



PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM SUBMETIDO A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

Giuliani do Prado¹, Denise Mahl², Adriano Catossi Tinos³, Rafael de Almeida Schiavon⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha-PR, Brasil. E-mail: gprado@uem.br

² Engenheira Agrícola, Doutora, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha-PR, Brasil

³ Engenheiro Agrícola, Mestre, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha-PR, Brasil

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha-PR, Brasil

Recebido em: 15/08/2021 – Aprovado em: 15/09/2021 – Publicado em: 30/09/2021

DOI: 10.18677/EnciBio_2021C40

trabalho licenciado sob licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

RESUMO

A cultura do amendoim tem sido uma alternativa para melhorar a renda do produtor e, devido à fixação biológica de nitrogênio, possibilita reduzir a quantidade de adubo nitrogenado em cultivos subsequentes. Com o objetivo de avaliar a produtividade do amendoim submetido a diferentes lâminas de irrigação e condições de mobilização do solo, desenvolveu-se um experimento em solo arenoso, no município de Cidade Gaúcha/PR. Empregou-se o delineamento experimental em faixas, com quatro repetições, sendo o fator sistema de cultivo (com e sem mobilização do solo) na parcela e o fator lâmina de irrigação ($I_0 = 0\%$; $I_1 = 22\%$; $I_2 = 64\%$; $I_3 = 100\%$ e; $I_4 = 175\%$) na subparcela. A lâmina líquida (IL) de irrigação para elevar a umidade do solo à capacidade de campo foi definida como o tratamento I_3 (100% da IL). A produtividade de amendoim com e sem casca foi estimada para a umidade de 8%, em base úmida. Concluiu-se que, a interação entre os sistemas de preparo do solo e lâminas de irrigação não proporcionou respostas significativas em termos de produtividade de amendoim; o sistema de preparo do solo com mobilização proporcionou maior produtividade de amendoim que o sistema sem revolvimento do solo; a produtividade do amendoim apresentou resposta quadrática às lâminas de irrigação aplicadas, e; quando o custo do milímetro de água for 13 vezes maior que o custo do quilograma do amendoim, a irrigação não traz retorno econômico.

PALAVRAS-CHAVE: *Arachis hypogaea*, cultivo, retorno econômico.

PEANUT YIELD RESPONSE TO IRRIGATION DEPTHS AND SOIL TILLAGE SYSTEMS

ABSTRACT

The peanut crop has been an alternative to increase the farmer's income and, due to biological nitrogen fixation, it allows to reduce the amount of nitrogen fertilizer in subsequent crops. This paper aimed to evaluate the peanut yield under different irrigation depths and soil tillages, and therefore an experiment was carried out in

sandy soil at Cidade Gaúcha/PR county. An experimental design in strips was employed, four replications, the soil tillage factor (conventional tillage and no-tillage) was set in the plot and the irrigation depth factor ($I_0 = 0\%$; $I_1 = 22\%$; $I_2 = 64\%$; $I_3 = 100\%$ and; $I_4 = 175\%$) in the subplot. The net irrigation depth (NID) to raise the soil moisture to the field capacity was set as the treatment I_3 (100% of the NID). The peanut yield of pods and grains was determined to the wet basis moisture content of 8%. It was concluded that the interaction between soil tillage systems and irrigation depths had no significant response on the peanut yield; the conventional tillage system provided a higher peanut yield than the no-tillage system; the peanut yield had a quadratic response to the applied irrigation depths, and; when the cost of a water millimeter is thirteen times greater than the cost of a peanut kilogram, irrigation does not bring an economic return.

KEYWORDS: *Arachis hypogaea*, tillage, economic return.

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa com alto valor calórico que apresenta, respectivamente, teores de proteínas e lipídios superiores a 20 e 40% (COELHO *et al.*, 2017). Conforme os mesmos autores, o cultivo do amendoim é uma ótima opção, tanto no aspecto econômico, pois pode ser uma alternativa viável ao produtor, quanto no aspecto agrícola, devido à fixação de nitrogênio, que permite reduzir a adubação nitrogenada no cultivo de culturas subsequentes.

Na safra brasileira de 2020/21 foram cultivados 165,5 mil hectares de amendoim com uma produção de 596,7 mil toneladas de grãos (CONAB, 2021). Todavia, no estado de São Paulo, a área cultivada com amendoim representou 92,6% (153,3 mil hectares) da área total, que refletiu em 94,1% (561,6 mil toneladas) da produção nacional. De acordo com Aguiar *et al.* (2014), a grande representatividade do estado de São Paulo ocorre devido aos benefícios que o cultivo do amendoim traz às áreas de renovação de canaviais.

Solos de textura leve são mais indicados para o cultivo do amendoim, pois favorecem o desenvolvimento da cultura e o processo de colheita (DOORENBOS; KASSAM, 1979). Nos solos arenosos da região do Arenito Caiuá, no noroeste do estado do Paraná, o cultivo em monocultura da cana-de-açúcar é expressivo. Dessa forma, o cultivo do amendoim pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade química e estrutural desses solos cultivados com cana-de-açúcar (DONAGEMMA *et al.*, 2016).

Segundo McCarty *et al.* (2016), devido ao desenvolvimento de cultivares, aparecimento de novos defensivos agrícolas e ao aprimoramento nas técnicas de cultivo, a produtividade média de amendoim das lavouras dos Estados Unidos da América, no período de 1980 a 2014, praticamente dobrou, alcançando valores superiores a 4.000 kg ha^{-1} de grãos. No Brasil, conforme dados da CONAB (2021), a produtividade média de amendoim, na safra de 2020/21, foi de 3.603 kg ha^{-1} .

No mercado brasileiro, encontram-se disponíveis sementes de amendoim de cultivares de ciclos entre 90 a 110 dias, porte ereto e com potencial produtivo de 4.500 kg ha^{-1} de vagens, indicadas para cultivos familiares, bem como sementes de cultivares com ciclo de até 140 dias, porte rasteiro e com potencial produtivo de até 7.000 kg ha^{-1} de vagens, indicadas para cultivos tecnificados (AGUIAR *et al.*, 2014). Entretanto, experimentos agronômicos, considerando manejo do solo, das plantas e da água, devem ser realizados para avaliar a resposta das cultivares de amendoim a diferentes condições de ambiente (TUBBS, 2019).

Para o cultivo do amendoim, normalmente, são realizadas práticas operacionais de revolvimento do solo, que ao longo do tempo podem ocasionar desagregação do solo, reduzir a capacidade de infiltração e aeração e contribuir com a erosão (FACHIN *et al.*, 2014). De acordo com os mesmos autores, o cultivo sem mobilização do solo além de mitigar os efeitos nocivos da desestruturação do solo, reduz as perdas de água por evaporação, reduz o número de operações mecanizadas e pode aumentar os lucros na produção do amendoim.

Conforme Coelho *et al.* (2017), a maior parte do cultivo do amendoim é realizada nos períodos de primavera/verão ou, cultivo de primeira safra. No estado do Paraná, apesar dos maiores índices pluviométricos ocorrerem ao longo dessas duas estações do ano (BORTOLUZZI *et al.*, 2019), a frequência das chuvas é bastante variável e pode comprometer a produtividade das culturas. Arruda *et al.* (2015), ao avaliarem cinco cultivares de amendoim, na região norte do Paraná, observaram que a irrigação possibilitou aumentar a produtividade média do amendoim em 54,4%.

A maior produtividade dos sistemas irrigados frente aos cultivos de sequeiro é indiscutível. Entretanto, pensando em produtividades econômicas, curvas de respostas são essenciais na tomada de decisão sobre a quantidade de insumo a ser aplicada (BARBIERI *et al.*, 2017). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade do amendoim submetido a diferentes lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de 20/10/2020 a 09/03/2021 com a cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), cultivar Runner IAC 886 (Grupo Rasteiro), sob condições de irrigação, em sistema de cultivo convencional (em solo mobilizado com aração e gradagem) e em semeadura direta, no Campus do Arenito da Universidade Estadual de Maringá, em Cidade Gaúcha/PR (23°22'30"S e 52°56'00"O), que possui altitude média igual a 404 m. De acordo com a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), o clima dessa região é subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, tendência de chuvas concentradas, temperatura anual média de 22°C, invernos com pouca frequência de geadas e sem uma estação seca definida.

O solo da área em que se desenvolveu a pesquisa contém 83% de areia no perfil de 0 a 0,20 m (MIOTO *et al.*, 2016), sendo classificado como Latossolo vermelho distrófico de textura arenosa (THOMAZ; FIDALSKI, 2020). Previamente à condução do experimento, foi realizada uma coleta de solo (camada de 0 a 0,20 m de profundidade) e posterior análise da fertilidade, a qual apresentou os seguintes valores: pH em água = 5,60; pH em CaCl₂ = 4,90; H + Al = 2,36 cmol_c dm⁻³ (método SMP); Al³⁺ = 0,00 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 0,86 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 0,65 cmol_c dm⁻³ (extraídos por KCl 1 mol L⁻¹); K⁺ = 0,09 cmol_c dm⁻³; P = 1,96 mg dm⁻³ (extraídos por Mehlich 1); C = 6,56 g dm⁻³ (método Walkley e Black).

Para elevar a saturação de bases do solo a 70%, cinco meses antes da semeadura do experimento, para a camada de 0 a 0,20 m, em todas as parcelas experimentais, foram aplicados e incorporados ao solo (com arado de discos e grade niveladora) calcário dolomítico (PRNT 75%) na quantidade de 1.554,6 kg ha⁻¹. No dia subsequente a calagem e com objetivo de formação de cobertura vegetal e adubação verde, tanto nas parcelas a serem conduzidas sob sistema de preparo convencional do solo quanto nas de semeadura direta (sem mobilização do solo), foi realizada a semeadura a lanço da cultura de inverno aveia preta (*Avena strigosa*), na

quantidade de 80 kg ha⁻¹, cujas sementes foram incorporadas ao solo com uso de uma grade niveladora.

Na fase inicial de floração da aveia preta, em 10/09/2020 foi realizada a dessecação da cultura com a aplicação do herbicida glifosato (4 L ha⁻¹). Posteriormente, decorrido um mês desta operação, metade da área foi submetida à mobilização do solo (até a profundidade de 0,20 m) com arado de discos e grade niveladora, sendo a outra metade mantida sem mobilização e destinada à semeadura direta. Nessa área, utilizando-se de uma armação metálica com área de um metro quadrado, foram coletadas duas amostras do material vegetal dessecado contido na superfície do solo, as quais foram mantidas a 65°C em estufa de circulação de ar e após 72 h proporcionaram massa seca média de 2.796 kg ha⁻¹.

Em 19/10/2020 realizou-se o tratamento das sementes de amendoim com um fungicida sistêmico e de contato dos grupos químicos Metalaxil-M e Fludioxonil, na dosagem de 3 mL kg⁻¹ de sementes. No dia seguinte, utilizando-se de uma plantadora de mandioca regulada para distribuir 340 kg ha⁻¹ de adubo e discos de corte espaçados em 0,9 m, foram abertos sulcos para semeadura e nestes foi aplicada a adubação (Figura 1A). O fertilizante empregado foi o 6-24-12 (N-P-K), que permitiu uma adubação de base de 20,4 kg ha⁻¹ de N, 81,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40,8 kg ha⁻¹ de K₂O, valores próximos aos recomendados por Aguiar *et al.* (2014) para cultivares de amendoim de alto potencial produtivo.

FIGURA 1. Abertura e aplicação do adubo nos sulcos de semeadura (A), semeadura e demarcação das unidades experimentais (B), irrigação nas parcelas experimentais (C) e amostras de vagens colhidas nas unidades experimentais (D).



Fonte: Acervo pessoal.

As sementes foram depositadas nos sulcos por meio de calhas de PVC (Figura 1B) com furos a cada quatro centímetros, proporcionando 25 sementes por metro. No momento da semeadura, o trabalho composto por 40 unidades experimentais, cada uma com 3,6 x 5,0 m (18 m²) e quatro linhas de semeadura, obedeceu a um delineamento experimental em faixas, com quatro repetições, sendo que na parcela foi implantado o fator sistema de preparo do solo (com e sem mobilização) e na subparcela o fator lâmina de irrigação (I₀, I₁, I₂, I₃ e I₄).

Para proporcionar boa germinação e desenvolvimento inicial das plantas em toda a área avaliada, foi instalado um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, cujos aspersores foram distribuídos em arranjo retangular, sendo espaçados em 12 x 18 m (aspersores x linhas). A emergência das plantas teve início no décimo dia após a semeadura e, nesta fase inicial de desenvolvimento, foram realizados desbastes e preenchimento de falhas de modo a garantir uma quantidade de 18 plantas por metro, conforme recomendado por Morla *et al.* (2018).

Os tratamentos relativos às lâminas de irrigação a serem aplicados nas subparcelas foram diferenciados no quadragésimo dia após a semeadura do amendoim. No centro da área experimental, ou seja, na linha que delimita os sistemas de cultivo do solo, foi inserida uma linha lateral de irrigação contendo cinco aspersores, os quais foram instalados em tubos de subida com dois metros de altura da superfície do solo e espaçados em 12 metros na linha (Figura 1C).

Utilizaram-se aspersores da Agropolo®, modelo NY30, com bocais 5,0 x 4,6 mm e pressão de 294 kPa, os quais proporcionam perfil radial de aplicação de água com forma geométrica semelhante a triangular (PRADO, 2016). Assim, a lâmina líquida (I_L) de irrigação para elevar o solo à umidade de capacidade de campo foi definida como o tratamento I₃ (I₃ = 100% da I_L) e, a partir deste, foram definidos os demais tratamentos com menores (I₀ = 0%; I₁ = 22% e; I₂ = 64% da I_L) e maiores (I₄ = 175% da I_L) lâminas de irrigação.

A forma de manejo de irrigação adotada foi a via clima, sendo utilizados os dados meteorológicos diários da estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 50 metros da área em estudo. Os dados médios diários de radiação solar incidente (R_d), temperatura do ar mínima (T_{min}), média (T_m) e máxima (T_{max}), velocidade do vento a dois metros de altura do solo (u₂) e umidade relativa do ar (UR) foram empregados para a determinação da evapotranspiração de referência (ET₀) pela equação de Penman-Monteith (BERNARDO *et al.*, 2019).

Os valores de coeficiente de cultivo do amendoim (K_c) (DOORENBOS; KASSAM, 1979), obtidos através da equação 1, foram utilizados para determinar a evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc} = ET₀ x K_c) e, os valores do coeficiente de umidade do solo (ks), obtidos pela equação 2 (BERNARDO *et al.*, 2019), foram utilizados para a determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c = ET_{pc} x ks).

$$K_c = \begin{cases} K_c \leftarrow 0,4 & \text{Se : DAS} \leq 35 \\ K_c \leftarrow 0,4 + \frac{[0,65 \cdot (\text{DAS} - 35)]}{45} & \text{Se : } 35 < \text{DAS} < 80 \\ K_c \leftarrow 1,05 & \text{Se : } 80 \leq \text{DAS} \leq 115 \\ K_c \leftarrow 1,05 - \frac{[0,45 \cdot (\text{DAS} - 115)]}{25} & \text{Se : } 115 < \text{DAS} \leq 140 \end{cases} \quad (1)$$

$$ks = \begin{cases} ks \leftarrow \frac{\ln(L_{AA} + 1)}{\ln(L_{CC} + 1)} \text{ Se } L_{PM} \leq L_{AA} \leq L_{CC} \\ ks \leftarrow 1 \text{ Se } L_{CC} < L_{AA} \leq L_{Sat} \\ ks \leftarrow 0 \text{ Se } L_{AA} \leq L_{PM} \end{cases} \quad (2)$$

em que:

Kc: coeficiente de cultivo (decimal);

DAS: dias após a semeadura da cultura (dia);

ks: coeficiente de umidade no solo (decimal);

L_{AA}: lâmina atual de água no solo (mm);

L_{CC}: lâmina de água no solo em capacidade de campo (mm);

L_{Sat}: lâmina de água no solo em saturação (mm), e;

L_{PM}: lâmina de água no solo em ponto de murcha (mm).

Os dados de umidade do solo em saturação ($0,311 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), capacidade de campo ($0,196 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e ponto de murcha permanente ($0,066 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), utilizados no balanço hídrico para o manejo da irrigação, foram obtidos na curva característica de retenção de água no solo da área em estudo, respectivamente, para os potenciais matriciais de 0, 6 e 1.500 kPa. A profundidade efetiva do sistema radicular foi definida como 0,3 m e o fator de depleção de água no solo igual a 45%. Deste modo, a lâmina líquida de irrigação para elevar o solo à umidade de capacidade de campo (tratamento I3), representou o somatório da evapotranspiração da cultura menos a precipitação efetiva obtida na área experimental.

Os intervalos entre irrigações (turno de rega) foram variáveis e no tratamento I3, que serviu de referência para o controle da irrigação, foi aplicado uma lâmina líquida igual a 100%. Para determinar as lâminas aplicadas em cada tratamento irrigado, os volumes de água aplicados foram mensurados em coletores de 0,08 m de diâmetro (Figura 1C), instalados a uma altura de um metro da superfície do solo. Duas linhas de coletores, posicionadas transversalmente ao sentido das faixas experimentais, foram usadas para determinar a lâmina aplicada nos tratamentos.

Durante a condução do experimento foram realizadas periodicamente, para o controle de plantas daninhas, capinas e arranquios manuais. Para a proteção contra doenças fúngicas foram realizadas três aplicações de fungicida sistêmico dos grupos químicos Estrobilurina e Triazol, na dose de $0,7 \text{ L ha}^{-1}$, e seis aplicações de oxicloreto de cobre, na dose de $2,0 \text{ kg ha}^{-1}$. Conjuntamente ao fungicida, foi aplicado um inseticida do grupo químico dos piretroides, na dose de $0,2 \text{ L ha}^{-1}$.

A colheita do amendoim foi realizada no 141º dia após a semeadura (09/03/2021) e, com auxílio de um gabarito de $5,4 \text{ m}^2$ ($1,8 \times 3,0 \text{ m}$), foram coletadas as vagens contidas nas plantas das duas linhas centrais de cada unidade experimental. As amostras, após serem secas ao sol (Figura 1D), foram pesadas para a determinação da massa com casca. Posteriormente, as amostras foram descascadas em descascador manual, limpas em peneira e pesadas para determinação da massa sem casca.

A produtividade (kg ha^{-1}) de amendoim com casca e descascado foi estimada para a umidade de 8%, em base úmida. Para tanto, duas amostras de amendoim com casca (vagens) e sem casca (grãos) foram retiradas e levadas à estufa de

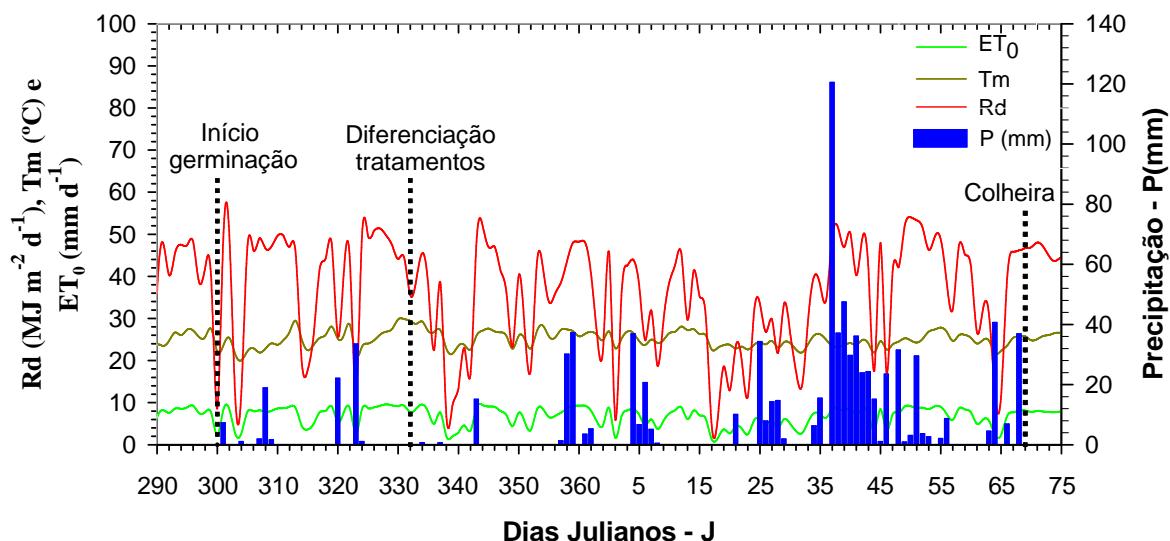
circulação de ar, por 24 horas a 105°C, para a determinação da umidade em base úmida, referente a cada unidade experimental.

Na análise estatística dos dados, foi aplicado o teste de F a 5% de probabilidade para a análise de variância (ANOVA). Nos casos de diferenças estatísticas significativas foi aplicado o teste de Tukey aos dados qualitativos e a análise de regressão aos dados quantitativos, nos dois casos, foi considerada uma significância menor ou igual a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são mostrados os valores médios diários de alguns elementos meteorológicos (temperatura do ar, radiação incidente, precipitação e evapotranspiração de referência) observados durante o período experimental. A temperatura média do ar apresentou amplitude entre 20,1 a 29,9°C, com média igual a 25,1°C. Conforme Doorenbos e Kassam (1979), a temperatura média diária ótima para o desenvolvimento do amendoim varia de 22 a 28°C, sendo que temperaturas superiores a 33°C e inferiores a 18°C podem comprometer a resposta produtiva da cultura.

FIGURA 2. Dados meteorológicos diários de temperatura média do ar (T_m), radiação solar incidente (R_d), precipitação (P) e evapotranspiração de referência (ET_0) observados durante o experimento.



Fonte: Resultado da pesquisa.

As variações na radiação solar incidente ($4,6$ a $54,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), com média igual a $35,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, aconteceram, principalmente, na ocorrência de chuvas (Figura 2). Isto refletiu diretamente na evapotranspiração de referência ($1,3$ a $9,6 \text{ mm d}^{-1}$) (Figura 2), com valor médio de $6,7 \text{ mm d}^{-1}$, visto que, a radiação solar é o elemento meteorológico de maior relevância na evapotranspiração (SILVA *et al.*, 2018).

Durante os 141 dias de experimento ocorreram 47 precipitações pluviométricas, com valores iguais ou superiores a um milímetro (Figura 2), que quantificaram 978 mm. Contudo, o intervalo entre essas chuvas foi de seis a 18 dias em 47,5% do tempo, fato que para solos de textura arenosa, como os do Arenito Caiuá, pode levar à deficiência hídrica para as culturas. Segundo Santos *et al.* (2017), os totais anuais de chuva no noroeste do Paraná são próximos a 1.500 mm,

mas o risco de deficiência hídrica para algumas culturas anuais de importância econômica não pode ser negligenciado.

Na Tabela 1 são apresentadas as lâminas totais aplicadas nas 18 irrigações realizadas, bem como, os valores percentuais em relação à lâmina necessária para elevar o solo à umidade de capacidade de campo (I3). No tratamento I3 foi suplementada uma lâmina total de 207 mm, o que equivale a 31,8% do total demandado pela cultura (somatório das ETc = 652 mm). Conforme Doorenbos e Kassam (1979) e Coelho *et al.* (2017), para o amendoim alcançar altas produtividades são necessários de 500 a 700 mm de água durante o seu ciclo.

TABELA 1. Lâminas de irrigação e percentagem da lâmina I3 aplicada nos tratamentos.

Lâminas de irrigação – I		
Tratamentos	Total (mm)	Percentual da I3 (%)
I0	0	0
I1	45	22
I2	133	64
I3	207	100
I4	362	175

Os dados foram submetidos à análise de variância (Tabela 2) e, as produtividades de amendoim, em casca e descascado, revelaram diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) nos tratamentos sistema de preparo do solo e lâminas de irrigação, sendo que a interação entre os dois fatores não apresentou diferença estatística significativa ($P > 0,05$). Segundo Pimentel Gomes e Garcia (2002), os coeficientes de variação (CV) obtidos no experimento podem ser classificados como baixos ($CV < 10\%$).

TABELA 2. Resumo da análise de variância (ANOVA) para a produtividade de amendoim com (PCC) e sem casca (PSC).

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados - PCC	Soma dos quadrados - PSC
Bloco	3	445.151,4	159.962,3
Cultivo (C)	1	4.905.224,0*	2.418.244,6*
Erro (a)	3	830.047,0	363.921,1
Irrigação (I)	4	6.241.213,2*	3.627.986,8*
Erro (b)	12	1.776.002,3	1.001.296,8
C x I	4	470.013,2	348.599,3
Erro (c)	12	1.422.691,3	821.603,2
Total	39	16.090.341,8	8.741.614,1
Coeficiente de variação 1		8,1	7,1
Coeficiente de variação 2		5,9	5,9
Coeficiente de variação 3		5,3	5,4

*Significativo a 5% pelo teste de F.

A relação entre a produtividade do amendoim sem e com casca reflete o rendimento de grãos e, independente da condição de manejo do solo ou lâmina de

irrigação, o valor médio do rendimento foi igual a 74,1% (variação média de $\pm 0,7\%$) (Tabela 3). Barbieri *et al.* (2016), ao avaliarem a produtividade de duas variedades de amendoim em função de épocas e densidades de semeadura, verificaram que os rendimentos de grãos médios das cultivares Runner IAC 886 (porte rasteiro) e IAC Tatu ST (porte ereto) foram, respectivamente, iguais a 72,6 e 64,7%.

O cultivo do amendoim, com mobilização do solo, proporcionou produtividade estatisticamente significativa de aproximadamente 11% acima que a do cultivo sem mobilização (Tabela 3). Faircloth *et al.* (2012), ao avaliarem as produtividades de amendoim durante cinco anos consecutivos, em solos arenosos, observaram que, por três ocasiões, os cultivos conservacionistas apresentaram resultados estatisticamente superiores ao cultivo convencional com arações e gradagens. Segundo os autores, a superioridade dos sistemas conservacionistas nem sempre é revelada em termos de produtividade da cultura, mas há grandes benefícios ao sistema solo-água-planta-atmosfera.

TABELA 3. Produtividade do amendoim com e sem casca em relação ao sistema de preparo do solo.

Solo	Produtividade (kg ha^{-1})	
	Com casca	Sem casca
Não mobilizado	6.181,7 b*	4.643,7 b
Mobilizado	6.882,1 a	5.135,4 a

*Médias com mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

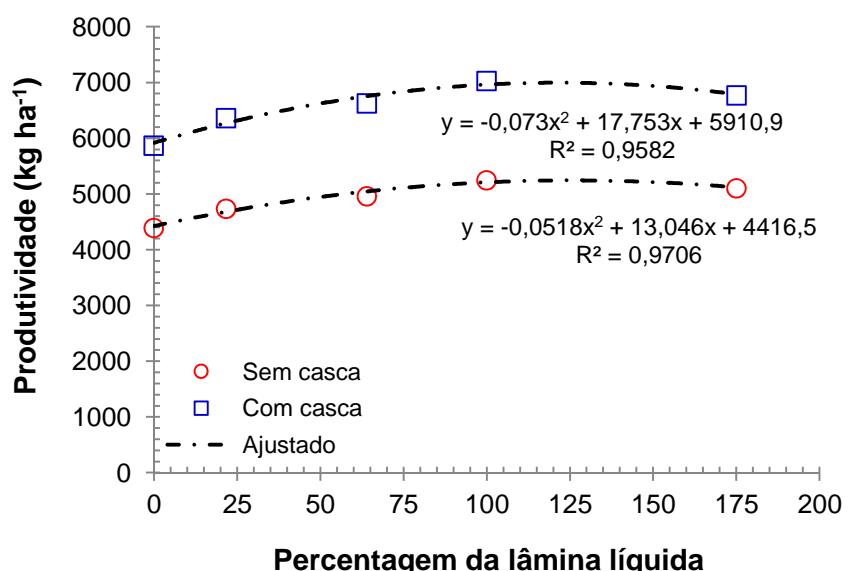
Conforme Aguiar *et al.* (2014), o preparo do solo deve ser realizado de forma que facilite a germinação, a penetração dos ginóforos no solo e o desenvolvimento das vagens. Fachin *et al.* (2014), ao avaliarem seis cultivares de amendoim cultivadas em solo argiloso em sistema convencional e semeadura direta, na condição de sequeiro, observaram que, apesar do maior número, estatisticamente significativo, de ginóforos malformados por planta no sistema de semeadura direta, isso não promoveu diferença estatística nas produtividades das cultivares. Nas avaliações foi observado que, a cultivar Runner IAC 886 alcançou produtividade média de grãos iguais a 3.868 kg ha^{-1} .

A produtividade do amendoim com casca e descascado apresentou resposta quadrática significativa às lâminas de irrigação (Figura 3). Ao ajustar a equação polinomial de grau dois, esta representa em mais de 95% ($R^2 > 0,95$) o comportamento da variável dependente aos valores percentuais da lâmina líquida para elevar o solo à umidade de capacidade de campo.

O incremento em produtividade do amendoim com casca e descascado, respectivamente, ocorreu até valores de 122% ($y = 6.990 \text{ kg ha}^{-1}$) e 126% ($y = 5.238 \text{ kg ha}^{-1}$) da lâmina líquida (Figura 3). Coelho *et al.* (2017) sugerem que, no período de maior demanda por água do amendoim, para a cultivar IAC Runner 886, seja empregado um valor de coeficiente de cultivo igual a 1,18, porém Doorenbos e Kassam (1979) mencionaram o valor de 1,05, que foi empregado nesse trabalho. Segundo Aguiar *et al.* (2014), cultivares de amendoim indicadas para sistemas tecnificados de cultivo e de porte rasteiro apresentam potenciais de produtividade entre 6.500 a 7.000 kg ha^{-1} de vagens.

Faircloth *et al.* (2012), ao avaliarem por cinco anos a produtividade do amendoim irrigado e cultivado em diferentes condições de manejo de solo, verificaram que não houve interação estatística significativa entre a irrigação e a forma de manejo do solo e, no primeiro ano de cultivo, o tratamento irrigado que recebeu 100% da lâmina líquida para elevar o solo a umidade de capacidade de campo apresentou produtividade média de grãos igual a 5.400 kg ha⁻¹. Segundo Lamb *et al.* (2020), o emprego de um sistema de rotação de culturas é essencial para manter a alta produtividade do amendoim. Estes autores observaram que, as produtividades médias de grãos, referentes a três anos, foram de 4.213 e 5.700 kg ha⁻¹, respectivamente, em sistemas sem e com rotação de culturas, sendo ambos os cultivos irrigados e com mobilização do solo.

FIGURA 3. Produtividade do amendoim com casca e descascado em relação a percentagem da lâmina de água aplicada.



Fonte: Resultado da pesquisa.

A derivada da função de produção (dy/dx^{-1}), em relação à quantidade de insumo aplicado, igualada à razão de preços entre insumo (px) e produto (py) possibilita calcular a produtividade econômica (CONCEIÇÃO *et al.*, 2018). Para a função de produção do amendoim descascado, quando não houver despesas com a aplicação de água ($px py^{-1} = dy dx^{-1} = 0$), a lâmina líquida total de irrigação igual a 261 mm (126% da I3) proporciona maior produtividade ($y = 5.238 \text{ kg ha}^{-1}$) técnica e econômica (Tabela 4).

TABELA 4. Produtividade (y) de amendoim descascado e lâminas de irrigação, em função da razão de preços entre água (px em R\$ mm $^{-1}$) e produto (py em R\$ kg $^{-1}$).

px py	Lâmina de irrigação – I		y (kg ha $^{-1}$)
	Total (mm)	% de I3	
0,0	261	126	5.238
2,5	211	102	5.208
5,0	161	78	5.117
7,5	111	54	4.966
10,0	61	29	4.755
12,5	11	5	4.484

Nas condições do experimento, com cultivo de amendoim irrigado, onde a razão de preços entre a água e o produto ($px py^{-1}$) é superior à zero, é viável economicamente repor parte da lâmina de irrigação exigida (irrigação deficitária) (Tabela 4). Assim, quando o custo do milímetro de água for 13 vezes superior ao custo do quilograma do amendoim descascado é viável economicamente não irrigar e obter uma produtividade próxima a 4.417 kg ha $^{-1}$.

CONCLUSÕES

- A interação entre sistemas de preparo de solo e irrigação não proporcionou respostas significativas na produtividade de amendoim;
- O sistema de preparo com revolvimento do solo proporcionou maior produtividade de amendoim do que o sistema de preparo sem revolvimento;
- A produtividade do amendoim respondeu de forma quadrática às lâminas de irrigação, e;
- Quando o preço do milímetro de água for treze vezes superior ao preço do quilograma do amendoim é preferível não irrigar.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas.** 7. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n. 200)

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; CONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 146-156, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4529652>>. doi: 10.1590/1983-40632015v4529652

BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; FARIA JUNIOR, C. A.; FREITAS, P. S. L.; CARVALHO, M. A. C. Peanut cultivars submitted to irrigation levels and nitrogen adubation in tropical climate. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 6, p. 1126-1136, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n6p1126-1136/2017>>. doi: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n6p1126-1136/2017

BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; FARIA JUNIOR, C. A.; FREITAS, P. S. L.; FENNER, W. Ensaio de épocas e densidade de plantas de duas cultivares de amendoim. **Revista Nucleus**, v. 13, n. 1, p. 111-122, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.1599>>. doi: 10.3738/1982.2278.1599

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545 p.

BORTOLUZZI, D. D.; PRADO, G.; HARA, A. T.; SOUZA, A. C. S. Precipitação mensal provável no Noroeste do Paraná. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 2, p. 3314-3326, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v13n2001030>>. doi: 10.7127/rbai.v13n2001030

COELHO, A. P.; FARIA, R. T.; DALRI, A. B. Ecofisiologia e irrigação do amendoim cultivado na segunda safra. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 10, n. 2, p. 119-126, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/PAeT.V10.N2.13>>. doi: 10.5935/PAeT.V10.N2.13

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 10 décimo levantamento, julho. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>

CONCEIÇÃO, C. G.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; PARIZI, A. R. C.; CONCEIÇÃO, J. A. et al. Economically optimal water depth and grain yield of common bean subjected to different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 482-487, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n7p482-487>>. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n7p482-487

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L.; BALIEIRO, F. C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T. et al. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>>. doi: 10.1590/S0100-204X2016000900001

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 p. (Irrigation and Drainage, 33).

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

<<https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000200006>>. doi: 10.1590/S1415-43662014000200006

FAIRCLOTH, W. H.; RAOFLAND, D. L.; LAMB, M. C.; BLAKCOM, K. S. Interaction of tillage system and irrigation amount on peanut performance in the Southeastern U.S. **Peanut Science**, v. 39, n. 2, p. 105-112, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.3146/PS12-1.1>>. doi: 10.3146/PS12-1.1

LAMB, M. C.; SORENSEN, R. B.; BUTTS, C. L. Agronomic and economic effects of irrigation and rotation in peanut-based cropping systems. **Peanut Science**, v. 47, n. 3, p. 173-179, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3146/PS20-10.1>>. doi: 10.3146/PS20-10.1

MCCARTY, J. A.; RAMSEY, S.; SANDEFUR, H. N. A Historical analysis of the environmental footprint of peanut production in the United States from 1980 to 2014. **Peanut Science**, v. 43, n. 2, p. 157-167, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3146/PS16-9.1>>. doi: 10.3146/PS16-9.1

MIOTO, L. S.; ARAUJO, M. A.; SERON, C. C.; LAVANHOLI, R.; BATISTA, M. A. et al. Resistência do solo à penetração das raízes avaliada por dois penetrômetros em uma área cultivada com mandioca. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 1, p. 65-79, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v5i1.14411>>. doi: 10.48075/actaiguaz.v5i1.14411

MORLA, F. D.; GIAYETTO, O.; FERNANDEZ, E. M.; CERIONI, G. O. CERLIANI, C. Plant density and peanut crop yield (*Arachis hypogaea*) in the peanut growing region of Córdoba (Argentina). **Peanut Science**, v. 45, n. 2, p. 82-86, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3146/0095-3679-45.2.82>>. doi: 10.3146/0095-3679-45.2.82

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais:** exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PRADO, G. Water distribution from medium-size sprinkler in solid set sprinkler systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 195-201, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p195-201>>. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p195-201

SANTOS, L. C.; JOSÉ, J. V.; ALVES, D. S.; NITSCHE, P. R.; REIS, E. F. et al. Space-time variability of evapotranspiration and precipitation in the State of Paraná, Brazil. **Revista Ambiente e Água**, v.12, n.05, p.743-759, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2057>>. doi: 10.4136/ambi-agua.2057

SILVA, G. H.; DIAS, S. H. B.; FERREIRA, L. B.; SANTOS, J. E. O.; CUNHA, F. F. Performance of different methods for reference evapotranspiration estimation in Jaíba, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 83-89, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p83-89>>. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p83-89

THOMAZ, E. L.; FIDALSKI, J. Interrill erodibility of different sandy soils increases along a catena in the Caiuá Sandstone formation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.44, e0190064, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20190064>>. doi: 10.36783/18069657rbcs20190064

TUBBS, R. S. The future of peanut agronomic research - the sky is not the limit. **Peanut Science**, v. 46, n. 1A, p. 99-103, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3146/0095-3679-46.1A.99>>. doi: 10.3146/0095-3679-46.1A.99