

Características morfofisiológicas e de produtividade na cultura de amendoim em resposta a aplicação de bioestimulante

Vinicius Ferreira Ribeiro¹, Christiano Lima Lobo de Andrade¹, Fernando Rodrigues Cabral Filho¹, Gustavo Henrique de Oliveira Vieira¹, Karollyne Ramos Leão¹, Tarimar Martins Ferreira² & Marconi Batista Teixeira²

¹ Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

² Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Christiano Lima Lobo de Andrade, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: prof.christianolobo@gmail.com

Recebido: Dezembro 02, 2022

Aceito: Janeiro 05, 2023

Publicado: Fevereiro 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i2.239

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i2.239>

Resumo

A utilização do bioestimulante Titan FH[®] é de grande importância pois oferece melhor desenvolvimento para o grão tornando eficiente forma natural de auxiliar no desempenho da planta. O amendoim é uma vegetal da família Fabaceae, gênero *Arachis*, que conta com grande número de espécies conhecidas, dentre as quais, somente *Arachis hypogaea* L. é cultivada. O cultivo dessa espécie é reconhecido em diversos países ao redor do mundo, portanto, as regiões produtoras de amendoim apresentam características distintas em relação ao clima e tipo de solo, por essa razão é necessário a utilização de cultivares com alta tecnologia que se adaptam a cada condição. O presente trabalho teve por objetivo, analisar as características morfofisiológicas e de produtividade juntamente com a eficácia do referente bioestimulante. O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal Goiano, no município de Rio Verde, Goiás, Brasil. Os tratamentos constaram de diferentes dosagens do bioestimulante Titan FH[®]. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 3 repetições. As parcelas corresponderam a 5 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 90 cm. Nas amostragens foram analisados os componentes de trocas gasosas, biometria, componentes produtivos e análise estatística. Não ocorreu diferença significativa no sistema fotossintético e nas taxas de crescimento da cultura, embora tenha apresentado ganho significativo na produtividade de grãos.

Palavras-chave: Gênero *Arachis*, grãos, bioestimuladores, amendoimzeiro, fitoestimulantes.

Morphophysiological and productivity characteristics in peanut culture in response to biostimulant application

Abstract

Use of the biostimulant Titan FH[®] is of great importance because it offers better development for the grain, making it an efficient natural way to help the performance of the plant. Peanut is a plant of the Fabaceae family, genus *Arachis*, which has many known species, among which, only *Arachis hypogaea* L. is cultivated. The species is cultivated in several countries around the world, therefore the peanut producing regions have different characteristics in relation to climate and soil type, for this reason it is necessary to use cultivars with more technology that adapt to each condition. This study aimed to analyze the morphophysiological characteristics and productivity along with the effectiveness of the biostimulant reference. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal Institute of Education, Science and Technology in the municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil. The treatments consisted of different dosages of the biostimulant Titan FH[®]. The experimental design was randomized blocks, with 3 replications. The plots corresponded to 5 rows of 5 m in length, with 90 cm spacing between rows. In the samplings, the components of gas exchange, biometrics, productive components, and statistical analysis were analyzed. There was no significant difference in photosynthetic and crop growth rates, but it was significant in grain yield.

Keywords: Genus *Arachis*, grains, biostimulators, peanut, phytostimulants.

1. Introdução

Arachis hypogaea L. (Figura 1), gênero *Arachis*, é conhecida popularmente por “amendoim”. É uma espécie inserida entre as dicotiledôneas, herbáceas e anuais, pertencente à família Fabaceae, assim como o feijão e a soja, sendo *Arachis* uma das principais culturas oleaginosas de âmbito nacional e internacional (Sousa et al., 2014; Lisboa et al., 2019; Souza et al., 2019). Segundo o Registro Nacional de Cultivares, existem atualmente, vinte e seis cultivares registradas da espécie *A. hypogaea*, que se destinam prioritariamente, à comercialização de sementes no país.

Segundo Hammons (1973), o amendoim é originário do continente americano, e é muito utilizado como planta doméstica desde tempos remotos por civilizações indígenas sul-americanas. Achados arqueológicos no Peru, onde sementes de amendoim foram analisadas pelo método de Carbono 14, onde permitiram fixar a idade da cultura em torno de 3.800 anos. As espécies do gênero *Arachis* ao qual pertence o amendoim cultivado, é amplamente distribuído nas Américas, principalmente nos países como Brasil, Paraguai, Argentina, Bolívia e Uruguai.

O amendoim é cultivado sobretudo em regiões tropicais, na faixa entre as latitudes de 10° e 30° Sul. Sua exploração comercial é realizada também em países temperados, como Estados Unidos, onde a cultura atingiu elevado grau de sofisticação tecnológica. Apesar de ser uma planta mesófila, é adaptada às condições extremas de disponibilização hídrica, sendo cultivada tanto no trópico úmido como no trópico semiárido (Bellettini & Endo, 2001; Silva et al., 2018).

Com base nos dados de dezembro de 2021 a produção mundial de amendoim se aproxima a 45 milhões de toneladas, concentrado principalmente na Ásia e África. A China e Índia são os dois principais países produtores.

A comercialização internacional é de apenas 10% da produção total, liderada pela Argentina, com 800 mil toneladas exportadas em 2020, seguida de China, Índia e Estados Unidos, segundo o blog pessoal de Broto. O Brasil vem logo em seguida, com 265 mil toneladas exportadas, quase metade de sua produção. Segundo a Conab, nosso país cultivou 165 mil hectares e produziu 597 mil toneladas em 2021.

Ainda de acordo com Conab (2020), a produção brasileira de amendoim saltou de 346 mil toneladas na safra 2014/15 para cerca de 746 mil toneladas no ciclo 2020/21, um aumento representativo de 115%, como apontam os dados da companhia. Este bom resultado é devido principalmente ao aumento da área destinada para o plantio da cultura, que chegou a quase dobrar.

No Brasil, essa cultura apresenta alto potencial agrônômico, pois desperta entre os produtores rurais alta produção em uma diversidade climática, por apresentar em sua domesticação características edafoclimáticas e geográficas, se adaptando bem em diferentes regiões do país (Silva et al., 2018). O Estado de São Paulo se destaca como o maior produtor nacional, sendo responsável por 85% da produção brasileira (Kasai et al., 1999). Segundo Cunha & Assad (2001), os fatores climáticos são os principais causadores de flutuações no rendimento de grãos das culturas, pois, temperatura e precipitação por exemplo, não podem ser controladas ou modificadas pelo homem, em grande escala.

Segundo Santos et al. (2009) o potencial de produção do amendoim é determinado geneticamente, e quanto a este potencial vai ser exteriorizado, depende de fatores limitantes que atuarão em algum momento durante o ciclo da cultura. No aspecto fenológico, o local de produção, condições climáticas, principalmente a temperatura e umidade, podem afetar as fases de crescimento e desenvolvimento entre os genótipos do tipo Valência, ao qual pertence a cultivar Vagem Lisa, mesmo que, estes genótipos são particularmente pré-definidos.

O amendoim é cultivado nos dois hemisférios, principalmente em regiões tropicais, na faixa de latitude 30 ° N e S (Beltrão et al., 2009). Apesar dessa ampla adaptabilidade, sua produtividade é fortemente influenciada por fatores ambientais, que podem reduzir, drasticamente, o crescimento da planta, dependendo do estágio em que se encontra (vegetativo ou reprodutivo).

Segundo dados da Udop publicados em 2022 a região do Centro-Oeste do Brasil saltou de 596,9 mil toneladas para 746,7 mil toneladas de amendoim, sendo 25,1% a mais que no ano passado. O passo a seguir no incremento produtividade, é atribuir a cultura soluções ou misturas dessas, conhecidas por bioestimulantes, que é caracterizado por ser um produto capaz de promover o estímulo dos processos fisiológicos do vegetal, entre eles sendo a absorção de nutrientes e tolerância a estresses abióticos e bióticos.

Bioestimulantes agregam sobre a taxa de plântulas germinadas, desenvolvimento e sobre a produtividade, entre os principais compostos, estão auxinas, citonininas e gibereninas fitohormônios, aminoácidos, macro e micronutrientes e extratos de algas marinhas, dulcícolas e de fungos que apresentam ampla aptidão em diversos tipos de culturas, inclusive de amendoim (Silva et al., 2017; Santos et al., 2017).

Este estudo teve por objetivo, avaliar a aplicação de bioestimulante Titan FH® em cultura de amendoizeiro cultivar IAC 503 em solo de Cerrado, região do Sudoeste Goiano, Brasil.



Figura 1. Indivíduo de amendoizeiro cultivar IAC 503 utilizado no experimento com bioestimulante. Fonte, Autores (2022).

2. Material e Métodos

2.1 Implantação do experimento

O ensaio foi conduzido na área experimental pela empresa Pulveriza Soluções Agrícolas, no município de Rio Verde, Estado de Goiás – GO, Brasil, localizada na região Sudoeste com as seguintes coordenadas geográficas ($17^{\circ}48'29.3''S$ e $50^{\circ}53'57.9''W$); com altitude média de 720 m ao nível do mar (Figura 2). O clima da região é classificado conforme Köppen & Geiger (1928) e Alvares et al. (2013), como A_w (tropical), com chuva entre os meses de outubro a maio e, com seca entre os meses de junho a setembro.

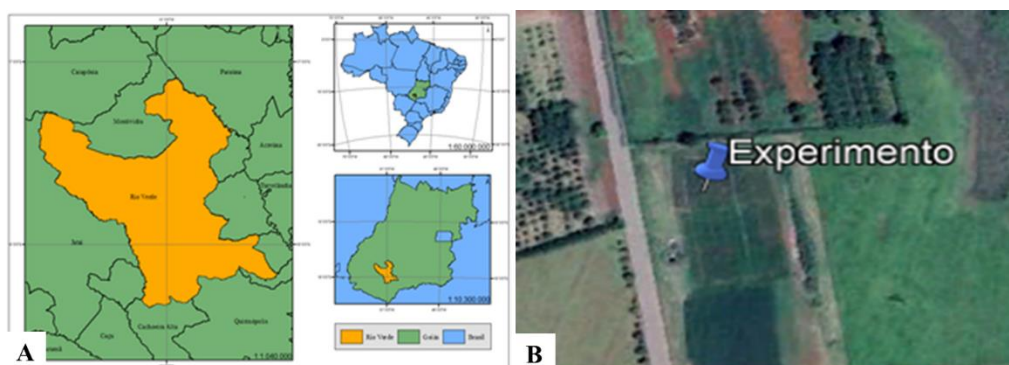


Figura 2. Caracterização do município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil (A) e local da implantação do experimento, no IF Goiano, campus Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil (B). Fonte: Autores, 2022.

2.2 Dados climáticos da região experimental

A temperatura média anual possui pequena variação sazonal, apresentando média de $23,8^{\circ}C$, concentrando os maiores valores no mês de outubro, com $24,5^{\circ}C$, e os menores valores no mês de julho, com $20,8^{\circ}C$. A precipitação pluvial média anual varia entre 1.430 e 1.650 mm, concentrados de outubro a maio, ocasião em que são registradas

mais de 80% do total das chuvas e, o relevo é suave ondulado (6% de declividade). Durante o desenvolvimento da cultura do amendoim os dados climáticos locais, foram monitorados e as médias diárias estão dispostas na (Figura 3), sendo que, a precipitação ocorrida foi de: 10 mm (janeiro), 246,8 mm (fevereiro), 303 mm (março), 53,8 mm (abril), 1 mm (maio) e 0,2 mm (junho) = total de 614,8 mm.

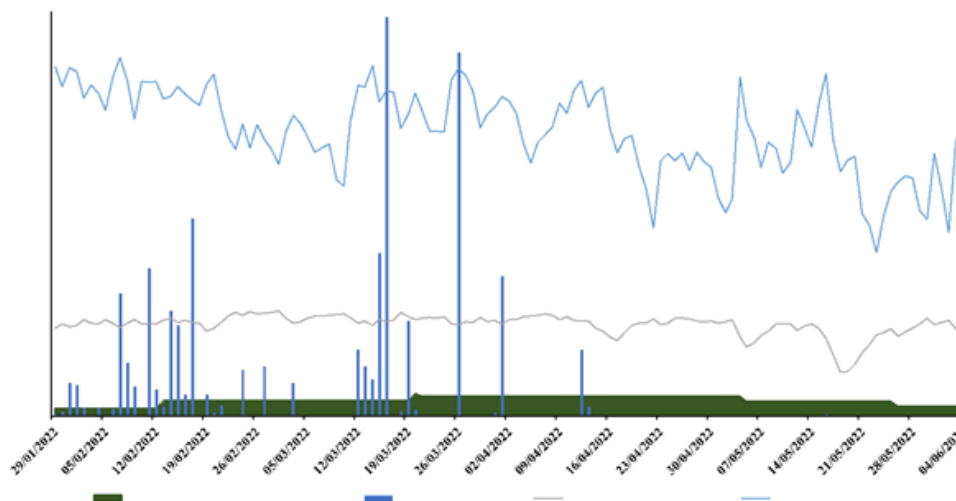


Figura 3. Dados meteorológicos e de evapotranspiração da cultura do amendoizeiro no período decorrente do experimento em 2022. Fonte: Autores, 2022.

2.3 Cultivar de amendoizeiro e métodos de plantio

O cultivar de amendoim semeado em 12/02/2022 foi o IAC 503 do tipo *runner* e hábito de crescimento indeterminado com ciclo aproximado de 140 dias para a região experimental (Figura 4, A). A semeadura realizada foi do tipo manual (Figura 4, B) com espaçamento entre linhas de 0,90 m, com 14 plantas por metro linear, numa representatividade de 155 mil plantas por hectare. O sistema de plantio utilizado foi o de plantio convencional, tendo como cultura antecessora pastagem na safra 2021/22.



Figura 4. Semeadura da cultura do amendoim (A), e em (B) semeadura manual do cultivar de amendoim avaliado. Fonte: Autores, 2022.

2.4 Análise físico-química do solo de plantio

Antes da instalação do experimento, foram efetuadas coletas de solo deformado, para a caracterização físico-

química, na profundidade de 0-20 e 20-40 cm. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), fase Cerrado, de textura argilosa (Santos et al., 2018) (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-químicas do Latossolo Vermelho distroférrico, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, empregado na cultura do amendoizeiro em área de Cerrado no Sudoeste do Estado de Goiás, Brasil.

Profundidade	pH	M.O. g.dm ⁻³	P mg.dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V
								---	mmolc.dm ⁻³	---
0-20	5,2	41	9	4,3	19	10	0	52	85,3	39
20-40	5,2	33	7	3,4	16	8	0	52	79,4	35

Profundidade	m -- % --	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
				mg.dm ⁻³				--- g.kg ⁻¹ ---		
0-20	0	-	0,23	3,3	31	4,8	0,5	366	166	468
20- 40	0	-	0,28	3,6	31	3,5	0,4	420	432	148

Nota: P (Fósforo) = Mehlich 1, K (Potássio), Na (Sódio), Cu (Cobre), Fe (Ferro), Mn (Manganês) e Zn (Zinco) = Melich 1; Ca (Cálcio), Mg (magnésio), e Al (Alumínio) = KCl 1 mol.L⁻¹; S (Enxofre) = Ca(H₂PO₄)₂ 0,01 mol.L⁻¹; M.O. = Método colorimétrico; B (Boro) = água quente. T = Capacidade de troca catiônica; V = saturação de bases; m = saturação de alumínio; M.O. = Matéria orgânica. Fonte: Autores, 2022.

2.5 Aplicação dos tratamentos com bioestimulante

Os tratamentos foram aplicados com um pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com barra de seis pontas de pulverização do tipo TT 110-02 leque duplo. O equipamento foi posicionado a 0,50 m acima das plantas de amendoim, regulado a 300 kPa, proporcionando volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. A aplicação dos tratamentos foi realizada quando as plantas de amendoim se encontravam com 34 dias após a semeadura e no estágio reprodutivo aos 56, 74 e 88 dias após a semeadura.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos com e sem bioestimulante sobre a cultura do amendoizeiro em campo experimental localizado no município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

Tratamento	Produto	Número de Aplicações	Dose (l ha ⁻¹)
T1	---	0	---
T2	TitanFH®	3	3,00
T3	TitanFH®	4	3,00

Nota: T2 = Aplicação do bioestimulante aos 34, 56 e 74 dias após a semeadura. T3 = Aplicação do bioestimulante aos 34, 56 e 74 e 88 dias após a semeadura. Fonte: Autores, 2022.

2.6 Manejo e condução da cultura.

No momento do plantio foi efetuada a adubação de base com 233 kg ha⁻¹ de 04:14:08 = 9,3 kg N ha⁻¹ + 32,6 kg P₂O₅ ha⁻¹ + 18,6 kg K₂O ha⁻¹. Além disto, foi efetuada a lanço, logo após o plantio, a aplicação de 110 kg ha⁻¹ de MAP revestido com Policote (53,9 kg P₂O₅ ha⁻¹). Aos 14 dias após a semeadura, foi aplicado 70 kg ha⁻¹ a lanço de cloreto de Potássio. Os demais manejos nutricionais seguem na (Tabela 3). Conforme a necessidade, foram efetuadas as aplicações de produtos fitossanitários com a utilização de um pulverizador costal elétrico, para o controle de plantas daninhas, insetos-praga e doenças na cultura do amendoim.

Tabela 3. Pulverizações de produtos fitossanitários na cultura do amendoim experimental no Sudoeste goiano, Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

Finalidade	Época	Dose e Produto comercial e Princípios ativos
Herbicidas	FT	Verdict 0,5 L ha ⁻¹
Fungicida/Inseticida	FT	Priori Xtra 0,3 L ha ⁻¹
Herbicidas	FT	Verdict 0,5 L ha ⁻¹
Fungicida/Inseticida	FT	Escore flex (0,3 L ha ⁻¹) + ultrasil (50 mL)
Fungicida/Inseticida	Floração	Vessarya (900 mL) + Mancozeb (1 kg ⁻¹) + Exalt (0,15 L) + Perito (1 kg ⁻¹) + Desalojante (50 mL) + Adjuvante (50 mL)
Fungicida/Inseticida	Floração	Vessarya (900 mL) + Verdict (500 mL) + Proclaim (300 g ⁻¹)
Fungicida/Inseticida	Floração	Cy Press (50 mL) + Ellatus (30 g ⁻¹) + Lanate (100 mL) + Perito (100 g ⁻¹) + Adjuvante (50 mL)
Fungicida/Inseticida	Floração	Mancozeb (320 g ⁻¹) + Sphere Max (20 mL) + Abacus (30 mL) + Adjuvante (5 mL) + Talismã (100 mL)
Fungicida/Inseticida	Floração	Mancozeb (150 g) + Fox X pro (25 ml)
Fungicida/Inseticida	Floração	Expedition (30 mL) + Brillhante (150 mL) + Aproach Prima (40 mL) + Locker (150 mL)
Fungicida/Inseticida	Floração	Mancozeb (300 g ⁻¹) + fox (50 mL) + galil (20 mL) + perito (80 g ⁻¹) + engeo pleno (20 mL)

Fonte: Autores, 2022.

2.7 Avaliações do trato cultural

2.7.1 Trocas gasosas

No estágio reprodutivo (florescimento – 95 dias após a semeadura (DAS)) foi realizada, no período da manhã (07:00 às 12:00 h), a avaliação de características fisiológicas em uma planta por parcela, utilizando analisador portátil de gases por infravermelho (IRGA, modelo 6800, Li-Cor, Inc. Lincoln, Nebraska, USA). Foram determinadas: Taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Taxa transpiratória (E - $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Razão Ci/Ca; Eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Concentração interna de CO₂ (Ci - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e, Eficiência no uso da água (EUA - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

2.7.2 Biometria

Para a determinação do acúmulo de massa e cálculo dos parâmetros de crescimento, foram coletadas duas plantas por parcela. Após as coletas, foram determinadas a área foliar (AF). As folhas coletadas foram acondicionadas em superfície contrastante de coloração branca, juntamente com uma referência de escala de 5 x 5 cm². Para a medida direta da área foliar por imagens digitais, foram manuseadas utilizado o programa ImageJ® (Powerful Image Analysis), expressa em metros quadrados (m²) e a massa seca da parte aérea (MSPA). As folhas e caule foram coletados e transferidos para estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, por 24 h, após massa constante, o resultado foi expresso em gramas (g).

Com estes dados foram determinados a Taxa de Crescimento Absoluto [determinada pela expressão: TCA (g dia⁻¹) = MSPA 2 – MSPA 1 / t2 – t1, onde a MSPA 1 e MSPA 2 representam a massa da matéria seca nos diferentes tempos de avaliação t1 e t2, expressa em g dia⁻¹]; Taxa de Crescimento Relativo [determinada pela expressão: TCR = (lnMS2 - lnMS1) / (t2 -t1), onde: ln = logaritmo neperiano; MSPA1 e MSPA2 = massas de matéria seca nos diferentes tempos de avaliação t1 e t2, expressa em g (g⁻¹ dia⁻¹)]; Taxa de Assimilação Líquida [determinada pela expressão: TAL = (MS2 - MS1 / t2 -t1) x (lnAF2 - lnAF1 / t2 -t1), onde : MSPA 1 e MSPA 2= massas de matéria seca da planta (g) nos tempos t1 e t2 (dias); AF1 e AF2 = áreas foliares das plantas (m²) nos tempos t1 e t2 (dias) ln = logaritmo neperiano.exp ressa em g m⁻² dia⁻¹], Taxa de Crescimento da Cultura [determinada pela expressão: TCC = (MS2 - MS1) / S / (t2 - t1), onde S representa a área amostrada ocupada pela cultura (m²) no terreno e MSPA 1 e MSPA 2, as massas de matéria seca nos diferentes tempos de avaliação (t1) e final (t2) expressa em g (m² dia⁻¹)], Índice de Área Foliar (determinado por meio da razão entre os valores da área foliar total e área de

solo ocupada pelas plantas, determinado pela expressão $IAF = AF \text{ total}/AS$ e, a Razão da Área Foliar (determinada pela relação entre a massa seca da parte aérea e a área foliar, expressa em $m^2 g^{-1}$) (Magalhães, 1985; Benincasa, 2003).

2.7.3 Componentes produtivos

O amendoim foi colhido manualmente aos 130 dias pós a semeadura, quando as plantas se encontram no ponto de maturação, ou seja, quando as plantas apresentavam folhas amareladas, frutos secos e interiores de vagens escurecidas. As plantas colhidas, foram expostas ao sol por sete dias para secagem. Após este processo, estas foram submetidas ao despencamento (retirada da vagem da planta), expostas ao sol por mais sete dias. Posteriormente, foi calculado o peso de mil grãos e a produtividade dos grãos determinados.

2.8 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado arranjo simples com 3 tratamentos e 7 repetições (Figura 4), totalizando vinte e uma parcelas experimentais, sendo os tratamentos compostos por três níveis de manejo nutricional. As unidades experimentais foram constituídas de 5 linhas de com 5 m de comprimento espaçadas em 0,9 m. A área útil foi obtida levando em consideração as três linhas centrais, desconsiderando 0,5 m de cada extremidade, apresentando, portanto, 10,80 m^2 . Os dados das variáveis foram submetidos à análise da variância (ANOVA) pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e, em casos de significância, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar[®] (Ferreira, 2011).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados para as variáveis: taxa transpiratória (E), taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), relação Ci/Ca (Ci/Ca), eficiência instantânea da carboxilação (A/Ci) e eficiência do uso da água (EUA) da cultura do amendoim. Não foram observados resultados significativos para E, A, gs, A/Ci e EUA. Houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05\%$), na variável relação de CI/CA , o tratamento que recebeu a aplicação parcelada em 4 doses do bioestimulante TitanFH[®] apresentou maior relação de CI/CA em nossos resultados.

Segundo Pimentel (2004) e Schock et al. (2014), os fatores climáticos envolvidos no desenvolvimento na cultura do amendoim, como umidade relativa do ar, temperatura e radiação podem influenciar no fechamento estomático, e este, conseqüentemente, pode influenciar diretamente processos essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento das características morfofisiológicas da planta principalmente na relação CI/CA . Resultados semelhantes também foram observados por Salles (2019), onde avaliando diferentes doses do bioestimulante comercial Stimulate[®] com o intuito de proporcionar melhora no desenvolvimento vegetativo e parâmetros fisiológicos observou que as únicas variáveis que sofreram efeitos significativos foram a relação de carbono interno (ci) e a eficiência instantânea da carboxilação.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados para as variáveis: taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF) e taxa de crescimento da cultura (TCC) do experimento de bioestimulante na cultura do amendoim. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05\%$) nas variáveis analisadas, sendo assim, conclui-se que as variáveis não sofreram influência do uso do bioestimulante TitanFH[®] em diferentes aplicações (sem bio, 3 aplicações ou 4 aplicações).

Estes resultados corroboram com a pesquisa de Salles (2019), que em seu estudo avaliou diferentes doses do bioestimulante comercial Stimulate[®] com o intuito de proporcionar melhora no desenvolvimento vegetativo e parâmetros fisiológicos e não observou diferença significativa entre os tratamentos sem a aplicação do bioestimulante e os tratamentos com diferentes doses, sobre as variáveis índice de área foliar, razão de área foliar e taxa de crescimento da cultura.

Tabela 4. Resumo da análise de variância e valores médios para as variáveis taxa transpiratória (E), taxa fotossintética (A), condutância estomática (gs), relação Ci/Ca (Ci/Ca), eficiência instantânea da carboxilação (A/Ci) e eficiência do uso da água (EUA) da cultura do amendoim Rio Verde, Goiás, Brasil, segunda safra 2022.

F.V	GL	E	A	gs	Ci/Ca	A/Ci	EUA
Bloco	6	1.44 ^{ns}	11.62 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.55 ^{ns}
Tratamento	2	3.19 ^{ns}	4.29 ^{ns}	0.100 ^{ns}	0.12*	0.0008 ^{ns}	2.61 ^{ns}
Erro	12	2.54 ^{ns}	18.23 ^{ns}	0.009 ^{ns}	8.20	0.0004 ^{ns}	1.30 ^{ns}
CV (%)		42,66	34,10	55,67	22,60	40,71	32.10
Tratamentos		mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹	μmol m ⁻² s ⁻¹	mol m ⁻² s ⁻¹	--	μmol m ⁻² s ⁻¹	μmol.m ⁻² s ⁻¹
Sem Bio		3,16 a	11,50 a	0,14 a	0,59 b	0,05 a	3,84 a
3 Aplicações		3,57 a	12,85 a	0,16 a	0,56 b	0,06 a	3,98 a
4 Aplicações		4.84 a	12,86 a	0,21 a	0,80 a	0,04 a	2,86 a
Média		3,74	12,41	0,17	0,65	0,05	3,56

Nota: **, * = Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns = Não significativo. FV = Fonte de variação. GL = Grau de liberdade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: Autores, 2022.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e valores médios para taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF) e taxa de crescimento da cultura (TCC) do experimento de bioestimulante na cultura do amendoim Rio Verde, Goiás, Brasil, segunda safra 2022.

F.V	GL	TCA	TCR	TAL	RAF	IAF	TCC
Bloco	6	0,06 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	52,24 ^{ns}	108,65 ^{ns}
Tratamento	2	0,44 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	17,29 ^{ns}	352,76 ^{ns}
Erro	12	1,84	0,0001	0,25	0,0000	22,87	246,75
CV (%)	--	37,60	29,29	64,02	40,66	23,53	37,68
Tratamentos		TCA	TCR	TAL	RAF	IAF	TCC
Sem Bio		0,92 a	0,04 a	1,03 a	0,01 a	18,76 a	36,94 a
3 Aplicações		1,24 a	0,05 a	0,66 a	0,01 a	20,30 a	49,85 a
4 Aplicações		0,95 a	0,04 a	0,66 a	0,01 a	21,91 a	38,28 a
Média		1,01	0,04	0,78	0,01	20,33	41,69

Nota: **, * = Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns = Não significativo. FV = Fonte de variação. GL = Grau de liberdade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: Autores, 2022.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados para as variáveis: do peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) da cultura do amendoim. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05\%$) para a variável peso de mil grãos, sendo assim, conclui-se o uso do bioestimulante TitanFH[®] em diferentes aplicações (sem bio, 3 aplicações ou 4 aplicações) não afetou os tratamentos.

Houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05\%$) para a variável produtividade de grãos (PROD), a aplicação do bioestimulante TitanFH[®] em 4 aplicações melhorou a produtividade dos grãos. Estes resultados corroboram com Vieira & Castro (2001), que ao estudar diferentes doses de bioestimulante comercial (Stimulate[®]), observou que o uso proporcionou o desenvolvimento radicular, favorecendo também o equilíbrio hormonal da planta. Segundo Santos et al. (2016) esses produtos na maioria das vezes são constituídos por misturas de reguladores vegetais, o ácido indolbutírico (auxina), cinetina (citocinina) e ácido giberélico, que podem atuar na regulação de processos fisiológicos. Em consequência de sua composição, concentração e proporção das substâncias, os bioestimulante podem apresentar o incremento no crescimento e desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, além de aumentar a absorção de água e nutrientes pelas plantas, proporcionando muitas vezes maior produtividade e/ou peso dos grãos.

Tabela 6. Resumo da análise de variância e valores médios do peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (PROD) da cultura do amendoim Rio Verde, Goiás, Brasil, segunda safra de 2022.

F. V	GL	PMG	PROG
Bloco	6	91.63 ^{ns}	133,00 ^{ns}
Tratamento	2	135.58 ^{ns}	445.02 ^{**}
Erro	12	122.99	121.12
CV (%)		6,38	15,18
Tratamentos		G	sc ha ⁻¹
Sem Bio		175,38 a	64,61 b
3 Aplicações		177,48 a	72,33 ab
4 Aplicações		169,03 a	80,55 a
Média		173,96	72,50

Nota: **, * = Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns = Não significativo. FV = Fonte de variação. GL = Grau de liberdade. CV = Coeficiente de variação. Fonte: Autores, 2022.

4. Conclusões

A aplicação do Titan FH[®] não proporcionou incrementos nas atividades fotossintéticas e nas taxas de crescimento da cultura de amendoim. Por outro lado, por meio dos resultados encontrados foi possível constatar que o uso de bioestimulante promove incrementos na produtividade sobre os grãos de amendoim. Adicionalmente, é possível afirmar que a divisão da dose 3,0 L ha⁻¹ em 4 aplicações, proporcionou maior aproveitamento das propriedades do produto proporcionando a maior produtividade de grãos.

5. Agradecimentos

Agradeço ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano - UniBRÁS, campus de Rio Verde, Goiás, Brasil e ao Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil.

6. Contribuições dos autores

Vinicius Ferreira Ribeiro: concepção e projeto, aquisição de dados, análise e interpretação de dados, redação do artigo, revisão de conteúdo e aprovação final da versão a publicar, *Christiano Lima Lobo de Andrade*: concepção e projeto, aquisição de dados, análise e interpretação de dados, redação do artigo, revisão de conteúdo e aprovação final da versão a publicar, *Fernando Rodrigues Cabral Filho*: concepção e projeto, aquisição de dados, análise e interpretação de dados, redação do artigo, revisão de conteúdo e aprovação final da versão a publicar, *Gustavo Henrique de Oliveira Vieira*: concepção e projeto, aquisição de dados, análise e interpretação de dados e aprovação final da versão a publicar, *Karol Ramos Leão*: concepção e projeto, aquisição de dados, análise e interpretação de dados e aprovação final da versão a publicar, *Tarimar Martins Ferreira*: concepção e projeto, aquisição de dados, análise e interpretação de dados e aprovação final da versão a publicar, *Marconi Batista Teixeira*: redação do artigo, revisão de conteúdo e aprovação final da versão a publicar.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate

- classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Benicasa, M. M. P. *Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)*. Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.
- Bellettini, N. M. T., & Endo, R. M. (2001). Comportamento do amendoim “das águas”, *Arachis hypogaea* L., sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 23, 1249-1256. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v23i0.2627>
- Beltrão, N. E. M., Santos, R. C., Gondim, T. M. S., Nogueira, R. J. M. C., Melo Filho, P. A. (2009). *Ecofisiologia e manejo cultural*. In: Santos, R. C., Freire, R. M. M., Suassuna, T. M. F. Amendoim: o produtor pergunta a Embrapa responde. Brasília-DF.
- Conab (2020). *Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos*, 7, safra 2019/20 – Oitavo levantamento. Brasília.
- Cunha, G. R., & Assad, E. D. (2001). Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 377-385.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Hammons, R. O. (1973). Genetics of *Arachis hypogaea*. In: Hammons, R. O. Peanuts culture and uses. Stillwater: American Peanut Research and Education Association.
- Kasai, F. S., Paulo, E., Godoy, I. J. D., & Nagai, V. (1999). Influência da época de semeadura no crescimento, produtividade e outros fatores de produção em cultivares de amendoim na região da alta paulista. *Bragantia*, 58(1), 95-107. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051999000100011>
- Köppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-Map 150cmx200cm.
- Lisboa, L. A. M., Viana, R. S., Ribeiro, F. V., Figueiredo, P. A. M., & Ramos, S. B. (2019). Desenvolvimento inicial do amendoimzeiro sob diferentes densidades de matocompetição com *Urochloa*. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6(2), 45-51. <https://doi.org/10.32404/rean.v6i2.1670>
- Magalhães, A. C. N. (1985). *Análise quantitativa do crescimento*. In: Ferri, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo, EPU.
- Pimentel, C. (2004). *A relação da água com a planta*. Seropédica: Edur.
- Salles, J. S., da Silva Oliveira, C. E., Abaker, J. E. P., Ferreira, T. S., & Zoz, T. (2019). Bioestimulante pode melhorar o crescimento inicial do amendoim quando semeados em diferentes profundidades?. *Revista Científica Rural*, 21(2), 156-171. <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i2.2728>
- Santos, R. C.; Nogueira, R. J. M. C.; Carvalho, J. M. F. C. (2009). Melhoramento e cultivares nacionais. Amendoim: o produtor pergunta a Embrapa responde. Brasília-DF, ed.1, 148-162.
- Santos, D. M. S., Bush, A., Silva, E. R., Zuffo, A. M., & Steiner, F. (2016). Bactérias fixadoras de nitrogênio e molibdênio no cultivo do amendoim em solo do Cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(1), 84-92. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2165>
- Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. de, Araujo Filho, J. C. de, Oliveira, J. B. de, Cunha, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa, 5 ed. ver. amp., 2018.
- Silva, E. R. S., Salles, J. S., Zuffo, A. M., & Steiner, F. (2017). Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sementes de amendoim de diferentes tamanhos. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(5), 93-102. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2192>
- Silva, R. M., Viana, J. S., Gonçalves, E. P., & Moraes, G. S. (2018). Eficiência da aplicação de nutrientes via semente e foliar na cultura do amendoim. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(2), 97-101. <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.1533>
- Sousa, G. G., Lima, F. A., Gomes, K. R., Viana, T. V. A., Costa, F. R. B., Azevedo, B. M., & Martins, L. F. (2014). Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. *Nativa*, 2(2), 89-94. <https://doi.org/10.31413/nativa.v2i2.1506>
- Souza, F. E. C., Sousa, G. G., Souza, M. V. P., Freire, M. H. C., Luz, L. N., & Silva, F. D. B. (2019). Produtividade de diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes formas de adubação. *Nativa*, 7(4), 383-388. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i4.6683>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).