimzeiro ao estresse hídrico é menor no período compreendido após a emergência das plântulas até o início da formação dos órgãos florais, tornando-se altamente exigente por ocasião do florescimento e frutificação, o que ocorreu nos tratamentos com irrigação deficitária em ambas as épocas de semeadura. Esses resultados corroboram também os observados por Barbieri et al. (2017), que encontraram diferenças na produtividade da cultivar IAC Tatu (porte ereto) e Runner IAC 886 (porte rasteiro) sob níveis de reposição hídrica.

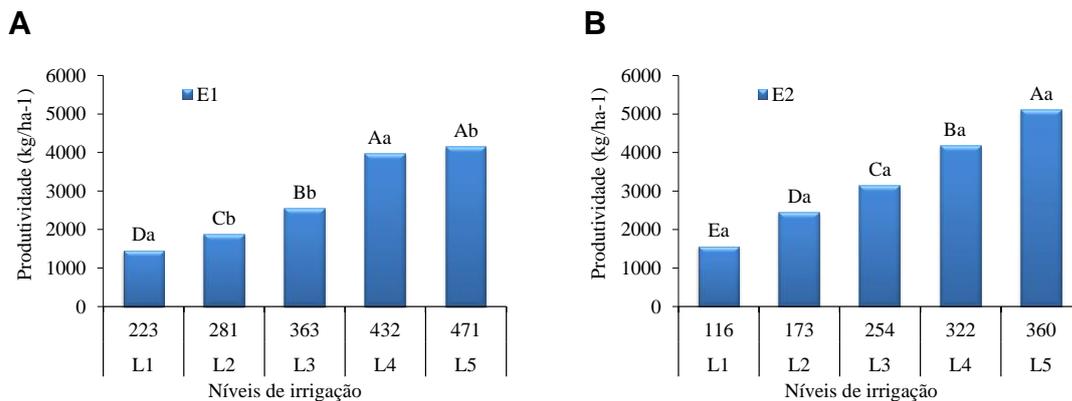


FIGURA 8. Produtividade de vagens de amendoim para as sementeiras em fevereiro (A) e março (B) em função do nível de irrigação aplicado (L1= 8%; L2= 27% e L3= 63%, L4= 94% e L5= 100% da evapotranspiração da cultura).

As produtividades obtidas nos níveis mais elevados de irrigação (L4 e L5) foram similares ou superiores à produtividade levantada para a safra das águas pela Conab (CONAB, 2018), que foi de 3.798 kg ha⁻¹. Para a safra da seca a produtividade estimada foi de 1.541 kg ha⁻¹, o que é equivalente aos valores observados no nível de menor reposição hídrica (L1).

Embora promissores, os resultados dessa pesquisa são insuficientes para recomendar a prática de irrigação da cultura do amendoim em larga escala. Ainda são necessários estudos de longos períodos e em outras regiões produtoras para avaliar o potencial produtivo e a viabilidade econômica do cultivo irrigado.

CONCLUSÕES

- Na ausência de deficiência hídrica, a produtividade de amendoim foi 30% superior em março em relação à sementeira de fevereiro;

- A deficiência hídrica reduziu altura de plantas, área foliar, massa de sementes e produtividade de vagens, enquanto que o suprimento hídrico adequado resultante da irrigação plena (L5) proporcionou produtividades de 4.141 a 5.102kg ha⁻¹, nas sementeiras em fevereiro e março, respectivamente, com incrementos em cerca de três vezes às obtidas no menor nível de irrigação (L1).

REFERÊNCIAS

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO**, Rome, 300:D05109.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo, J Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22: 711-728.
- Awal MA, Ikeda T (2003) Controlling canopy formation, flowering, and yield in field-grown stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.) with ambient and regulated soil temperature. **Field crops research** 81:121-132.
- Azevedo BM, Sousa GG, Paiva TFP, Mesquita BR, Viana TVA (2017) Manejo da irrigação na cultura do amendoim. **Magistra** 26:11-18.
- Baldwin JA, Harrison KA (1996) Determining water use in peanut production. **Irrigation Journal**. Chicago 46:18-21.
- Barbieri JD, Dallacort R, Faria Junior CA, Freitas PS, Carvalho MA (2017) Peanut cultivars submitted to irrigation levels and nitrogen adubation in tropical climate. **Engenharia Agrícola** 37:1126-1136.
- Barbosa JC, Maldonado Júnior W (2015) **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp.396p.
- Boote KJ (2011) Improving soybean cultivars for adaptation to climate change and climate variability. **Crop adaptation to climate change**: 370-395.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009) **Regras para análises de sementes**. Brasília: MAPA/SDA/ACS. 399p.
- Cardozo NP, Volpe CA, Araújo Júnior IP (2009) Consumo hídrico de dois cultivares de amendoim em função da época de semeadura- Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. **Anais...** Belo Horizonte MG:SB Agro. 5 p. : il.
- Carrega WC (2017) **Deficiência hídrica em genótipos de amendoim**. 108 f. Tese (Doutorando em Agronomia) - Unesp, Jaboticabal.
- Castro CRT, Garcia R (1996) Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural** 26:167-174.
- Chartzoulakis K, Bertaki M (2015) Sustainable water management in agriculture under climate change. **Agriculture and Agricultural Science Procedia** 4:88-98.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** v.5, safra 2017/18, n.11, décimo primeiro

levantamento 2018. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em Out 19, 2018.

Egli DB, Wardlaw I F (1980) Temperature Response of Seed Growth Characteristics of Soybeans 1. **Agronomy Journal** 72:560-564.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013.

Fernandez EM, Giayetto O, Sobari LC, Cerioni GA (2006) **Ecofisiología y Factores Ambientales**. El cultivo de maní en Córdoba. 5: 89-112.

Neto JF, Costa CHM, Castro GSA (2012) Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis** 11: 01-13.

Godoy IJD, Santos JFD, Michelotto MD, Moraes ARAD, Bolonhezi D, Freitas RSD, Martins AL M (2017) IAC OL 5-New high oleic runner peanut cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 17:295-298.

Hanks RJ, Keller J, Rasmussen VP, Wilson GD (1976) Line Source Sprinkler for Continuous Variable Irrigation-crop Production Studies 1. **Soil Science Society of America Journal** 40:426-429.

Kambiranda DM, Vasanthaiah HK, Ananga RKA, Basha SM, Naik K (2011) Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. In: **Plants and environment**. Intech. 249-272 p.

Kheira AAA (2009) Macromanagement of deficit-irrigated peanut with sprinkler irrigation. **Agricultural water management** 96:1409-1420.

Kramer PJ, Boyer JS (1995) **Water relations of plants and soils**. Academic press. 395p.

Larcher W **Ecofisiologia vegetal** (2006) São Carlos, RIMA. 532p.

Nakagawa J, Rosolem CA (2011) **O amendoim: tecnologia de produção**. Bauru, Fepaf, 1.

Neto JF, Costa CHM, Castro GSA (2012) Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis** 11:01-13.

Ni H, Moody K, Robles RP, Paller EC, Lales JS (2000) *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. **Weed Science** 48:200-204.

Patrignani A, Ochsner TE (2015) Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. **Agronomy Journal** 107:2312-2320.

Pereira JW, Melo Filho PA, Albuquerque MB, Nogueira RM, Santos RC (2012) Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agrônômica** 43:766-773.

Pereira JW, Albuquerque MB, Melo Filho PA, Nogueira RJMC, Lima LM, Santos RC (2016) Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural water management** 166:70-76.

Pinto CM, Távora FJAF, Oliveira Pinto ORO (2014) Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica. **Agropecuária Técnica** 35:31-40.

Prela A, Ribeiro AMA (2000) Soma de graus-dia para o sub-período sementeira maturação do amendoim. **Revista Brasileira de Agrometeorologia** 8:321-324.

Reddy AR, Chaitanya KV, Vivekanandan M (2004) Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of plant physiology** 161:1189-1202.

Santos R, Freire R, LIMA L (2013) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil** (2) ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 585 p.

Santos RF, Carlesso R (1998) Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 2:287-294.

Seddigh M, Jolliff GD (1984) Night Temperature Effects on Morphology, Phenology, Yield and Yield Components of Indeterminate Field-Grown Soybean. **Agronomy Journal** 76:824-828.

Suleiman AA, Soler CMT, Hoogenboom G (2013) Determining FAO-56 crop coefficients for peanut under different water stress levels. **Irrigation science** 31:169-178.

Wright GC, Hubick KT, Farquhar GD (1991) Physiological analysis of peanut cultivar response to timing and duration of drought stress. **Australian Journal of Agricultural Research** 42:453-47.

CAPÍTULO 03 - Incidência de *Cercosporidium personatum* em amendoim cultivado na segunda safra submetido a níveis de irrigação

RESUMO: O déficit hídrico associado a presença de patógenos é um fator limitante no rendimento do amendoim. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de cinco níveis de irrigação na incidência de mancha-preta na cultura do amendoim. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, sendo 5 níveis de irrigação (L1= 8%; L2= 27%; L3= 63%; L4= 94% e L5= 100% da evapotranspiração da cultura) e semeados em 2 épocas, com quatro repetições. Para a realização do trabalho, utilizou-se a cultivar IAC 505, que apresenta grande representatividade na principal região produtora. A partir do estágio R6, realizaram-se avaliações de danos visuais da mancha-preta, levando-se em consideração a evolução da doença até o final do ciclo da cultura. Utilizou-se a escala de notas para a severidade da mancha-preta, variando de 1 a 9, em que nota 1, representou a ausência de danos e nota 9, danos de 81% a 100%. Verificou-se aumento quadrático na incidência da doença ao longo das avaliações, sendo os danos visuais mais intensos para os menores níveis de irrigação aplicados. Concluiu-se que o déficit hídrico promove maior severidade de danos da mancha-preta, devido à maior susceptibilidade das plantas, deixando-as mais expostas a interferência de fitopatógenos. Além disso, a época de semeadura interfere significativamente na severidade de danos, com menor incidência na semeadura realizada em março. Sob condições ideais de água e independente da época de semeadura, a cultivar IAC 505 é moderadamente resistente a danos causados pelo *Cercosporidium personatum*.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea* L.. Mancha-preta. Déficit hídrico. Produtividade.

CHAPTER 03 - Incidence of *Cercosporidium personatum* in peanut cultivated in second season submitted to irrigation levels

ABSTRACT: The water deficit associated with the presence of pathogens is a limiting factor in peanut yield. The objective of this work was to evaluate the effects of five levels of irrigation on the incidence of late leaf spot in peanuts cultivated in the second crop. The experiment was conducted in a randomized block design in a 5x2 factorial scheme, with 5 irrigation levels (L1 = 8%, L2 = 27%, L3 = 63%, L4 = 94% and L5 = 100% crop evapotranspiration) and sown in 2 seasons, with four replications. For the study the cultivar IAC 505 was used, which presents great representatively in the main producing region. From the R6 stage, evaluations of visual damage of the late leaf spot were carried out, taking into account the evolution of the disease until the end of the crop cycle. The scale of notes was used for the late leaf spot severity, varying from 1 to 9. There was a quadratic increase in the incidence of the disease throughout the evaluations, and the visual damages were more intense for the lower levels of irrigation applied. It was concluded that the water deficit promotes greater damage severity of the late leaf spot, probably due to the greater sensitivity of the plants, leaving them more exposed to phytopathogen interference. In addition, sowing date significantly interferes with the severity of damage, with lower incidence for sowing in March. Under ideal water conditions and independent of sowing date, IAC 505 peanut cultivar is moderately resistant to damage caused by *Cercosporidium personatum*.

KEYWORDS: *Arachis hypogaea* L.. Late leaf spot. Water déficit. Yield.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção estimada de amendoim é de 564,9 mil ha, apresentando produtividade média de 3.809 kg ha⁻¹, um aumento de 10 % em relação a última safra, com o Estado de São Paulo como o maior produtor, sendo responsável por mais de 95% da produção nacional (CONAB, 2019). O cultivo do amendoim no é realizado em duas épocas, a primeira, é vulgarmente conhecida como “época das águas” e é semeado entre os meses de outubro e novembro, enquanto, a segunda época, conhecida como “época das secas” é semeado entre os meses de fevereiro e março. A maior produção de amendoim está concentrado na primeira safra, onde a precipitação é maior, possibilitando à cultura expressar seu potencial máximo produtivo. Além disso, devido à utilização do amendoim como cultura usada na renovação de canaviais, cerca 95% da área cultivada, se restringe à primeira safra (CONAB, 2019).

A segunda safra (i.e. época da seca) é uma alternativa para produtores que desejam obter maior retorno econômico com a cultura e que se dedicam à outras atividades que não exclusivamente a canavieira. Uma das grandes dificuldades encontradas para o produtor de amendoim é a compra de sementes. Dessa forma, a segunda safra torna-se o melhor período para lavouras destinadas à produção de sementes (Coelho et al., 2017), uma vez que ocorrem menores problemas fitossanitários na lavoura e o beneficiamento das sementes será realizado próximo à safra de verão (i.e. primeira safra), garantindo maior vigor e germinação às mesmas.

O déficit hídrico é um fator limitante no rendimento da cultura do amendoim (Thangthong et al., 2017). Associado ao déficit hídrico, a ocorrência de patógenos, pode comprometer ainda mais a produtividade do amendoim. Entre os patógenos, a mancha-preta causada por *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) Deighton é considerada uma das principais doenças fúngicas que causam perdas na produção mundial de amendoim (Clevenger et al., 2018). Estima-se que em áreas de produção de amendoim sem pulverizações, as perdas no rendimento variam de 30% a 70% (Singh et al., 2011; Zacharia, 2017). Pequenas práticas culturais como, a definição da época de semeadura,

pode reduzir significativamente a incidência de doenças nas culturas (Culbreath et al., 2010).

A irrigação vem como tecnologia que associada a práticas de melhoramento genético e adubação pode potencializar a produção de amendoim no país e atender à crescente demanda do produto internamente e externamente, baseada na afirmação de que mais pode ser alcançado com menos e melhor utilização da água através da gestão (Chartzoulakis e Bertaki, 2015), garantindo segurança para alcançar produtividades elevadas e maiores rentabilidade da lavoura, uma vez que veranicos são muito frequentes, diminuindo drasticamente o potencial produtivo da cultura.

Atualmente, poucos trabalhos foram realizados para avaliar o efeito de práticas agrícola no amendoim cultivado na segunda safra no Estado de São Paulo, principal produtor nacional. Visando maior sustentabilidade, estudos para determinação da quantidade ideal de água e avaliações sobre os impactos de doenças, como a mancha-preta, em diferentes lâminas de irrigação é de fundamental importância para essa safra de cultivo, objetivando-se recomendar técnicas específicas para cada sistema de produção.

Diante disso, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de cinco níveis de irrigação e a incidência da mancha-preta (causada pelo *C. personatum*) em amendoim semeado na segunda safra e em duas épocas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda de ensino, pesquisa e extensão (FEPE), pertencente a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, SP. A localização geográfica da área está definida pelas coordenadas 21°15'22” Latitude Sul e 48°18'58” Longitude Oeste, sendo a altitude média 570 m e declividade média do solo igual a 7%, apresentando clima tipo Cwa (subtropical) de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico típico, com textura muito argilosa, A moderado, caulínico, relevo suave ondulado e ondulado (EMBRAPA, 2013),

cujas características físicas e químicas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

TABELA 1. Características físicas do solo da área experimental. Jaboticabal, SP.

Prof. (cm)	ds* (g cm ⁻³)	Umidade na CC* (cm ³ cm ⁻³)	Umidade no PMP* (cm ³ cm ⁻³)	Areia total (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Textura do solo
0 – 20	1,45	0,45	0,33	310	470	220	Argiloso
20 – 40	1,49	0,41	0,30	270	520	200	Argiloso

*ds: densidade do solo; CC: Capacidade de campo; PMP: Ponto de murcha permanente

TABELA 2. Características químicas do solo da área experimental. Jaboticabal, SP.

Camada (cm)	pH CaCl ₂	M.O. (g dm ⁻³)	P _{resina} (mg dm ⁻³)	S	(mmol _c dm ⁻³)							
					H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0 – 20	5,6	40	67	5	21	1	3,4	36	13	52,7	73,9	71
20 – 40	5,8	40	68	5	20	1	3,2	36	11	50,3	70,4	71

*M.O: Matéria orgânica

Foi utilizada a cultivar IAC 505, que apresenta ciclo variando entre 130 e 140 dias, moderada resistência a doenças foliares e apresenta relativa tolerância à seca (Godoy et al., 2017). A semeadura foi realizada no espaçamento de 0,9 m entre linhas e estande de 15 sementes por m⁻¹. As sementes foram previamente tratadas com o fungicida thiram (Vitavax®-Thiram 200 SC, 250 mL do p.c. 100 kg⁻¹) para evitar a incidência de patógenos. A semeadura ocorreu em duas épocas, sendo a primeira no dia 6 de fevereiro e a segunda no dia 06 de março de 2018. No momento da semeadura, realizou-se adubação com a formulação 0-20-20 (N, P, K) na dose de 300 kg ha⁻¹.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições e 5 níveis de irrigação, calculadas em função da reposição de frações da evapotranspiração de referência (ET₀) (Allen et al., 1998). Foi utilizado um desenho experimental do tipo "aspersão em linha". Esse desenho

experimental possibilita distribuir a água de irrigação com lâminas variáveis de aplicação à medida que o tratamento se afasta da linha central de aspersores (Hanks et al., 1976). Em teste de campo foi definido as frações de distribuição da precipitação dos aspersores. Foram utilizados aspersores Senninger Modelo 3023-2 e bocais $\frac{3}{4}$ " M 08Qx05, espaçados a cada 6 m na linha central. A intensidade de aplicação de água dos aspersores foi medida em campo, em testes com coletores. Nesse teste, foram colocados coletores espaçados de 1 m, até a distância limite de aplicação de água pelos aspersores, em linha perpendicular à linha de irrigação, com 2 repetições (Figura 1).

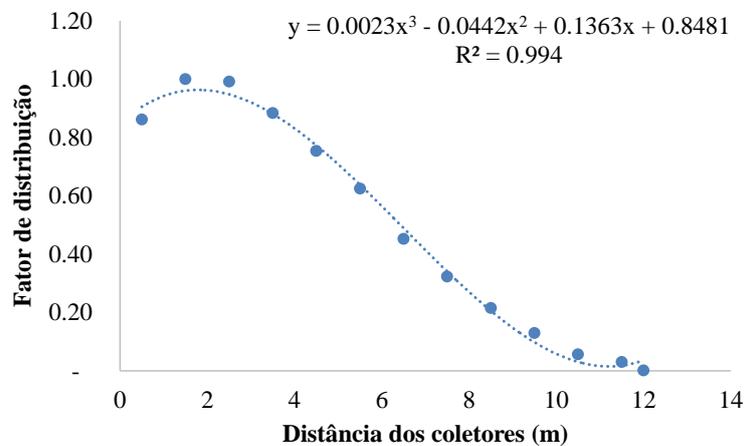


FIGURA 1. Fator de distribuição da lâmina de irrigação proporcionada pelo “sistema de aspersão em linha”.

A partir da distribuição de água foram estabelecidos 5 níveis de irrigação, sendo: L1=8%; L2=27%; L3=63%; L4=94% e L5=100% da ETc (evapotranspiração da cultura), obtidas semanalmente segundo a necessidade da cultura considerando o estágio fenológico e seu Kc (coeficiente da cultura) (Allen et al., 1998). O experimento foi instalado em uma área 288 m², com 40 parcelas, com 20 parcelas para cada época de semeadura. Para irrigação nas parcelas utilizou-se um sistema de aspersão em linha, com aspersores Senninger (Modelo 3023-2 com duplo bocal de 8 x 5 mm), operados com pressão de 350 kPa, com aspersores espaçados de 6 m, gerando raio de alcance de 12 m e intensidade de aplicação de 13 mm h⁻¹. Cada parcela apresentou 4 linhas de amendoim de 2,4 m de comprimento, destas, utilizou-se apenas as duas linhas centrais, as duas linhas da extremidade, bem como 0,5

m de cada extremidade das linhas centrais foram consideradas como bordadura, não sendo utilizadas para as avaliações.

Na área experimental, realizou-se aplicações semanais de fungicidas, com os seguintes ingredientes ativos: Pyraclostrobin + Epoxiconazole (Ópera®) e Ciproconazol (ALTO® 100), nas doses de 109,8 g i.a.ha⁻¹; 720 g i.a.ha⁻¹ e 25 g i.a.ha⁻¹, respectivamente. Mesmo com as aplicações semanais, houve elevada incidência de mancha-preta nas parcelas sob déficit hídrico nas duas épocas de semeadura. Por isso, realizou-se periodicamente, a partir do estágio reprodutivo R6 (Cholaky, 1985), avaliações dos danos de *C. personatum*, atribuindo-se notas de sintomas visuais da doença por meio de uma escala variando de 1 a 9, em que nota 1, representou a ausência de danos e nota 9, danos de 81% a 100%. Para a primeira época de semeadura (fevereiro), as avaliações foram realizadas aos 95, 105, 111, 119, 132, 139 e 147 dias após a semeadura (DAS), enquanto que para a segunda época (março) as avaliações foram realizadas aos 84, 92, 105, 120, 135, 144 e 154 DAS. A escala levou em consideração a quantidade de manchas/folha, o número de folhas com danos e a quantidade de desfolha ao longo do ramo. A nota foi aplicada em um dos ramos primários da planta, tomado aleatoriamente (Subrahmanyam et al., 1982).

As temperaturas e umidade relativa médias diárias para o período experimental, para as duas épocas de semeadura são apresentadas na Figura 2. Os valores acumulados de chuva foram 157 e 51 mm, as lâminas de irrigação variaram de 66 a 314 mm na primeira época e de 65 a 310 mm na segunda época. Conseqüentemente, as lâminas totais (chuva + irrigação) recebidas nos tratamentos variaram de 223 a 470 mm na primeira época e de 116 a 360 mm na segunda época.

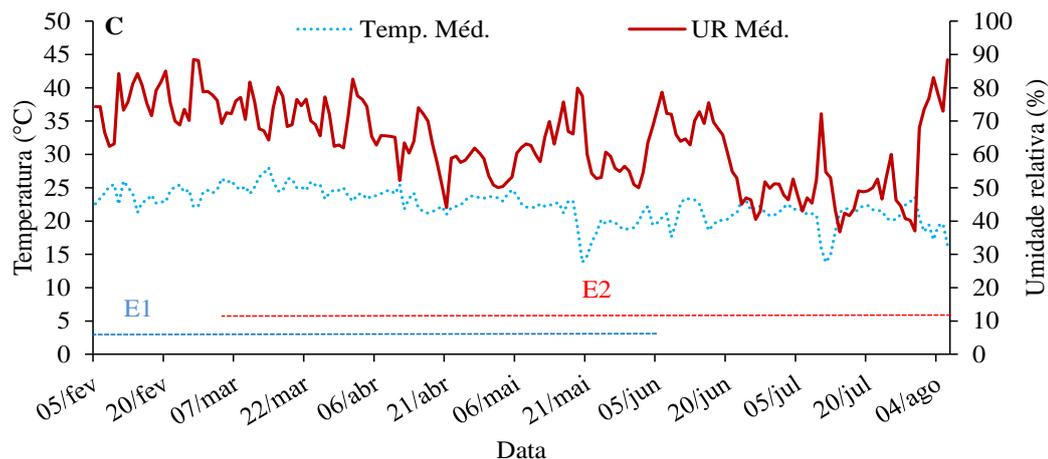


FIGURA 2. Temperatura e umidade relativa (UR) médias para o período experimental.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Agroestat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se o efeito das lâminas de irrigação na incidência de *C. personatum* para a primeira época de cultivo (fevereiro), verificou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Houve diferenças significativas entre os tratamentos com as menores disponibilidades hídricas (L1 e L2) com os demais tratamentos. Logo após o início do estágio R6, houve aumento da severidade das doenças para os tratamentos com menores lâminas, apresentando notas visuais superiores a 7 (41% a 60% afetada). A partir dos 119 DAS, as plantas de amendoim apresentaram sintomas visuais da mancha-preta superiores a 90%. Efeito semelhante foi constatado para o tratamento L3, contudo, verificou-se danos superiores a 90% apenas aos 147 DAS, 28 dias de diferença em relação ao tratamento L1 e L2 (Tabela 3).

TABELA 3 - Comparação de notas de danos visuais de *C. personatum* para as avaliações realizadas em função dos níveis de irrigação aplicadas para a primeira época de semeadura.

Lâminas	Período – dias após a semeadura (DAS)						
	95	105	111	119	132	139	147
L1	7,00 a	8,00 a	8,75 a	9,00 a	9,00 a	9,00 a	9,00 a
L2	7,00 a	8,00 a	7,75 ab	8,50 ab	9,00 a	9,00 a	9,00 a
L3	6,00 a	7,00 ab	7,00 b	7,50 b	7,50 b	7,50 b	8,25 a
L4	4,25 b	4,75 bc	4,75 c	5,50 c	5,25 c	6,25 c	6,50 b
L5	3,25 b	3,00 c	4,50 c	5,00 c	5,00 c	6,00 c	5,75 b
F	27,86**	11,55**	35,55**	54,43**	114,00**	35,57**	24,91**
CV (%)	11,62	21,09	9,55	6,80	5,11	6,40	7,77

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. *significativo a 5% de probabilidade; **significativo a 1% de probabilidade; ns não significativo.

Para a segunda época de semeadura (março), verifica-se também maior severidade da doença causada pelo *C. personatum*, para os tratamentos que receberam as menores disponibilidades hídricas, contudo, a diferença de severidade da mancha-preta entre os tratamentos L1 e L5 foi inferior à observada na primeira época (Tabela 4). Com base nas avaliações, verifica-se que, a severidade da mancha-preta na segunda época (março) foi 50% menor, em relação ao amendoim cultivado na primeira época (fevereiro). Entretanto, observou-se respostas semelhantes em relação ao aumento progressivo da doença com o decorrer do ciclo da cultura. Isso provavelmente ocorreu devido às condições meteorológicas em que cada época foi submetida.

A temperatura e UR médias para a primeira época ($T_m = 22,8$ °C; UR = 65,6%) foram superiores às da segunda época ($T_m = 21,9$ °C; UR = 61,3%). Quando as médias são realizadas para os primeiros 90 dias do ciclo do amendoim para cada época, as diferenças entre temperatura e UR são ainda maiores, sendo de 24,1 °C e 69,1% para a primeira época e de 22,8 °C e 64,8% para a segunda época, respectivamente. A associação entre maior temperatura e UR aumenta a propagação e a incidência de doenças foliares no amendoim (Wu et al., 1999), justificando as maiores severidades de incidência para o amendoim cultivado na primeira época de semeadura. Wu et al.(1999) observaram em seu estudo que a temperatura média de 24 °C é a crítica para

as manchas foliares no amendoim e que em períodos com temperaturas inferiores a essa, a incidência dessas doenças diminui gradativamente.

Ao longo das avaliações, houve aumento quadrático da incidência da mancha-preta para as duas épocas de avaliação, sendo os danos visuais mais intensos para as lâminas de irrigação com menor nível de irrigação (Figura 3). Verifica-se que próximo dos 90 DAS, a incidência da mancha-preta foi maior para a primeira época de semeadura comparada com a segunda. Quanto mais precoce e severo a incidência de manchas-foliares no amendoim, maiores as perdas de produtividade da cultura (Cantonwine et al., 2008; Olatinwo et al., 2012). Para contornar isso, a definição da melhor época de semeadura, com base em dados meteorológicos históricos, pode reduzir a incidência precoce das manchas foliares no amendoim (Olatinwo et al., 2012).

Tabela 4. Comparação de notas de danos visuais de *C. personatum* para as avaliações realizadas em função de tratamentos de níveis de irrigação aplicadas para a segunda época de semeadura.

Lâminas	Período – dias após a semeadura (DAS)						
	84	92	105	120	135	144	154
L1	4,00 a	4,00 a	3,75 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
L2	3,50 ab	3,50 ab	3,25 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
L3	3,00 bc	3,00 bc	3,00 ab	4,50 ab	4,50 ab	4,50 ab	4,50 ab
L4	2,50 c	2,50 cd	2,25 bc	4,00 b	4,00 b	4,00 b	4,00 b
L5	1,50 d	2,00 d	2,00 c	4,00 b	4,00 b	4,00 b	4,00 b
F	37,00**	15,00**	14,65**	15,00**	15,00**	15,00**	15,00**
CV (%)	10,90	13,61	13,21	5,74	5,74	5,74	5,74

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. *significativo a 5% de probabilidade; **significativo a 1% de probabilidade; ns- não significativo.

A severidade da doença foi expressiva, prejudicando drasticamente as plantas de amendoim de forma mais acentuada nas menores lâminas de reposição aplicadas (tratamentos L1, L2 e L3), independente da época de semeadura. O déficit hídrico causado por esses tratamentos promoveu maior suscetibilidade das plantas de amendoim à doença, principalmente na primeira época de semeadura (Figura 3). Considerando a nota 5 (danos de 21% a 30%) de agressividade da mancha-preta como tolerável, observa-se que a partir dos

90 DAS houve aumento progressivo nos sintomas visuais da mancha-preta, quando as plantas foram cultivadas com os menores níveis hídricos. Contudo, a partir dos 119 DAS o aumento da doença passou a ser independente da lâmina de reposição, promovendo danos de cerca de 40% nos tratamentos com os maiores níveis hídricos e a morte das plantas nos tratamentos com déficit hídrico (Figura 3A).

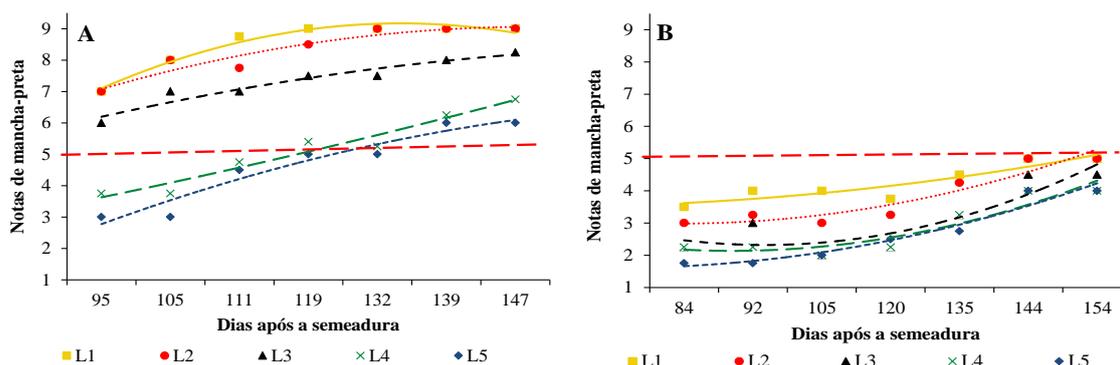


Figura 3. Evolução das notas de doenças causados pelo *C. personatum* entre as parcelas sob lâminas de irrigação para a primeira (A) e segunda (B) época de semeadura.

Na segunda época de semeadura, verifica-se que independente das lâminas de irrigação, os danos foram inferiores a nota 5 (danos de 21% a 30%), proporcionando o desenvolvimento das plantas, sem afetar drasticamente a produção de sementes (Figura 3B). Plantas sob deficiência hídrica apresentam alterações nos processos morfológicos e fisiológicos, como o fechamento estomático, que reduz a transpiração, influenciando negativamente na taxa de absorção de CO_2 pelas folhas para realização da fotossíntese (Pereira et al., 2016), reduzindo a área foliar (Haro et al., 2008) e, deixando as plantas mais suscetíveis a incidência de patógenos. A deficiência hídrica deixa as plantas fisiologicamente mais fracas devido à redução na síntese de compostos de defesas (Ochola et al., 2015).

Para as lâminas que receberam reposição de 94% e 100% (i.e. plena) da necessidade da cultura (L4 e L5), a gravidade dos danos causados pela doença foi menor, não impedindo que atingissem o final do ciclo sem serem drasticamente afetadas pelo avanço da doença.

CONCLUSÕES

- A partir do estágio reprodutivo R6, ocorre aumento da severidade da mancha-preta na cultura do amendoim cultivado na segunda safra, independentemente do nível de irrigação adotado e época de semeadura.
- Os níveis de irrigação inferiores às necessidades hídricas da cultura aumenta os danos causados pelo *Cercosporidium personatum* na cultivar de amendoim IAC 505.
- A época de semeadura influencia na incidência de mancha-preta em amendoim. A semeadura realizada em março reduz os danos causados pelo *Cercosporidium personatum*.
- Sob condições hídricas ideais e independente da época de semeadura, a cultivar de amendoim IAC 505 é moderadamente resistente aos danos ocasionados pelo *Cercosporidium personatum*.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO**, Rome, 300:D05109.

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo, J Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22:711-728. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

Barbosa JC, Maldonado Junior W (2015) **AgroEstat**. Sistema para análises Estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Funep.

Cantonwine E G, Culbreath AK, Holbrook CC, Gorbet DW (2008). Disease progress of early leaf spot and components of resistance to *Cercospora arachidicola* and *Cercosporidium personatum* in runner-type peanut cultivars. **Peanut science** 35:1-10.

Cholaky L (1985) **Etapas de desarrollo del mani (*Arachis hypogaea* L.)**. Rio Cuarto: Universidad Nacional De Rio Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. (Departamento de Producción Vegetal. 8 p).

Clevenger J, Chu Y, Chavarro C, Botton S, Culbreath A, Isleib TG, Ozias-Akins P (2018) Mapping Late Leaf Spot Resistance in Peanut (*Arachis hypogaea*) Using QTL-seq Reveals Markers for Marker-Assisted Selection. **Frontiers in plant science** 9:83.

Coelho AP, Faria RT, Dalri AB (2017) Ecofisiologia e irrigação do amendoim cultivado na segunda safra. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias** 10:119-126.

CONAB – (Companhia Nacional de Abastecimento) **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.5, safra 2017/18, n.11, décimo primeiro levantamento, agosto, 2018. Disponível em<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em: 05 set. 2018.

Culbreath AK, Tillman BL, Tubbs RS, Beasley Jr JP, Kemerait Jr RC, Brenneman T B (2010). Interactive effects of planting date and cultivar on tomato spotted wilt of peanut. **Plant disease** 94:898-904.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013.

Godoy IJD, Santos JFD, Michelotto MD, Moraes ARAD, Bolonhezi D, Freitas RSD, Martins AL M (2017) IAC OL 5-New high oleic runner peanut cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 17:295-298.

Hanks RJ, Keller J, Rasmussen VP, Wilson GD (1976) Line Source Sprinkler for Continuous Variable Irrigation-crop Production Studies 1. **Soil Science Society of America Journal** 40:426-429.

Haro,RJ, Dardanelli J L, Otegui ME, Collino DJ (2008) Seed yield determination of peanut crops under water deficit: soil strength effects on pod set, the source–sink ratio and radiation use efficiency. **Field Crops Research** 109:24-33.

Kambiranda DM, Vasanthaiah HK, Ananga RKA, Basha SM, Naik K (2011) Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. In: **Plants and environment**. Intech. 249-272 p.

Lima PJW, Albuquerque MB, Melo Filho PA, Nogueira RJMC, Lima LM, Santos RC (2016) Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural water management** 166:70-76.

Ochola D, Ocimati W, Tinzaara W, Blomme G, Karamura EB (2015) Effects of water stress on the development of banana xanthomonas wilt disease. **Plant pathology** 64:552-558.

Olatinwo RO, Prabha TV, Paz JO, Hoogenboom G (2012) Predicting favorable conditions for early leaf spot of peanut using output from the weather research and forecasting (WRF) model. **International journal of biometeorology** 56:259-268.

Pereira JW, Albuquerque MB, Melo Filho PA, Nogueira RJMC, Lima LM, Santos RC (2016) Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural water management** 166:70-76.

Prela A, Ribeiro AM de A (2000) Soma de graus-dia para o sub-período semeadura-maturação do amendoimzeiro. **Revista Brasileira Agrometeorologia** 8:321-324.

Singh MP, Erickson JE, Boote KJ, Tillman BL, Jones JW, Van Bruggen AH (2011) Late leaf spot effects on growth, photosynthesis, and yield in peanut cultivars of differing resistance. **Agronomy journal** 103:85-91.

Subrahmanyam P, McDonald D, Gibbons RW, Nigam SN, Nevill DJ (1982) Resistance to rust and late leafspot diseases in some genotypes of *Arachis hypogaea*. **Peanut Science** 9:6-10.

Thangthong N, Jogloy S, Jongrunklang N, Kvien CK, Pensuk V, Kesmala T, Vorasoot N (2018) Root distribution patterns of peanut genotypes with different drought resistance levels under early-season drought stress. **Journal of Agronomy and Crop Science** 204:111-122.

Wu L, Damicone JP, Duthie JA, Melouk HA (1999) Effects of temperature and wetness duration on infection of peanut cultivars by *Cercospora arachidicola*. **Phytopathology** 89:653-659.