

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Ângelo Lunhani Severino

**INTERAÇÃO DE TEBUTHIURON E THIAMETHOXAM
ASSOCIADOS OU NÃO A BIOFERTILIZANTES EM
AMENDOIM**

Dracena

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Ângelo Lunhani Severino

INTERAÇÃO DE TEBUTHIURON E THIAMETHOXAM
ASSOCIADOS OU NÃO A BIOFERTILIZANTES EM
AMENDOIM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas –
Unesp, Câmpus de Dracena como parte das
exigências para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Renato Matos Lopes

Co-orientadora: Ma. Yanca Araujo Frias

Dracena

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **Interação de tebuthiuron e thiamethoxam associados ou não a biofertilizantes em amendoim**

Modalidade: **Atividades de pesquisa**

Autor: Ângelo Lunhani Severino

Orientador: Paulo Renato Matos Lopes

Co-orientadora: Yanca Araujo Frias

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 07/06/2024



Prof. Dr. Paulo Renato
Matos Lopes



Prof. Dr. Leandro Tropaldi



Prof. Dr. Fernando Shintate
Galindo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos esses momentos, por me guiar, por me ajudar a levantar quando perdi as forças, por me acolher toda vez que me perdi no meio caminho, por me amar, por cuidar de mim, por me proteger e por me abençoar durante toda minha vida.

À minha família que é minha base e minha inspiração, obrigado por todo esse apoio, conselho, incentivo e amor, eu sou muito grato por ter uma família abençoada, ao meu pai José Roberto Passone Severino, à minha mãe Ângela Maria Lunhani e ao meu irmão Higor Lunhani Severino.

Aos meus avôs que carrego em meu coração Ângelo Lunhani, Carmen Aguera Lunhani, Durvalino Severino, Vitória Passone Severino e tenho certeza que estão intercedendo por mim no céu.

À minha namorada Maria Eduarda Barbante Félix por me apoiar, por me incentivar, por me motivar, por ser minha parceira de vida, por estar junto comigo em todos os momentos.

À minha família e amigos que torceram por mim de alguma forma seja por palavras amigas até suporte financeiro.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Renato Matos Lopes, pelo acolhimento, orientação, conselho, paciência e conhecimento compartilhado durante a execução do projeto.

Ao grupo GAIA por todo suporte, conhecimento, apoio durante a graduação e a todos participantes que ajudaram para o êxito do projeto e Yanca Araujo Frias, Victor Hugo Cruz e Bruno Rafael de Almeida Moreira pela contribuição no projeto.

Ao Cursinho Alvo que contribui para o âmbito profissional e pessoal, lecionando aprendi que seremos eternos alunos da vida.

À AMTec® Bioagrícola e à Agrofértil – CRIALT por terem contribuído com o projeto.

À República Entrometeu que me acolheu, ajudou e ensinou no período que estive em Dracena, são uma segunda família e os levarei comigo pra vida

À FCAT/UNESP, a todos os professores, técnicos do curso de Engenharia Agrônômica, técnicos administrativos e colaboradores por ajudarem, ensinarem e compartilharem seus conhecimentos e experiências ao longo desses anos.

Aos meus amigos da faculdade que levarei pra vida que felizmente posso de chamar de irmãos e irmãs Victor Negri, Lucca Cruz, Arthur Lobo, Miguel Dias, Bárbara Stevanato e Fábio Bosisio.

RESUMO

A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) desempenha um papel importante na agricultura brasileira, especialmente no estado de São Paulo, onde é cultivado em sucessão à cana-de-açúcar. O presente trabalho analisou os efeitos da interação entre o herbicida tebuthiuron, o inseticida thiamethoxam, a fertirrigação com vinhaça e a aplicação de um biofertilizante comercial no desenvolvimento do amendoim. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3, com os seguintes fatores: pesticidas [ausência; tebuthiuron (TB); thiamethoxam (TX); e TB+TX]; e fertilizantes [ausência; vinhaça (VN); biofertilizante (BF)]. Dessa forma, foram realizados 12 tratamentos com seis repetições cada. O amendoim foi avaliado quanto aos componentes biométricos, como altura da planta, comprimento de raiz, teor de clorofila e biomassa fresca e seca de partes aérea e raiz, durante 42 dias. Os principais resultados mostraram que o tratamento com biofertilizante comercial apresentou melhor desempenho no desenvolvimento do amendoim, especialmente em termos de comprimento de raiz e altura das plantas. A presença de thiamethoxam no solo não afetou negativamente o desenvolvimento radicular e até promoveu a formação precoce de nódulos, sugerindo uma interação benéfica com a microbiota da rizosfera. Por outro lado, a fertirrigação com vinhaça resultou em um impacto negativo no desenvolvimento do amendoim, independentemente da presença de pesticidas ou biofertilizante comercial. Já a adição do biofertilizante comercial favoreceu o desenvolvimento do amendoim na presença do tebuthiuron. Por fim, este estudo ressalta a importância de considerar as interações entre pesticidas, fertilizantes e práticas agrícolas na cultura do amendoim, visando uma produção mais sustentável e eficiente. Estratégias que promovam o uso racional de pesticidas e o manejo adequado de resíduos agrícolas são essenciais para mitigar os impactos ambientais e garantir a segurança alimentar a longo prazo.

Palavras-chave: biomassa, efeito fitotônico, fertirrigação, pesticidas, vinhaça.

ABSTRACT

The peanut crop (*Arachis hypogaea* L.) plays an important role in Brazilian agriculture, especially in regions such as the state of São Paulo, where it is grown in succession to sugar cane. This study analyzed the effects of the interaction between the herbicide tebuthiuron, the insecticide thiamethoxam, fertigation with vinasse and the application of a commercial biofertilizer on the development of peanuts. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a 4x3 factorial scheme, with the following factors: pesticides [absence; tebuthiuron (TB); thiamethoxam (TX); and TB+TX]; and fertilizers [absence; vinasse (VN); biofertilizer (BF)]. Thus, 12 treatments were carried out with six replications each. The peanuts were assessed for biometrics components such as plant height, root length, chlorophyll content and fresh and dry biomass of the aerial and root parts over 42 days. The main results showed that the treatment with commercial biofertilizer performed better in terms of peanut development, especially in terms of root length and plant height. The presence of thiamethoxam in the soil did not negatively affect root development and even promoted early nodule formation, suggesting a beneficial interaction with the rhizosphere microbiota. On the other hand, fertigation with vinasse resulted in a negative impact on peanut development, regardless of the presence of pesticides or commercial biofertilizer. The addition of commercial biofertilizer favored the development of peanuts in the presence of tebuthiuron. Finally, this study highlights the importance of considering the interactions between pesticides, fertilizers and agricultural practices in peanut cultivation, with a view to more sustainable and efficient production. Strategies that promote the rational use of pesticides and the proper management of agricultural residues are essential to mitigate environmental impacts and ensure long-term food security.

Keywords: biomass, fertigation, pesticides, phytotonic effect, vinasse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Respostas das variáveis biométricas para o desenvolvimento do amendoim em 42 DAS nas amostras de solo	21
Figura 2 - Evidência de nódulos precoces nas plantas de amendoim em solo com a presença isolada do thiamethoxam (T3) em 21 DAS	22
Figura 3 - Área foliar e raízes das plantas de amendoim em solo com a presença de tebuthiuron, thiamethoxam e biofertilizante (T12) em 35 DAS.....	23
Figura 4 - Altura (cm) das plantas de amendoim em 42 DAS	27
Figura 5 - Comprimento de raiz (cm) das plantas de amendoim em 42 DAS	28
Figura 6 - Biomassa da parte aérea (g) das plantas de amendoim em 42 DAS.....	28
Figura 7 - Biomassa da raiz (g) das plantas de amendoim em 42 DAS	29
Figura 8 - Teor de clorofila das plantas de amendoim em 42 DAS	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização físico-química do solo.....	16
Tabela 2 - Caracterização físico-química da vinhaça.....	17
Tabela 3 - Propriedades do biofertilizante comercial - AMTec Bioagrícola®.....	17
Tabela 4 - Análise de variância dos componentes biométricos.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. Cana-de-açúcar	12
3.2. Amendoim	12
3.3. Tebuthiuron, thiamethoxam e biofertilizantes	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Solo, vinhaça e biofertilizante.....	17
4.2. Pesticidas e espécie vegetal	19
4.3. Delineamento experimental.....	19
4.4. Preparo das unidades experimentais	19
4.5. Período de realização e avaliação do desenvolvimento vegetal	20
4.6. Análise estatística de dados.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6. CONCLUSÕES.....	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
8. REFERÊNCIAS	33
9. APÊNDICE	37

1. INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma cultura agrícola originária da América do Sul. Esta planta dicotiledônea pertence à família *Fabaceae* e está entre as principais matérias-primas para a produção de óleos vegetais mais cultivadas no mundo (FAO, 2020). Existem mais de 80 espécies silvestres de amendoim dispersas pelo continente sul-americano. Devido à quantidade e diversidade de espécies encontradas no Brasil, o país é considerado um centro de origem e dispersão dessa cultura (CONAB, 2020).

A cultura do amendoim é uma atividade agropecuária que alterna com a cana-de-açúcar durante a entressafra e com pastagens em áreas de renovação, especialmente no estado de São Paulo. Este cultivo tradicional tem crescido significativamente na agricultura paulista, passando por diversas transformações tecnológicas que abrangem desde o sistema de produção até a industrialização e comercialização do amendoim. Esses avanços têm melhorado a qualidade do produto, facilitando sua entrada em novos mercados tanto a nível nacional quanto internacional (SAITA; PANDOLFI, 2019).

O crescimento econômico proporcionado pela cultura do amendoim está fundamentado na produtividade dos canaviais, que, por sua vez, depende da integração de diferentes manejos, como o controle de plantas daninhas e pragas (BIDÓIA, 2019). Nesse sentido, dentre os herbicidas comercializados para cana-de-açúcar, destaca-se o tebuthiuron que é utilizado para controlar espécies de plantas daninhas tais como *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D.Webster, *Commelina benghalensis* L., *Digitaria horizontalis* Willd., *Panicum maximum* Jacq., etc (BRASIL, 2024).

De maneira semelhante, o inseticida thiamethoxam não só controla pragas na cultura, mas também atua como um bioativador, aumentando o diâmetro do colmo e a massa seca do sistema radicular (PEREIRA, FERNANDES, VELOSO; 2020).

Uma vez no solo, os pesticidas são submetidos a diversos processos que influenciam direta ou indiretamente sua eficácia no controle de plantas daninhas e pragas (SCORZA JÚNIOR; RIGITANO, 2012). O thiamethoxam possui efeito fitotônico no qual é caracterizado pelos benefícios no crescimento e desenvolvimento das plantas resultantes da aplicação de um determinado

ingrediente ativo (CASTRO et. al, 2008). Assim, as condições de manejo da cultura afetam diretamente o comportamento ambiental dessas substâncias. No contexto da cultura da cana-de-açúcar, uma técnica amplamente utilizada nas áreas de plantio é a fertirrigação com vinhaça.

No setor sucroenergético, a produção de vinhaça varia de 10 a 15 litros para cada litro de etanol produzido, tornando crucial desenvolver e adotar técnicas viáveis para o uso desses subprodutos, garantindo que o setor contribua de forma sustentável para a redução do impacto ambiental (CARDOSO, 2021). A fertirrigação com vinhaça é uma prática amplamente adotada pelas indústrias sucroalcooleiras. Diversos estudos comprovam os resultados positivos na produtividade agrícola, além da economia em adubos minerais (PINTO; ARAUJO, 2019; PRADO et al., 2017; SOTO; BASSO; KIANG, 2017; SOUZA et al., 2015).

O biofertilizante comercial é um fertilizante orgânico líquido que possui organismos e nutrientes (micro e macro) que promovem a saúde das plantas. O uso de biofertilizantes é uma prática agrícola que promove a produção de alimentos mais saudáveis e sustentáveis, com menor impacto ambiental. Além de fortalecer as plantas e aumentar sua resistência a pragas e doenças, os biofertilizantes também melhoram a produtividade das culturas. Uma vantagem significativa é o custo reduzido em comparação com os fertilizantes químicos, enquanto ainda fornecem uma rica fonte de nutrientes essenciais para o solo, como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (STUCHI, 2015).

Assim, a interação entre o herbicida tebuthiuron, o inseticida thiamethoxam e a fertirrigação com vinhaça e/ou aplicação de biofertilizante comercial na cultura do amendoim em sucessão à cana-de-açúcar visa promover um manejo integrado que potencializa o controle de plantas daninhas e pragas, melhora a saúde e o desenvolvimento das plantas e contribui para uma produção agrícola mais sustentável e eficiente. No entanto, estudos recentes mostraram que a interação entre vinhaça e tebuthiuron pode ser prejudicial para o desenvolvimento das plantas, resultando em baixa produção de biomassa (ARAGÃO, 2023; FRIAS et al., 2023). Entretanto, a adição de thiamethoxam atenua esse efeito negativo (ARAGÃO, 2023).

Dessa forma, torna-se relevante avaliar a interação do amendoim em solos contendo tebuthiuron e thiamethoxam, visando garantir uma produção sustentável na rotação da cultura canavieira.

2. OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da aplicação de tebuthiuron e thiamethoxam, associados ou não a biofertilizantes, no cultivo de amendoim (*Arachis hypogaea*).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas mais importantes no agronegócio brasileiro e o país é líder global na produção e exportação de açúcar, sendo responsável por cerca de um quinto da produção e quase metade do comércio internacional do produto (VIDAL, 2018).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a safra de cana-de-açúcar 23/24 atingiu um recorde na produção tendo registrado 713,2 milhões de toneladas, em comparação com o ciclo passado houve um aumento de 16,8% e além da produção ter aumentado a área colhida também, com um acréscimo de 0,5% e o rendimento médio saiu de 73.655 kg/ha⁻¹ para 85.580 kg/ha⁻¹.

O controle químico é amplamente preferido devido à disponibilidade de várias moléculas eficazes registradas para a cultura da cana-de-açúcar no Brasil, resultando em um alto rendimento em comparação com outros métodos, os herbicidas são utilizados pré e pós emergência inicial das culturas e das plantas invasoras. Desta forma, muitos desses produtos são direcionados para o solo (JÚNIOR et al, 2022).

Para otimizar o uso dessa área, entre o período de renovação de um canavial (setembro/outubro) e o estabelecimento de um novo canavial (fevereiro/março), os produtores de cana são aconselhados a aproveitar esse curto intervalo para cultivar uma leguminosa. O objetivo é obter uma cobertura superficial que mantenha ou melhore as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, inclusive em profundidade. A colheita dessa leguminosa será realizada antes que a área seja novamente utilizada para o plantio de uma nova safra de cana, como é o caso do amendoim (HEUERT; XAVIER; SUASSUNA, 2022).

3.2. Amendoim

O amendoim, uma planta herbácea anual da família *Fabaceae*, é reconhecido pelas suas sementes que contêm aproximadamente 25% de proteína e 45% a 50% de óleo comestível. Cultivado em uma ampla gama de países nos Hemisférios Norte e Sul, é apreciado tanto por agricultores familiares de pequena escala quanto por produtores que empregam tecnologia avançada. Em várias nações asiáticas, o amendoim é cultivado principalmente para a extração de óleo,

utilizado na culinária. Por outro lado, em países ocidentais, incluindo o Brasil, seu uso é predominantemente voltado para alimentação, especialmente na indústria de confeitaria (AGUIAR et al., 2014).

A espécie, adaptada a climas quentes, cresce vigorosamente em regiões tropicais e subtropicais, exceto em áreas excessivamente úmidas, e prospera em locais ou épocas de cultivo onde as temperaturas mínimas se mantenham acima de 15°C. Os solos ideais para o cultivo do amendoim são os leves e bem drenados, embora também possa ser cultivado em solos com alto teor de argila (AGUIAR et al., 2014).

De acordo com dados da Conab (2024), no Brasil, o amendoim ocupou uma área de cultivo de 254,1 mil hectares na safra 2023/24, com uma produção média de 3.648 kg por hectare.

A certificação de garantia de alimento seguro abriu uma oportunidade única para o Brasil acessar o mercado externo, resultando em um crescimento de exportação de 9 mil toneladas em 2001 para 264 mil toneladas em 2021 (ROSSATO JR, 2022).

Existem oportunidades estratégicas para a inserção do amendoim em duas grandes tendências globais. Primeiramente, no mercado de carbono, pois a pegada de carbono do amendoim produzido no Brasil é 59% menor do que a média mundial. Em segundo lugar, na mudança dos hábitos alimentares das novas gerações, considerando o mercado em expansão de alimentos à base de ingredientes vegetais (ROSSATO JR, 2022).

Em rotação de culturas com a cana-de-açúcar, o amendoim é utilizado para evitar a monocultura, proporcionando benefícios econômicos e ambientais. Isso inclui melhorias na qualidade do solo, sustentabilidade agrícola e maior segurança na produção de alimentos e energia (SCARPIN; NETO; MALAGOLLI, 2013).

3.3. Tebuthiuron, thiamethoxam e biofertilizantes

No combate a plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é feito o uso de herbicidas pré-emergentes com longo efeito residual, todavia traz consequências para as culturas nas áreas de renovação, como é o caso do amendoim (FURLAN, 2020).

O tebuthiuron (1-(5-tert-butil-1,3,4-tiadiazol-2-il)-1,3-dimetilureia) é um herbicida com frequente uso na cultura canaveira, sua molécula é seletiva de ação sistêmica e pertence ao grupo químico das ureias. Sua classificação ambiental é tipo III (produto muito perigoso ao meio ambiente), atuando na inibição do fotossistema II (AGROFIT, 2024).

Embora a cana-de-açúcar seja uma planta de fisiologia C4, o que lhe confere alta eficiência no uso de recursos disponíveis, ela pode ser prejudicada pelas plantas daninhas durante as fases iniciais de desenvolvimento (MANEIRA, 2022).

Devido às suas propriedades químicas e ao amplo uso, o tebuthiuron é um dos principais poluentes presentes em áreas agrícolas, com uma meia-vida de aproximadamente 15 meses (TONIETO, 2014).

O tebuthiuron tende a se deslocar mais facilmente em solos com textura arenosa, devido aos baixos teores de argila e matéria orgânica. Esse deslocamento pode levar à lixiviação do herbicida no perfil do solo, aumentando o risco ambiental (POSSAMAI et. al, 2021).

A presença do tebuthiuron no solo pode modificar o funcionamento dos microrganismos e sua fertilidade. A atividade microbiana afeta a dinâmica e o comportamento deste herbicida no solo e, conseqüentemente, pode afetar as próximas culturas (FARIA et al., 2014).

Da mesma maneira, o thiamethoxam (3-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl) -5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene(nitro)amine) é um neonicotinóide de ação sistêmica (AGROFIT, 2024) e segundo Souza (2023), possui um longo período de residual tem uma alta eficiência contra insetos sugadores. Além de influenciar estímulos nos vegetais para crescimento de área foliar e emissão de folhas, conhecido como efeito fitotônico (TEIXEIRA, 2023).

O thiamethoxam apresenta baixa sorção e alta solubilidade no solo, ocasionando intensa lixiviação nos solos, além de apresentar alta persistência, com valores de meia-vida entre 117 a 301 dias no campo, e entre 96 e 618 dias em condições de laboratório (SCORZA JR.; RIGITANO, 2012). Contudo Mattos et al. (2015) avaliaram que a persistência da molécula a campo pode chegar a quase 30 dias em grande concentração de solo. Nos Latossolos Vermelhos, os argilominerais desempenham um papel crucial na retenção do pesticida, seguidos pela quantidade de matéria orgânica presente no solo (CONRADI, 2023).

Ao longo do tempo, a aplicação de vinhaça produzida pela indústria sucroalcooleira na agricultura passou por várias mudanças. O uso constante de vinhaça nos mesmos solos, mesmo em baixas dosagens, pode levar à saturação de cátions, especialmente de potássio (K), causando problemas de lixiviação e, conseqüentemente, a contaminação das águas subterrâneas. Como alternativa para o uso racional desse resíduo, sua estabilização e desidratação têm sido propostas. No entanto, o alto custo energético da concentração da vinhaça é, possivelmente, a principal limitação, independentemente do processo utilizado (ARAÚJO, 2021).

Além disso, a prática de fertirrigação com vinhaça não só aumenta a quantidade de cana-de-açúcar produzida, mas também ajuda a prolongar a vida útil do canavial, melhora o crescimento das rebrotas, fornece nutrientes e reduz a necessidade de adubação química, o que resulta em economia (ARAÚJO, 2021). A vinhaça possui uma alta concentração de compostos orgânicos, nitrogênio, fósforo e íons (como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) (MORAIS; BASTOS, 2018).

Embora a literatura indique benefícios iniciais da fertirrigação, a aplicação contínua e muitas vezes inadequada de vinhaça pode prejudicar a fertilidade do solo, reduzir a produtividade da cultura e impactar negativamente a qualidade dos corpos d'água próximos (FUESS, 2017).

Ramos et al. (2008) observaram que a aplicação de vinhaça, em quantidade equivalente a $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, é prejudicial à emergência de plântulas e ao desenvolvimento inicial de cultivares de amendoim e de girassol.

A determinação da dosagem a ser aplicada geralmente é feita considerando o teor de potássio e as exigências específicas da cultura e seu manejo deve ser apropriado para que não haja uma elevada dosagem e prejuízos no ambiente, como alta salinidade no solo, assim prejudicar a fertilidade e, desta forma, o desenvolvimento da cultura (COSTA et. al, 2020).

Os biofertilizantes são compostos bioativos derivados da biodigestão de materiais de origem animal e vegetal. Eles contêm células vivas de diversos microrganismos, incluindo aeróbicos, anaeróbicos e de fermentação, além de metabólitos e quelatos organominerais. Por serem de origem orgânica, os biofertilizantes desempenham um papel essencial na agricultura sustentável, melhorando as características químicas e físicas do solo, reduzindo a dependência de insumos externos e diminuindo o risco de contaminação do solo e da água. Além disso, promovem uma maior biodiversidade no ecossistema (LAPICCIARELLA, 2022).

Diante das implicações do uso de herbicidas pré-emergentes na cultura da cana-de-açúcar, como o tebuthiuron, e dos efeitos do thiamethoxam e da fertirrigação com vinhaça, fica evidente a complexidade das interações entre esses elementos e o ambiente agrícola. Assim, é fundamental buscar práticas agrícolas sustentáveis que considerem essas interações, visando não apenas a produtividade das culturas, mas também a preservação ambiental e a segurança alimentar a longo prazo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma estufa agrícola na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, do campus de Dracena - coordenadas 21°28'57" latitude sul e 51°31'58" longitude oeste, com altitude média de 400 m. Durante a sua realização, foram observadas a umidade relativa do ar e a temperatura pela Estação Meteorológica de Dracena - EMA/FCAT.

4.1. Solo, vinhaça e biofertilizante

O solo utilizado foi coletado da própria fazenda experimental da FCAT/Unesp, campus de Dracena, em uma profundidade de 20 cm, peneirado e armazenado dentro da estufa agrícola, sendo necessária uma prévia análise físico-química (Tabela 1). Assim, foi feita a correção dos parâmetros antes do cultivo do amendoim, com 400 g de calcário, 450 g de superfosfato simples e 30 g de ureia.

A vinhaça utilizada foi coletada da usina sucroalcooleira da região de Dracena-SP, também submetida a análise físico-química (Tabela 2) e o volume aplicado foi calculado em função do teor de potássio após análise do solo, de acordo com Norma Técnica P4.231 (CETESB, 2015). Dessa maneira, o volume de vinhaça utilizado foi de 300 mL/vaso ($219 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

O biofertilizante foi obtido a partir de um produto comercial pela empresa AMTec® Bioagrícola e a sua aplicação seguiu as instruções do fabricante (Tabela 3).

Tabela 1 – Caracterização físico-química do solo.

Propriedade	Unid	Quantidade analítica
Fósforo	mg dm ⁻³	1
Matéria orgânica	g dm ⁻³	6
Potássio		1,5
Cálcio		6
Magnésio	mmol _c dm ⁻³	13
H+Al		16
Soma de bases		20,5
CTC		36,5
Saturação por bases		56
Areia	%	78,2
Argila		17,2
Silte		4,6
pH		4,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Caracterização físico-química da vinhaça.

Propriedade	Unid	Quantidade analítica
Nitrogênio total		1077,4
Nitrogênio amoniacal		431,2
Nitrogênio nitrato		135
Nitrogênio nitrito		3,7
Fósforo total	mg/L	169,8
Potássio		6400
Cálcio		653,2
Sulfato		3188,2
Sódio		36,7
Cloretos		2200
pH		4,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Propriedades do biofertilizante comercial - AMTec Bioagrícola®.

Propriedade	Unid	Quantidade analítica
Matéria orgânica		5,3
Carbono orgânico total	%	0,78
Fósforo		1,18
Silício		0,06

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. Pesticidas e espécie vegetal

Os pesticidas utilizados foram o herbicida tebuthiuron (Combine® 500SC, 500 g i.a. L⁻¹, Dow AgroSciences Industrial Ltda) na dose de 1.000 g i.a./ha e o inseticida thiamethoxam (Actara® 750SG, 700 g i.a. L⁻¹, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda) na dose de 330 g i.a./ha. As sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) são da cultivar IAC 503, e foram obtidas na Agrofertil® - Produtos Agrícolas e Assistência Técnica, na cidade de Adamantina-SP.

4.3. Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento do tipo inteiramente casualizado de acordo, em esquema fatorial 4x3, a partir dos seguintes fatores:

- Pesticidas: ausência; tebuthiuron (TB); thiamethoxam (TX); e TB+TX; e
- Fertilizantes: ausência; vinhaça (VN); biofertilizante (BF).

Dessa forma foram realizados 12 tratamentos com seis repetições cada, totalizando 72 unidades experimentais.

4.4. Preparo das unidades experimentais

O experimento foi conduzido conforme estudos recentes (Ferreira et al., 2021; Frias et al., 2023).

Os vasos utilizados como unidades experimentais foram preenchidos em sua totalidade com 4,0 L de solo. Posteriormente foi realizada a pulverização do Combine® 500 SC e do Actara® em local fechado por meio de um pulverizador laboratorial automático pressurizado por CO₂ e equipado com duas pontas de jato plano Magno ADGA-03 na pressão de 2 bar (vazão de 0,879 L min⁻¹), espaçadas em 0,5 m, na velocidade de 5 km h⁻¹, a uma altura de 0,75 m em relação ao topo dos vasos, proporcionando volume de aplicação de 211 L ha⁻¹.

No dia seguinte, a vinhaça foi adicionada de forma manual e uniforme, com despejo superficial propondo simular a fertirrigação na lavoura, nos tratamentos com a sua presença. O volume de vinhaça aplicado foi calculado em função do teor de potássio após análise do solo, de acordo com Norma Técnica P4.231 (CETESB, 2015). De acordo com o delineamento experimental, a aplicação do biofertilizante comercial seguiu o mesmo procedimento da vinhaça com a adição de 50 mL em cada vaso, conforme a bula do produto.

É importante salientar que os tratamentos com ausência dos pesticidas e dos biofertilizantes tiveram o mesmo volume de água aplicado naqueles com a adição desses compostos.

Por fim, após 10 dias da aplicação dos pesticidas, foi realizado a semeadura de seis sementes de amendoim por vaso, tendo a necessidade de serem irrigados diariamente com uma lâmina de água adequada para o desenvolvimento vegetal.

4.5. Período de realização e avaliação do desenvolvimento vegetal

A avaliação do desenvolvimento vegetal ocorreu em 42 dias após a semeadura (DAS), ou seja, com as plantas entrando no início do seu florescimento.

O desbaste ocorreu no décimo quarto dia após a semeadura (14 DAS), sendo conduzida apenas uma planta por vaso. Foram realizadas as seguintes avaliações:

- Índice de clorofila foliar, com auxílio de um medidor digital;
- altura de plantas, em cm, com auxílio de uma régua;
- comprimento de raiz, em cm, com auxílio de uma régua;
- biomassa fresca das partes aéreas (MFPA) e radicular (MFR), em g, com auxílio de uma balança de precisão; e
- biomassa seca das partes aéreas (MSPA) e radicular (MSR), em g, com auxílio de uma balança de precisão.

A separação de parte aérea e raiz foi realizada pelo corte do caule rente ao solo. As raízes foram lavadas para que todo o solo fosse removido. Para as medidas de biomassa, as frações da planta foram pesadas separadamente, embaladas em saco de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por cinco dias, sendo novamente pesadas.

4.6. Análise estatística de dados

Para análise das variáveis consideradas foi realizada análise de variância e teste de comparação de médias por Scott-Knott ($p < 0,05$), considerando o experimento em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, em esquema fatorial triplo, considerando a dose de tebuthiuron (fator *A*), dose de thiamethoxam (fator *B*), e volumes dos biofertilizantes (fator *C*).

Foi realizada análise de componentes principais (PCA) considerando as presenças de pesticidas (fator *A*) e dos biofertilizantes (fator *B*). O método funciona rodando os eixos de forma a que haja mais variância ao longo deles e, em seguida, transformando os dados em valores de componentes principais, também conhecidos como pontuações. Estes componentes principais servem como os novos eixos e as pontuações PC representam as projeções das dimensões originais nos novos eixos. Os scripts "factoextra", "FactoMineR", "psych", "ggplot2", "ggcorrplot", "rgl", "tidyselect" foram empregados no software R para análise estatística, e o gráfico criado no software *Principal Component Analysis Calculator Online*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

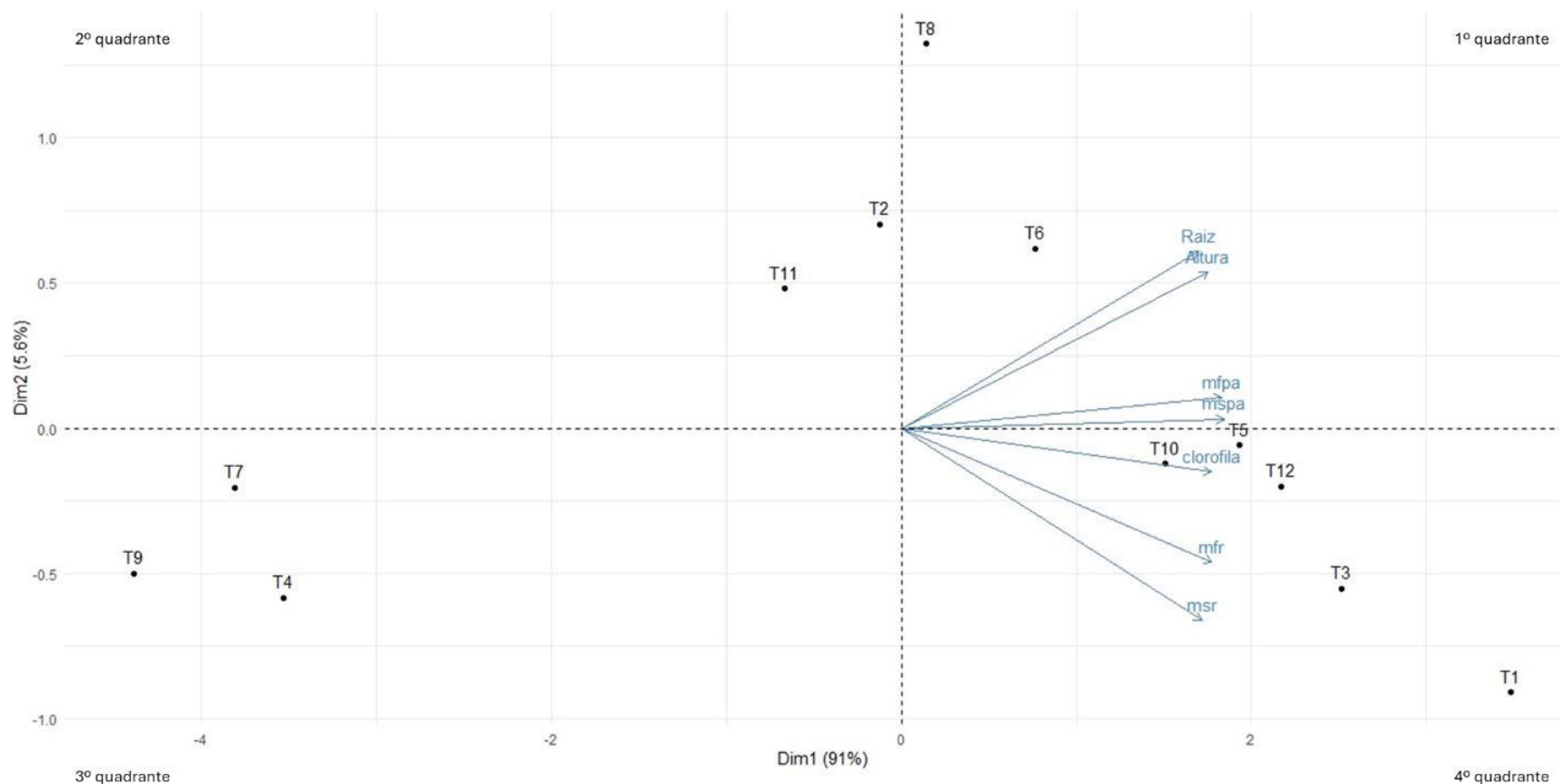
Inicialmente, é apresentado na Figura 1 uma compilação de todas as variáveis do amendoim no solo com os pesticidas e os fertilizantes no tempo final de cultivo (42 DAS). O método escolhido para a apresentação destes resultados foi a Análise de Componentes Principais (PCA) que prioriza os componentes com base na importância. Assim, Dim1 é o componente que explica a maior variação nos dados, seguido pelo Dim2, e assim por diante. Ao considerar apenas os primeiros componentes principais, como os dois primeiros, é possível esclarecer uma percentagem significativa da variação dos dados. Isto permite a representação de dados de elevada dimensão num gráfico bidimensional.

Posteriormente, os resultados de altura, comprimento de raiz, biomassa e teor de clorofila estão demonstrados em sequência com o detalhamento dos valores no Apêndice I.

Na Figura 1, T1 (controle) apresentado no 4º quadrante mostra que os melhores resultados para as variantes analisadas estão no controle, que não recebeu nenhum composto.

Além disso, o T8 (TB+BF) apresentado no 1º quadrante, é o segundo tratamento com melhores resultados para a espécie de amendoim, apresentando resposta positiva no comprimento da raiz e na altura da planta, conforme observado na Figura 1.

Figura 1 – Respostas das variáveis biométricas para o desenvolvimento do amendoim em 42 DAS nas amostras de solo.



(Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, e BF = biofertilizante).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Outra observação importante é o tratamento T3 (TX), que obteve resultados positivos para MFR e MSR. Esse resultado indica que a presença de TX no solo não afetou o desenvolvimento das raízes do amendoim, podendo até ter influenciado positivamente a microbiota da rizosfera. Como mostrado na Figura 2, houve formação de nódulos logo no início do desenvolvimento da planta, diferenciando esse tratamento dos demais. Os microrganismos nativos da rizosfera da cana-de-açúcar apresentaram um pool bacteriano sinérgico capaz de produzir $90 \text{ mg CO}_2 \text{ dia}^{-1}$ sobre o TB a 5 mmol g^{-1} (LIMA et al., 2022). Assim, os autores mostraram claramente a degradação microbiana do TB no solo da rizosfera.

Figura 2 – Evidência de nódulos precoces nas plantas de amendoim em solo com a presença isolada do thiamethoxam (T3) em 21 DAS.



Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Outro tratamento em destaque é o T12 (TB+TX+BF), que apresentou uma correlação positiva de clorofila na presença de TB, um inibidor do fotossistema II (Figura 3). Os herbicidas inibidores do fotossistema II (PSII) causam o bloqueio do transporte de elétrons da QA para QB, peroxidando os lipídios, devido estarem ligados ao sítio da QB localizado na proteína D1 o qual se localiza na membrana dos tilacóides dos cloroplastos (SILVA et al., 2012). Esse resultado sugere que a

presença do biofertilizante comercial foi benéfica na tolerância do meio. O mesmo pode ser observado no T5, que utilizou apenas o biofertilizante comercial no tratamento.

Figura 3 – Área foliar e raízes das plantas de amendoim em solo com a presença de tebuthiuron, thiamethoxam e biofertilizante (T12) em 35 DAS.



Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Quando na presença de vinhaça, foi observado que o amendoim não obteve sucesso no desenvolvimento. Os tratamentos T4 (VN), T7 (TB+VN) e T9 (TX+VN), todos apresentados no 3º quadrante, e T11 (TB+TX+VN) apresentado no 2º quadrante, não mostraram correlação com as variantes analisadas. Esse resultado corrobora com Frias et al. (2023), que observaram que a presença de vinhaça nos tratamentos com TB resultou na morte e/ou inibição da germinação das plantas de *Mucuna pruriens*.

O mesmo foi observado para o T2, onde apenas a presença de TB no solo inibiu o desenvolvimento do amendoim, tanto ao impedir a germinação das sementes quanto ao matar as plantas em estágios iniciais de crescimento. Da mesma forma, Conciani et al. (2023) testaram diferentes doses do herbicida em cinco espécies de plantas, constatando que o aumento das doses de TB resultou em

redução da matéria seca, altura das plantas e comprimento das raízes em todas as espécies, em comparação com o controle. Apesar disso, o amendoim apresentou uma redução de apenas 19% na matéria seca com a dose de 300 g/ha e 36% com a dose de 600 g/ha, não diferindo significativamente das demais doses. Contudo, é evidente que mesmo em doses menores, o TB é prejudicial para a cultura, pois este estudo utilizou apenas a metade da dose recomendada pela bula.

A Tabela 4, apresenta a análise de variância dos componentes biométricos do amendoim. Da mesma maneira, as Figuras 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam os resultados do teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) para comparação de médias dos componentes biométricos.

Tabela 4 - Análise de variância dos componentes biométricos do amendoim.

	Sum	Mean	F value
Altura	2812,4	255,67	3,82
CR	10594,29	963,12	3,20
MFPA	1940,90	176,44	3,65
MSPA	65,45	5,95	3,43
MFR	2546,60	231,51	4,02
MSR	51,33	4,66	3,11
Clorofila	21170,59	1924,60	3,62

Nota: $p < 0,05$.

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante observar que, para todos os resultados analisados, os tratamentos T4 (VN), T7 (TB+VN) e T9 (TX+VN) apresentaram médias muito baixas (Figuras 4, 5, 6, 7 e 8). Isso foi consequência da adição de volume de vinhaça no solo, o que ocasionou fitotoxicidade para a planta na presença de tebuthiuron.

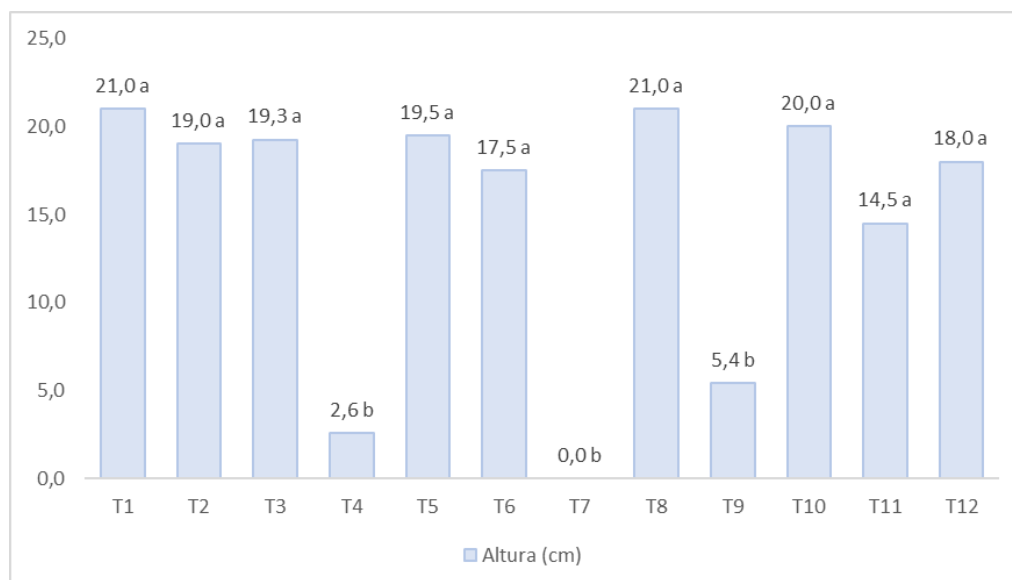
A vinhaça é conhecida por elevar o pH do solo (LEAL, 1983) e alterar significativamente a concentração de nutrientes, especialmente potássio, magnésio e cálcio, devido à sua riqueza nesses elementos. Além disso, a vinhaça modifica o teor de matéria orgânica, o poder de retenção de cátions e a capacidade de retenção de água no solo (QUINTELA et al., 2002). Assim, a presença de TB no solo torna-se mais propensa, visto que o herbicida apresenta alta sorção às partículas de solo com maior teor de matéria orgânica (TEIXEIRA et al., 2018).

No presente estudo, a aplicação de vinhaça foi calculada de acordo com a Norma Técnica P4.231 (CETESB, 2015), a qual estabelece critérios e procedimentos para a aplicação no solo agrícola. No entanto, as plantas não se desenvolveram com

esse volume de vinhaça (T4), corroborando com o estudo de Ramos et al. (2008), que demonstrou que volumes de vinhaça superiores a 150 m³/ha comprometem o desenvolvimento das plântulas de amendoim. O mesmo foi observado por Ferreira et al. (2021) e Frias et al. (2023), os quais concluíram que a presença de altas concentrações de vinhaça podem ser prejudicial para algumas espécies de leguminosas.

Em relação à altura (Figura 4), o tratamento em destaque foi novamente o T8 (TB+BF), que se comparou com o tratamento controle (T1). A interação entre TB e BF mostra-se positiva, demonstrando que a aplicação de BF na cultura pode minimizar os efeitos do herbicida no ambiente.

Figura 4 – Altura (cm) das plantas de amendoim em 42 DAS.



Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, e BF = biofertilizante.

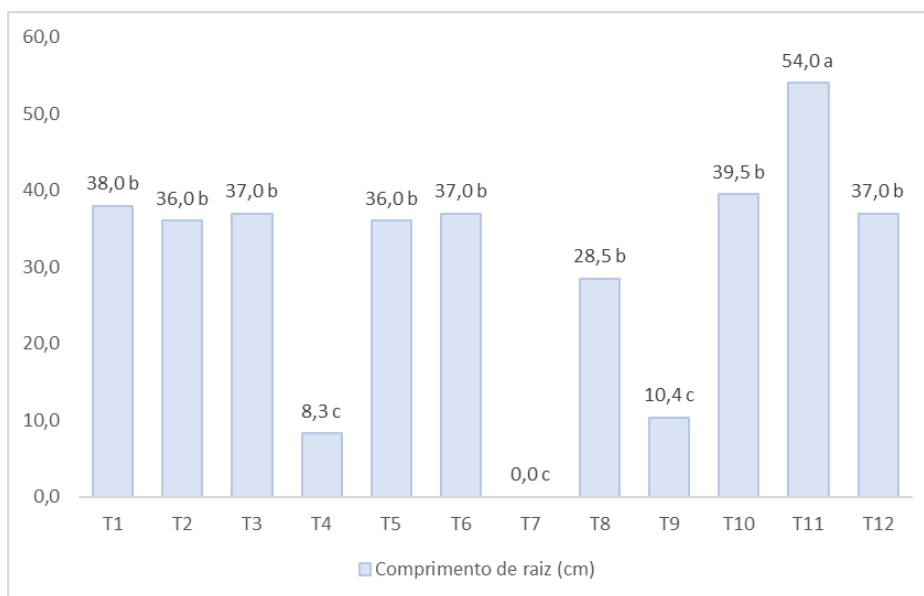
Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Já em relação ao comprimento da raiz (Figura 5), o tratamento em destaque foi T11 (TB+TX+VN). No entanto, quando comparado à biomassa da raiz, esse tratamento não apresenta resultados positivos (Figura 7), pois a vinhaça pode causar fitotoxicidade na planta quando combinada com TB no solo (FRIAS et al., 2023).

Para a biomassa da parte aérea, destaca-se a aplicação do biofertilizante isolado (T5) e sua combinação com TX (T10). O mesmo padrão é observado na produção de clorofila (Figura 8). Portanto, o biofertilizante em estudo demonstra ser um promissor fortalecedor para a cultura, especialmente no que diz respeito à produção de área foliar e, potencialmente, à produção de grãos. Esse resultado é consistente com estudos anteriores, como o de Betiol et al. (2021), que constatou um aumento de cerca de 27% na produtividade de vagens da variedade de amendoim IAC 503 com a aplicação de dois biofertilizantes distintos nos sulcos de semeadura. Além disso, Figueiredo et al. (2018) relataram que o biofertilizante promoveu o crescimento e a produção de biomassa do amendoim.

Figura 5 – Comprimento de raiz (cm) das plantas de amendoim em 42 DAS.

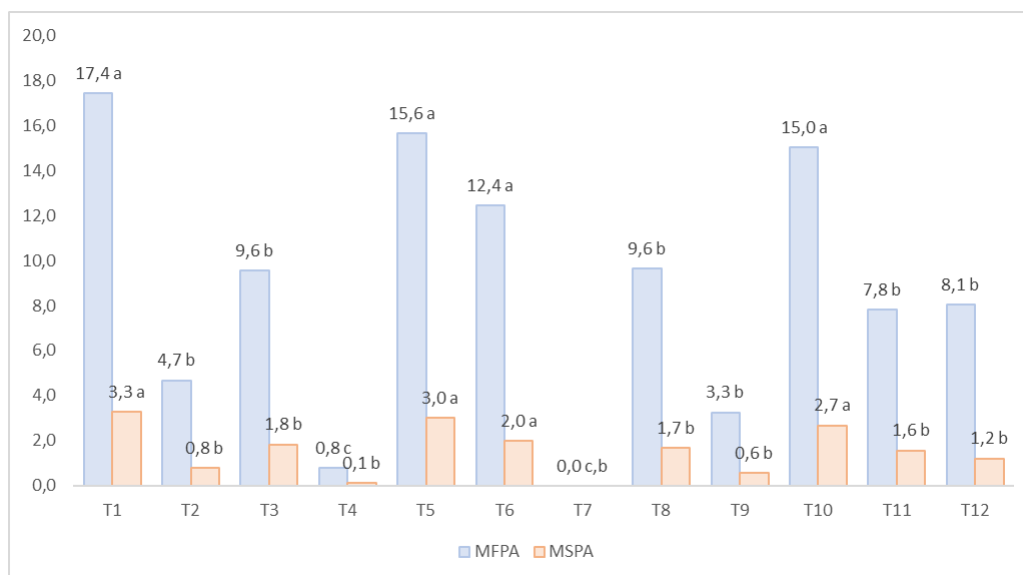


Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, e BF = biofertilizante.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Figura 6 – Biomassa da parte aérea (g) das plantas de amendoim em 42 DAS.

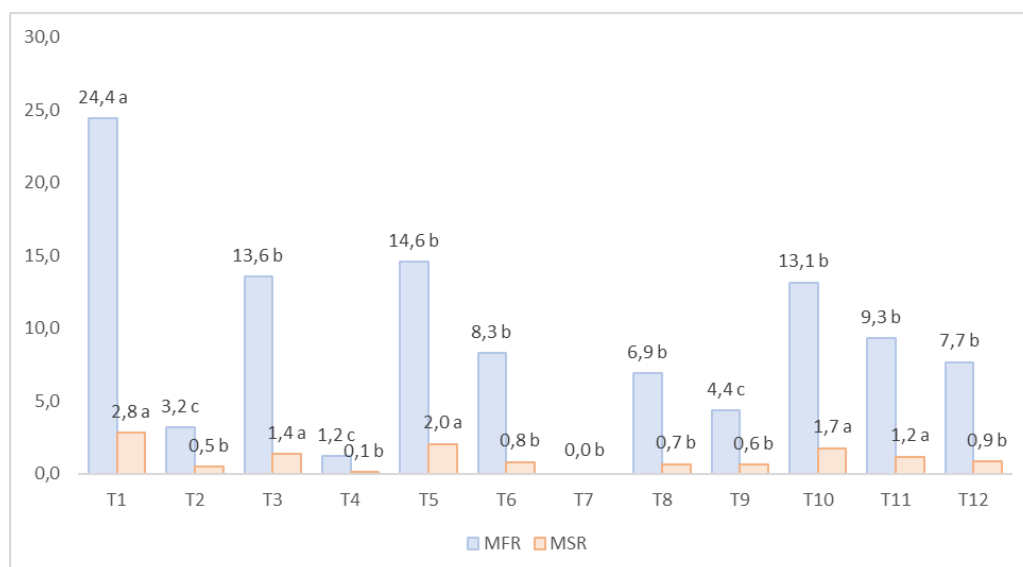


Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, e BF = biofertilizante.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Figura 7 – Biomassa da raiz (g) das plantas de amendoim em 42 DAS.

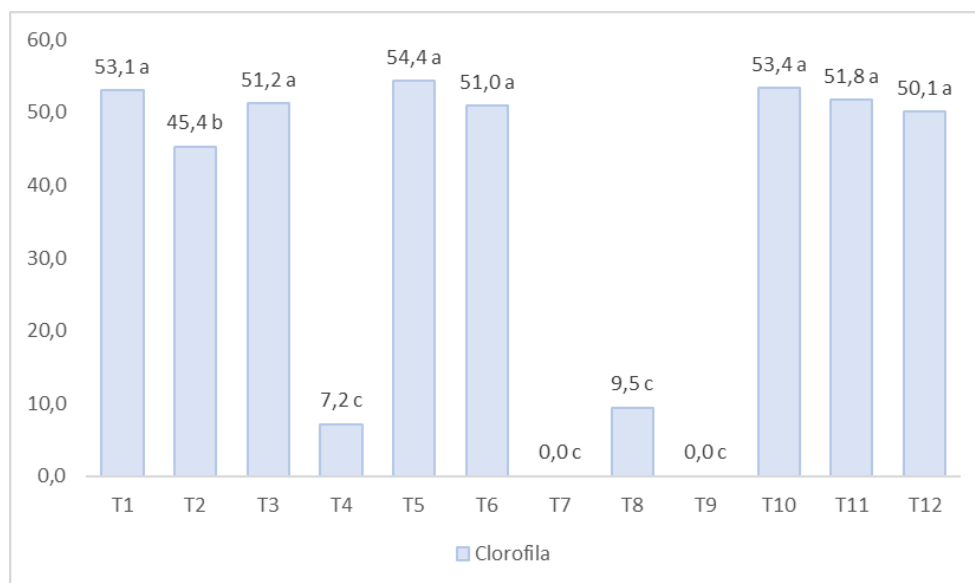


Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, e BF = biofertilizante.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

Figura 8 – Teor de clorofila das plantas de amendoim em 42 DAS.



Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, e BF = biofertilizante.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa do autor.

6. CONCLUSÕES

- O biofertilizante teve influência positiva para a tolerância do amendoim em solos contaminados pelo tebuthiuron;
- A aplicação de vinhaça em altas doses, $219 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, antes da semeadura do amendoim, foi prejudicial para o desenvolvimento da plântula;
- O thiamethoxam foi benéfico, em solo não contaminado pelo tebuthiuron, para o desenvolvimento radicular do amendoim.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho destacam a importância de investigar os efeitos de diferentes práticas agrícolas, como o uso de pesticidas e fertilizantes, no desenvolvimento das plantas de amendoim em sucessão à cultura da cana-de-açúcar. Os principais resultados demonstram que tanto o tebuthiuron quanto o thiamethoxam podem ter um impacto significativo no crescimento e na produtividade do amendoim, especialmente quando aplicados em conjunto. Além disso, a fertirrigação com vinhaça mostrou-se uma prática pouco convincente para promover o crescimento das plantas de amendoim, visto que, em associação com o herbicida, resultou em efeitos prejudiciais para as plantas.

Essas descobertas ressaltam a necessidade de adotar abordagens mais sustentáveis na agricultura, que levem em consideração não apenas a eficácia na proteção das culturas, mas também os potenciais impactos no ambiente e na saúde humana. O uso de biofertilizantes e práticas de manejo integrado de pragas e doenças pode representar alternativas viáveis para reduzir a dependência de pesticidas sintéticos e promover sistemas agrícolas mais equilibrados e resilientes.

Além disso, a compreensão das interações entre os pesticidas, os fertilizantes e as plantas podem orientar o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para minimizar os riscos associados ao seu uso, contribuindo assim para uma agricultura mais sustentável e segura a longo prazo.

8. REFERÊNCIAS

- AGROFIT. 2024. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/agrofit>. Acesso em 05 mai. 2024.
- AGUIAR, A. T. E. et al. **Boletim IAC 200**. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas – SP, 2014.
- ARAGÃO, M. B. **Tolerância e capacidade de fitorremediação de espécies de interesse agrônomo em solo com tebuthiuron, thiamethoxam e vinhaça**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Dracena.
- ARAÚJO, I. S. **Cultivo de cana de açúcar fertirrigada com vinhaça: uma revisão de literatura**. TCC (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina, PE, 33 f., 2021.
- BETIOL, O.; PALVIQUERES, L. P.; RUIZ, F. F.; LEAL, R. P.; BOLONHEZI, D. Biofertilizantes pulverizados nas folhas e no sulco de semeadura na cultura do amendoim. **South American Sciences**, v. 2, n. edesp1, p. e21140, 2021. DOI: 10.52755/sas.v2iedesp1.140.
- BIDÓIA, V. S. **Estratégias de manejo químico para controle de *mucuna aterrima*, *ricinus communis*, *merremia aegypti*, *ipomoea hederifolia* e *ipomoea quamoclit* e sua seletividade no plantio da cana-de-açúcar**. 2019. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT. Brasília, 2024. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
- CARDOSO, E. N. L. **Impactos da aplicação de vinhaça por longo período em solos de textura argilosa e arenosa**. Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Campus de Jaboticabal. Jaboticabal – SP, p. 47. 2021.
- CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica P4.231: Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. 3a edição. 15 p. 2015.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira, 2020. **Grãos**, v. 8, n. 3, Safra 2020/21. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 28 mai. 2024.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de amendoim 2024. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 10 mai. 2024.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de cana-de-açúcar. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em 04 mai. 2024.

CONCIANI, P. A.; MENDES, K. F.; SOUSA, R. N.; RIBEIRO, A. P.; PIMPINATO, R. F.; TORNISIELO, V. L. Peanut and sorghum are excellent phytoremediators of ¹⁴C-tebuthiuron in herbicide-contaminated soil. **Advances in Weed Science**, v. 41, e020220068, 2023.

CONRADI, J. E. **Dinâmica de moléculas pesticidas em lisímetro cultivado com milho (Zea mays L.) em sistema de sucessão de culturas**. 2023. 183 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2023.

COSTA, M. S. et al. **Aplicação de doses elevadas de vinhaça em um argissolo cultivado com cana-de-açúcar**. 2020.

FAO - Food and Agriculture of the United Nations. **Faostat (Crops)**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 28 mai. 2024.

FARIA, A. T.; SARAIVA, D. T.; PEREIRA, A. M.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; FERREIRA, E. A.; SILVA, G. S. Efeitos de herbicidas na atividade da microbiota rizosférica e no crescimento da cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 4, p. 1024-1032, 2014.

FERREIRA, L. C.; MOREIRA, B. R. A.; MONTAGNOLLI, R. N.; PRADO, E. P.; VIANA, R. S.; TOMAZ, R. S.; CRUZ, J. M.; BIDOIA, E. D.; FRIAS, Y. A.; LOPES, P. R. M. Green Manure Species for Phytoremediation of Soil with Tebuthiuron and Vinasse. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, 8:613642, 2021. doi: 10.3389/fbioe.2020.613642.

FIGUEREDO, L. F.; MAIA JR., S. O.; FIGUEREDO, J. P.; SILVA, J. N.; FERREIRA, R. S.; ANDRADE, R. Desempenho agrônomo de amendoim sob diferentes fontes e doses de biofertilizantes. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 5, p. 17-26, 2018.

FONTES, J. C. **Comportamento do inseticida tiametoxam aplicado via drench em plantas de tomate**. 46 p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-graduação em Ciências. Área de concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, 2020.

FRIAS, Y. A.; LIMA, E. W. de.; ARAGÃO, M. B.; NANTES, L. S.; MOREIRA, B. R. A.; CRUZ, V. H.; TOMAZ, R. S.; LOPES, P. R. M. *Mucuna pruriens* cannot develop phytoremediation of tebuthiuron in agricultural soil with vinasse: a morphometrical and ecotoxicological analysis. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 11, 1156751, 2023.

FUESS, L. T. **Biodigestão anaeróbia termofílica de vinhaça em sistemas combinados do tipo acidogênico-metanogênico para potencialização da recuperação de bioenergia em biorrefinarias de cana-de-açúcar de primeira geração**. 2017. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. doi:10.11606/T.18.2017.tde-13042017-145118.

FURLAN, D. A. **Efeito residual de Indaziflam em amendoim**. 2020.

HEUERT, J.; XAVIER, M. F. N.; SUASSUNA, T. de M. F. Características agronômicas de genótipos de amendoim visando a precocidade. **South American Sciences**, v. 3, n. 2, p. e22186, 2022. DOI: 10.52755/sas.v3i2.186.

JÚNIOR, J. J. A. J.; DE ALMEIDA, V.; CARNEIRO, A. O. T.; FERREIRA, M. C.; SANTOS, L. J. S.; ALMEIDA, M. M.; SOUZA, A. I.; GARCIA, E. da C.; DA SILVA, D. S.; SILVA, V. J. A.; MIRANDA, B. C. Use of herbicide in pre and post emergency in sugarcane culture in the central-west region of Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 30303–30322, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n4-487.

LAPICCIARELLA, J. N.; CARNEIRO JÚNIOR, D. C. F.; ROCHA, C. H.; ARAUJO, I. S. A.; MATOSO, A. O. **O uso de Biofertilizantes na Agricultura Orgânica**. Anais do 2º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade, v. 17, n. 2, 2022.

LEAL, J. R. Potencial redox e pH: variações em um solo tratado com vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.257-261, 1983.

LIMA, E. W.; BRUNALDI, B. P.; FRIAS, Y. A.; MOREIRA, B. R. A.; ALVES, L. S.; LOPES, P. R. M. 449 A synergistic bacterial pool decomposes tebuthiuron in soil. **Scientific Reports**, v. 12, 9225, 2022.

MANEIRA, R. **Uso de Herbicidas de Transição em Cana-de-Açúcar**, 2022.

MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. da S.; CROCHEMORE, A. G.; GALARZ, L. A.; SCHULTZ, T. P. **Dissipação do inseticida tiametoxam em água, sedimento e solo de lavoura de arroz irrigado**. Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 9., 2015, Pelotas. Ciência e tecnologia para otimização da orizicultura: anais. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Sosbai, 2015.

MORAIS, D. V.; BASTOS, R. G. Phycocyanin Production by *Aphanothece microscopica* Nägeli in Synthetic Medium Supplemented with Sugarcane Vinasse. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 187, n. 1, p. 129–139, 2018.

PEREIRA, J. M.; FERNANDES, P. M.; VELOSO, V. R. S. Efeito fisiológico do inseticida thiamethoxam na cultura da cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 159-164, 2020.

PINTO, L. E. V.; ARAUJO, F. F. Uso de vinhaça como biofertilizante: efeito na nodulação, crescimento e acúmulo de nutrientes no cultivo da soja. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 5, p. 97-109, 2019.

POSSAMAI, A. C. S. et al. Lixiviação do saflufenacil e tebuthiuron em solos de texturas contrastantes submetidos a diferentes precipitações pluviométricas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 12, p. 36-44, 2021.

PRADO, E. A. F.; PRADO, E. A. F.; VITORINO, A. C. T.; MAUAD, M.; ENSINAS, S. C.; PAIM, L. R. Características tecnológicas da cana-de-açúcar sob aplicação de doses de vinhaça em Latossolo Vermelho distroférrico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 386-395, 2017.

QUINTELA, A. C. R.; ANDRADE, L. A. B.; CORRÊA, J. B. D.; RESENDE, P. M.; VIEIRA, G. G. Controle de plantas daninhas em cana crua (cultivar RB835089) no sistema integrado palhço, herbicida e vinhaça. **STAB**, Piracicaba, v.20, p.38-42, 2002.

RAMOS, N. P.; NOVO, M. C. S. S.; UNGARO, M. R. G.; LAGO, A. A. L.; MARIN, G. C. Efeito da vinhaça no desenvolvimento inicial de girassol, mamona e amendoim em casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.685-692, 2008.

ROSSATO JR., J. A. **Amendoim brasileiro: um gigante adormecido**. AgroANALYSIS, v. 42, n. 6, p. 20-21, 2022. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/view/88065/82808>. Acesso em: 30 mai. 2024.

SAITA, A. C.; PANDOLFI, M. A. C. Efeitos da aflatoxina na comercialização do amendoim. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 449–459, 2019.

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

SCORZA JR, R. P.; RIGITANO, R. L. O. Sorção, degradação e lixiviação do inseticida tiametoxam em dois solos de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 564-572, 2012.

SILVA, A. F.; CRUZ, C.; NETO, A. N.; PITELLI, R. A. Ecotoxicidade de herbicidas para a macrófita aquática (*Azolla caroliniana*). **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 541–546, 2012.

SOTO, M. A.; BASSO, J. B.; KIANG, C. H. Impacto da Fertirrigação da Cana-DeAçúcar por Vinhaça nas Propriedades Físicas, Químicas e Hidráulicas do Solo. **Cana-deaçúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**, p. 103, 2017.

STUCHI, J. F. **Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. Editora técnica, Brasília, DF: Embrapa, 2015.

SOUZA, J. K. C.; MESQUITA, F. O.; DANTAS NETO, J.; SOUZA, M. M. A.; FARIAS, C. H. A.; MENDES, H. C.; NUNES, R. M. A.; SOUZA, J. K. C. Fertirrigação com vinhaça na produção de cana-de-açúcar. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 11, n. 2, p. 07-12, 2015.

SOUZA, A. M. B. D. **Inseticidas para o controle de insetospraga na cultura da cana-de-açúcar: classificações e modalidades**. 2023. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Agrônomo) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras, 2023.

TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, A. A.; NASCIMENTO, M. A.; VIEIRA, L. S.; TEIXEIRA, T. P. M.; SOUZA, M. F. Effects of Adding Organic Matter to a Red-Yellow Latosol in the Sorption and Desorption of Tebuthiuron. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

TEIXEIRA, A. B.; CRUZ, L. P.; SILVA, M. G.; SILVA, L. F.; FERNANDES, M. E. S.; ASSIS, M. M.; FERNANDES, F. L. **Inseticidas influenciando o crescimento vegetativo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. In: SOUZA JUNIOR, F. J. C.; ASSUNÇÃO, M. C.; SILVA, T. S. Avanços da Pesquisa e Inovação em Sistemas Agrícolas: Conjunturas da Ciências Agrárias. Científica Digital. 174 p. 2023.

TONIETO, T, A, P. **Dinâmica dos herbicidas tebuthiuron e hexazinona no sistema de cana crua**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VIDAL, M, F. Setor Sucroenergético Nordeste. **Caderno Setorial Etene**. Ano 3, nº25. Fortaleza - CE, 2018.

9. APÊNDICE

Apêndice I – Médias e desvios padrões das variáveis analisadas nas plantas de amendoim em 42 DAS nas amostras de solo (Composição dos tratamentos: T1 - solo controle; T2 - TB; T3 - TX; T4 - VN; T5 - BF; T6 - TB+TX; T7 - TB+VN; T8 - TB+BF; T9 - TX+VN; T10 - TX+BF; T11 - TB+TX+VN; T12 - TB+TX+BF. Legendas: TB = tebuthiuron, TX = thiamethoxam, VN = vinhaça, BF = biofertilizante, MFPA = biomassa fresca da parte aérea, MSPA = biomassa seca da parte aérea, MFR = biomassa fresca da raiz, e MSR = biomassa seca da raiz).

	Altura	Raiz	MFPA	MSPA	MFR	MSR	Clorofila
Controle	21,0 ± 2,0	38,0 ± 3,3	17,4 ± 5,0	3,3 ± 0,9	24,4 ± 6,3	2,8 ± 1,0	53,1 ± 4,2
TBT	19,0 ± 5,4	36,0 ± 10,4	4,7 ± 5,9	0,8 ± 1,2	3,2 ± 7,3	0,5 ± 1,0	45,4 ± 23,5
TMX	19,3 ± 2,1	37,0 ± 7,1	9,6 ± 5,6	1,8 ± 1,0	13,6 ± 6,2	1,4 ± 1,8	51,2 ± 6,7
VIN	2,6 ± 6,9	8,3 ± 22,0	0,8 ± 2,1	0,1 ± 0,4	1,2 ± 3,3	0,1 ± 0,3	7,2 ± 25,0
BF	19,5 ± 8,8	36,0 ± 17,2	15,6 ± 9,4	3,0 ± 2,0	14,6 ± 6,6	2,0 ± 1,0	54,4 ± 29,1
TBT+TMX	17,5 ± 9,1	37,0 ± 16,6	12,4 ± 6,8	2,0 ± 1,2	8,3 ± 5,4	0,8 ± 0,5	51,0 ± 25,5
TBT+VIN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TBT+BF	21,0 ± 9,3	28,5 ± 12,7	9,6 ± 4,3	1,7 ± 0,8	6,9 ± 3,1	0,7 ± 0,3	9,5 ± 14,9
TMX+VIN	5,4 ± 9,7	10,4 ± 18,4	3,3 ± 5,8	0,6 ± 1,0	4,4 ± 7,8	0,6 ± 1,1	0,0 ± 22,9
TMX+BF	20,0 ± 1,9	39,5 ± 6,0	15,0 ± 4,4	2,7 ± 0,8	13,1 ± 7,6	1,7 ± 1,2	53,4 ± 5,0
TBT+TMX+VIN	14,5 ± 7,2	54,0 ± 24,0	7,8 ± 3,6	1,6 ± 0,7	9,3 ± 4,2	1,2 ± 0,6	51,8 ± 24,4
TBT+TMX+BF	18,0 ± 5,2	37,0 ± 10,7	8,1 ± 5,1	1,2 ± 0,9	7,7 ± 4,4	0,9 ± 0,9	50,1 ± 14,2
CV (%)	21,33	18,88	58,92	62,29	60,94	80,05	25,11