

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**BIOINSUMO A BASE DE EXTRATO DE PELLETS DE TABACO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS DE PIMENTEIRA**

FAUSTO ANTÔNIO COLI NETO

CASSILÂNDIA – MS
MARÇO/2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**BIOINSUMO A BASE DE EXTRATO DE PELLETS DE TABACO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS DE PIMENTEIRA**

FAUSTO ANTÔNIO COLI NETO

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendrusculo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, com área de concentração em Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS
MARÇO/2024

C66b Coli Neto, Fausto Antônio

Bioinsumo a base de extrato de pellets de tabaco na formação de mudas de pimenteira / Fausto Antônio Coli Neto. – Cassilândia, MS: UEMS, 2024.
28 p.

Dissertação (Mestrado) - Agronomia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), 2024.

Orientador: Prof.º Dr.º Flávio Ferreira da Silva Binotti

1. Agricultura sustentável 2. Pellets de tabaco como bioinsumo 3. Produção de mudas de pimenteira 4. Bioinsumo de microalga 5. Niacina 6. Nicotinamida 7. Aditivo oxidativo. I. Binotti, Flávio Ferreira da Silva II. Título.

CDD 23 ed. 577.55

Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: BIOINSUMO COM BASE DE EXTRATO DE PELLETS DE TABACO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS DE PIMENTEIRA**

AUTOR: FAUSTO ANTÔNIO COLI NETO

ORIENTADOR: FLÁVIO FERREIRA DA SILVA BINOTTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de concentração: "Sustentabilidade na Agricultura", pela Comissão Examinadora



Prof. Dr. Flávio Ferreira da Silva Binotti - UEMS
Orientador



Prof. Dr. Edilson Costa - UEMS



Prof. Dr. Josiane Souza Salles - UEMS

Participação via webconferência

Prof. Dr. Charline Zaratini Alves - UFMS

Data da realização: 01 de março de 2024.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos que contribuíram significativamente para a realização deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Claudio José Coli e Neuza Gonçalo Ferreira, e minha namorada Walkiria Felix Dias, pelo apoio, paciência e compreensão durante os momentos desafiadores desta jornada acadêmica, sua presença e encorajamento foram fundamentais para superar obstáculos.

Ao meu orientador Dr. Flavio Ferreira da Silva Binotti e ao meu coorientador Dr. Eduardo Pradi Vendrusculo, sou imensamente grato pela sua orientação, disponibilidade e disposição de ajudar sempre o mais rápido possível, incentivando constantemente e compartilhando conhecimentos valiosos. Seu comprometimento e dedicação foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), expresse minha gratidão pela excelência acadêmica proporcionada, pelos recursos disponíveis e pelo ambiente propício à pesquisa e ao aprendizado. Sou grato pela oportunidade de estudar e crescer academicamente nesta instituição renomada.

Por fim, agradeço a todos os amigos, colegas, e demais familiares que de alguma forma contribuíram para esta conquista. Este trabalho é fruto do apoio e colaboração de muitos, e por isso, deixo registrado meu mais sincero agradecimento a todos que estiveram ao meu lado nesta jornada.

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

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
INTRODUÇÃO.....	8
METODOLOGIA.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

BIOINSUMO A BASE DE EXTRATO DE PELLETS DE TABACO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE PIMENTEIRA

RESUMO: O uso de alternativas sustentáveis na agricultura vem crescendo cada vez mais no cenário agrônomico visando diminuir os impactos ambientais e recuperar recursos e ecossistemas esgotados. O objetivo do trabalho foi analisar a possibilidade do uso de pellets de tabaco como bioinsumo para produção de mudas de pimenteira. O experimento foi realizado em DIC e foi composto por sete tratamentos formados pela mistura de extrato de pellets de tabaco a 10% (ET), oxidação por ozônio (OZ), adição de bioinsumo de microalgas (MA) e adição de vitaminas do complexo B3 (VT). Os tratamentos formados foram: T1 (Controle); T2 (ET); T3 (ET+OZ); T4 (ET+MA); T5 (ET+MA+VT); T6 (ET+OZ+MA); T7 (ET+OZ+MA+VT); Na semeadura foi aplicado o bioinsumo diretamente no substrato, 6 mL por célula de cada um dos tratamentos. As avaliações foram realizadas com 42 dias após, semeadura e foram coletados os dados referentes à altura de mudas (AP), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), comprimento da raiz principal (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST). Ainda foram realizadas as avaliações biométricas de crescimento referentes a razão de área foliar por massa seca total (RAF), relação altura de planta pelo diâmetro do colo (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA), relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) e índice de qualidade Dickson (IQD). Para todas as variáveis morfológicas analisadas os tratamentos T6 e T7 obtiveram resultados positivos, evidenciando serem uma boa indicação para produção de mudas de pimenteira. A oxidação por ozônio, a presença das vitaminas B3 e a adição da microalga foram importantes para o incrementando os ganhos de AP, DC, AF, CR, MSPA, MSR e MST, tornando o IQD das plantas dos tratamentos T6 e T7 maiores que o restante dos tratamentos. Assim, a utilização de pellets de tabaco para formação de bioinsumo é uma boa alternativa para produção de mudas de pimenta.

PALAVRAS-CHAVE: Microalga; Niacina; Nicotinamida; Aditivo oxidativo.

BIOINPUTS BASED ON TOBACCO PELLET EXTRACT IN THE FORMATION OF PEPPER SEEDLING

ABSTRACT: The use of sustainable alternatives in agriculture has been growing increasingly in the agronomic scenario with the aim of reducing environmental impacts and recovering depleted resources and ecosystems. The objective of the work was to analyze the possibility of using tobacco pellets as a bioinput for the production of pepper seedlings. The experiment was carried out in DIC and was composed of seven treatments consisting of a mixture of 10% tobacco pellet extract (ET), ozone oxidation (OZ), addition of microalgae bioinput (MA) and addition of B complex vitamins. (VT). The treatments formed were: T1 (Control); T2 (ET); T3 (ET+OZ); T4 (ET+MA); T5 (ET+MA+VT); T6 (ET+OZ+MA); T7 (ET+OZ+MA+VT); When sowing, the bioinput was applied directly to the substrate, 6 mL per cell of each treatment. The evaluations were carried out 42 days after sowing and data were collected regarding seedling height (AP), stem diameter (DC), leaf area (AF), main root length (CR), dry mass of the aerial part (MSPA), root dry mass (MSR) and total dry mass (MST). Biometric growth assessments were also carried out regarding the ratio of leaf area to total dry mass (RAF), ratio of plant height to stem diameter (RAD), ratio of aerial part dry mass to root system dry mass (RRFA), plant height and shoot dry mass ratio (RALPA) and Dickson quality index (DQI). For all morphological variables analyzed, treatments T6 and T7 obtained positive results, proving to be a good indication for the production of pepper seedlings. Oxidation by ozone, the presence of vitamins B3 and the addition of microalgae were important in increasing the gains in AP, DC, AF, CR, MSPA, MSR and MST, making the IQD of the plants from these two treatments higher than the rest of treatments. Therefore, the use of tobacco pellets to form bioinput is a good alternative for the production of pepper seedlings.

KEY WORDS: Pepper; Niacin; Nicotinamide; Oxidative additive.

INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável desempenha um papel crucial na produção de alimentos de maneira eficiente e responsável, visando minimizar os impactos ambientais. Este enfoque não só preserva a biodiversidade e os ecossistemas naturais, como também é essencial para assegurar que as gerações futuras tenham acesso a alimentos saudáveis e nutritivos, ao mesmo tempo em que reduz a degradação do meio ambiente que sustenta a vida no planeta (Vietes, 2006; Altieri e Nicholls, 2017).

Nesse contexto, o uso de resíduos orgânicos e inorgânicos na agricultura tem recebido crescente atenção como uma estratégia fundamental para promover a sustentabilidade. Isso engloba desde a utilização de esterco de origem animal e compostagem de resíduos vegetais até o emprego de lodos de estações de tratamento de esgoto e dejetos de siderúrgicas como fertilizantes para enriquecer o solo. Além disso, a utilização de óleos essenciais no combate de pragas emerge como uma alternativa promissora aos produtos agroquímicos, oferecendo um controle menos agressivo ao ambiente (Puga et al., 2023)

Na agricultura, a reutilização dos resíduos resultantes da intensa atividade humana nos diversos setores de produção pode desempenhar um papel crucial na promoção da sustentabilidade ambiental. Um exemplo é a comercialização ilegal de cigarros, que gera uma quantidade significativa de resíduos. Além dos danos à saúde pública, esse comércio clandestino tem impactos consideráveis na economia e na segurança. Segundo a Receita Federal (2022), em 2021, mais de 9,2 mil toneladas de cigarros apreendidos foram destruídas, o que equivale a aproximadamente 307 milhões de maços. Uma parte desses resíduos é aproveitada na produção de fertilizantes e outros insumos agrícolas, enquanto outra parte é transformada em pellets e armazenada para eventual utilização na geração de energia por meio da queima desse material.

O emprego de bioinsumos na agricultura tem se destacado como uma estratégia sustentável e eficiente para estimular o crescimento das plantas e aprimorar as características físico-químicas do solo. Esses insumos são derivados de materiais biológicos, como microrganismos, extratos de plantas e algas, biofertilizantes e compostos orgânicos, agindo de maneira sinérgica para promover o desenvolvimento vegetal.

Nos últimos anos, as pesquisas envolvendo microalgas têm se expandido consideravelmente, impulsionadas pelo potencial desses microrganismos unicelulares como bioinsumos para o desenvolvimento das plantas. Esses estudos destacam diversos benefícios,

como o aumento da síntese de clorofila e carotenoides, a disponibilização de fitohormônios em quantidade significativa, e sua contribuição para a redução do uso de produtos químicos na agricultura (Araújo et al., 2022).

Além, das microalgas, as vitaminas também têm conquistado espaço no contexto da agricultura sustentável como impulsionadoras da produção agrícola. Os resultados de seu uso na agricultura apontam para melhorias na resistência das culturas a estresses bióticos e abióticos, além de aumentar a capacidade de acumulação de nutrientes, representando uma alternativa potencial para aumentar a produtividade e a vitalidade das plantas (Paraizo et al., 2021).

Dentre os estudos realizados com as vitaminas, as do complexo B, como a niacina e nicotinamida, tem gerado resultados promissores na agricultura sustentável devido a sua capacidade de formação das coenzimas $NAD^+/NADH$ e $NADP^+/NADPH$, que desempenham importantes funções como receptores ou doadores de elétrons em respostas catabólicas e anabólicas, sendo a vitamina B3 um bioestimulante de crescimento e manutenção do estado redox (Ferreira et al., 2023).

Visando oferecer uma solução sustentável para o descarte do resíduo de cigarro, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso extrato a base de pellets tabaco para produção de bioinsumo, aplicado em substrato agrícola em conjunto com microalgas e/ou vitaminas B3 e/ou ozônio (oxidação) na produção de mudas de pimenteira.

METODOLOGIA

Caracterização e localização da área experimental

A pesquisa foi realizada na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) – Unidade Universitária Cassilândia em uma casa de vegetação com telado agrícola de tela FreshNet 50%, de 18,0 m comprimento x 8,0 m de largura x 3,5 m de altura (área de piso de 144 m²), fechado em 45 graus, possuindo 12 bancadas metálicas (mesas) internas de 1,40 m de largura x 3,50 m de comprimento x 0,80 m de altura. O ambiente possui sistema de irrigação por microaspersão suspenso com emissores NETAFIM SPINET de 70 litros por hora. O estudo foi realizado entre os meses de março e maio de 2023.

Delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram formados por diferentes misturas de extrato a base de pellets de tabaco (ET - a 10%) com: oxidação por ozônio (OZ), bioinsumo de microalga (MA) e vitamina B3 (VT), como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Composição dos tratamentos (bioinsumos) com a mistura dos componentes extrato de tabaco a 10% (ET), oxidação por ozônio (OZ), bioinsumo de microalgas (MA) e vitamina B3 (VT).

Tratamentos	Composição
T1 (controle)	CONTROLE – ausência de bioinsumo
T2	ET
T3	ET + OZ
T4	ET + MA
T5	ET + MA + VT
T6	ET + OZ + MA
T7	ET + OZ + MA + VT

A composição dos tratamentos foi elaborado de forma que demonstrasse diferentes formulações, provindas da mistura de diferentes compostos, com extrato de pellets de tabaco (ET) como base do bioinsumo. A oxidação por ozônio ocorreu com objetivo oxidação do extrato de pellets de tabaco e em especial o alcalóide nicotina presente no tabaco para formação do ácido nicotínico (vitamina B3).

A adição de bioinsumo de microalga, teve como objetivo testar um composto biológico (rico em nutrientes e bioativas) que já tem estudos que comprovam seus benefícios

na agricultura para observar o seu sinergismo com extrato de pellets de tabaco. As vitaminas B3 adicionadas possuem papel essencial na formação das coenzimas NAD⁺/NADH e NADP⁺/NADPH, que desempenham papéis cruciais como receptores ou doadores de elétrons em respostas catabólicas e anabólicas. Essas coenzimas estão envolvidas em diversas ocorrências biológicas de oxidação-redução e são fundamentais para a manutenção do estado redox da célula.

Caracterização do bioinsumo e condução da cultura

O extrato de pellets tabaco (ET) foi elaborado a partir da adição de água deionizada em pellets de tabaco na proporção de 9/1 (nove partes de água e uma parte de pellets de tabaco), para atingir uma concentração de 10% no extrato. Os pellets de tabaco (Tabela 2) foram obtidos da destruição e peletização de cigarros apreendidos na fronteira pela Polícia Federal.

Após, à adição de água, os pellets de tabaco ficaram em um processo de hidratação durante 24 horas. Nesse tempo de hidratação foi realizada a oxigenação por uma bomba de ar com vazão de 3,2 L min⁻¹ em intervalos alternados de uma hora (uma hora ligada e uma hora desligada). Nos tratamentos com presença de oxidação por ozônio (OZ), em vez da oxigenação foi realizado a aplicação de ozônio com o auxílio de uma bomba que aplicava 2000 mg L⁻¹ de ozônio, com o mesmo intervalo de tempo da oxigenação. Após, as 24 horas o extrato foi separado da parte sólida do tabaco com ajuda de peneiras.

Tabela 2: Informações químicas dos pellets de tabaco usado no experimento.

MACRO NUTRIENTES	
Nitrogênio (N)	20,13 g Kg ⁻¹
Fósforo total (P ₂ O ₅)	5,10 g Kg ⁻¹
Potássio total (K ₂ O)	49,15 g Kg ⁻¹
Enxofre (S)	3,18 g Kg ⁻¹
Cálcio (Ca)	22,69 g Kg ⁻¹
Magnésio (Mg)	6,73 g Kg ⁻¹
MICRONUTRIENTES	
Boro (B)	50,67 mg Kg ⁻¹
Ferro (Fe)	267,00 mg Kg ⁻¹
Zinco (Zn)	38,25 mg Kg ⁻¹
Cobre (Cu)	66,75 mg Kg ⁻¹
Manganês (Mn)	353,25 mg Kg ⁻¹

Para formação dos tratamentos com presença de bioinsumo de microalgas, foram inseridas cinco partes de extrato de pellets tabaco (ET) + uma parte bioinsumo de microalgas (*Chlorella vulgaris*). Nos tratamentos com adição de vitamina B3 foram elaborados pela adição de niacina 100 mg L⁻¹ e nicotinamida 100 mg L⁻¹.

Após, a produção de todos os bioinsumos, foi realizada a aplicação dos tratamentos após a semeadura das sementes. Assim foram aplicados um volume 6 mL dos diferentes bioinsumos por célula (volume da célula de 10 mL de substrato).

Para produção de mudas foram utilizadas bandejas isopor com 128 células. O substrato utilizado foi o Carolina Soil (composto por turfa de sphagnum, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK). Em cada célula foram depositadas 3 sementes de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum*), permanecendo uma muda, após o desbaste. A irrigação das mudas foi feita diariamente por um sistema de microaspersão, sendo realizada duas vezes ao dia (uma vez pela manhã e outra no final da tarde) durante 15 minutos.

Avaliações efetuadas

As avaliações foram realizadas com 42 dias após semeadura (10 mudas por repetição). Foram coletados dados de altura de mudas em cm (AP – do colo até a inserção da folha mais nova), diâmetro do colo em mm (DC), área foliar em cm² (AF - auxílio do aplicativo de celular Easy Leaf Area) (Easlon e Bloom, 2014), comprimento da raiz principal em cm (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total em g por muda (MST – soma da MSPA + MSR). As massas secas foram obtidas com o auxílio de uma estufa de circulação de ar forçada a 65° C por 72 horas e pesadas com o auxílio de uma balança de precisão de 0,0001g.

Foram realizadas as seguintes avaliações biométricas de crescimento: razão de área foliar (RAF). $RAF = AF / MST$, relação altura de planta pelo diâmetro do colo (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA), relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) e índice de qualidade Dickson (IQD) = $MST / (AP/DC + MSPA/MSR)$ (Medeiros et al., 2018).

Todos os dados coletados passaram pelo teste de normalidade Shapiro Wilk para verificar se havia necessidade de transformação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR e as comparações de médias foram feitas com o teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Os dados também foram submetidos à análise de determinação da correlação de Pearson através da matriz de correlação com diferentes gradientes de cores entre as variáveis de estudo. As relações foram determinadas da seguinte forma, quanto mais próximo da coloração azul destacaram-se as correlações positivas, enquanto as correlações negativas com cor vermelha. Correlações entre 0 e 0,3 são consideradas fracas, entre 0,3 e 0,6 são consideradas moderadas e entre 0,6 e 1,0 são consideradas forte. Foram demarcados com um asteriscos as correlações com 0,05% de erro, com dois asteriscos as correlações com 0,01% de erro e três asteriscos as correlações 0,01% de erro.

Foi realizado análise multivariada por meio de variáveis canônicas e componentes principais com agrupamentos de dados (clusterizar). Todas as análises foram realizadas com o software R versão (v. 4.1.0), por meio dos pacotes Corrplot para correlação. A análise de componentes principais (ACP), foi realizada com os pacotes Ggfortify e Factoextra, e utilizando o pacote Candisc para variáveis canônicas, aplicados no software R (R Core Team, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

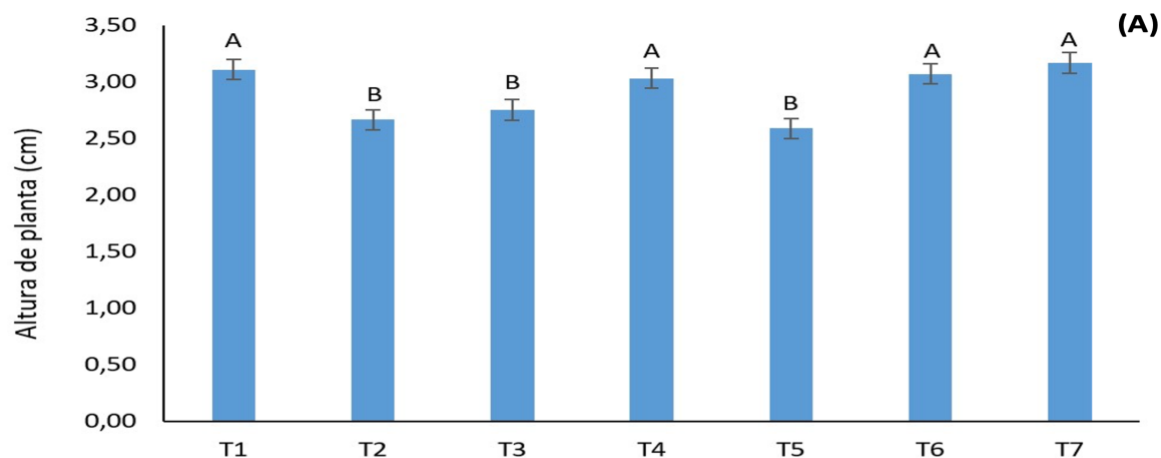
As características físico-químicas dos bioinsumos formados por cada tratamento estão evidenciadas na Tabela 3. Verificou-se que com presença da microalga na composição do bioinsumo, as características relacionadas ao potencial de óxido-redução (ORP) e pH mudam de forma a tornar o composto que era levemente oxidante e ácido em um composto redutor e alcalino. Ainda relacionado ao ORP, pode-se evidenciar que com a aplicação de ozônio como agente oxidante, este propiciou aumento do potencial de óxido-redução do bioinsumo.

Tabela 3: Características físico-químicas dos bioinsumos elaborados. Potencial de óxido-redução (ORP), pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (TDS).

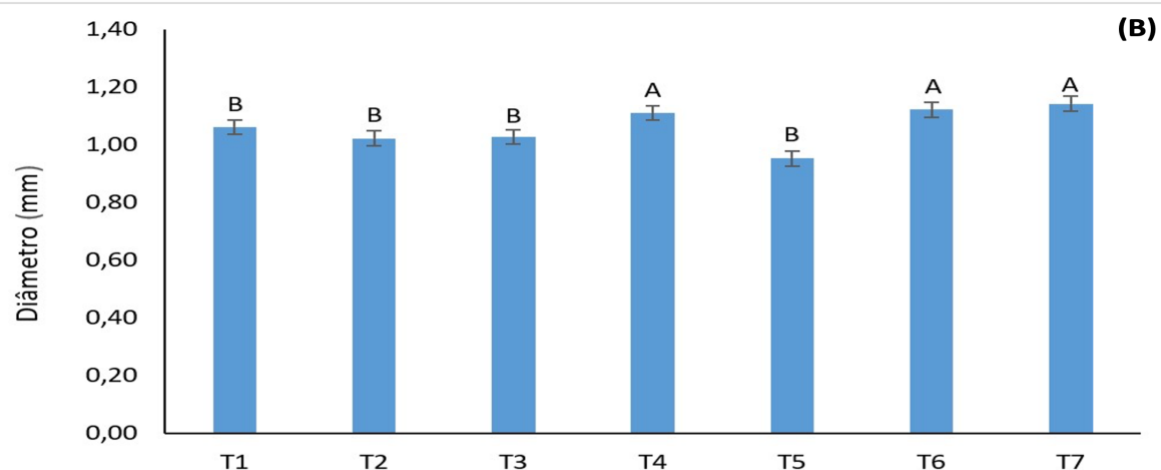
Tratamento	ORP (mV)	pH	Condutividade (μ S/cm)	TDS (mg/L)
T1	X	X	X	X
T2 - ET	3	6,50	10.470	5.250
T3 - ET + OZ	149	5,40	11.310	5.610
T4 - ET + MA	-236	9,59	10.450	5.230
T5 - ET + MA + VT	-205	9,33	9.823	4.912
T6 - ET + OZ + MA	-167	9,32	9.230	4.620
T7 - ET + OZ + MA + VT	-460	9,26	12.360	6.105

T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT.

A altura de mudas (AP) dos tratamentos T4, T6 e T7, que não diferiram do tratamento controle (T1), foram maiores que a dos demais tratamentos. As mudas dos tratamentos T4, T6 e T7 apresentaram maior diâmetro de colo (DC) que as mudas dos demais tratamentos (Figura 1).



C.V: 11,21%



C.V: 7,34%

Letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Barras verticais indicam erro padrão. T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT; C.V - Coeficiente de variação.

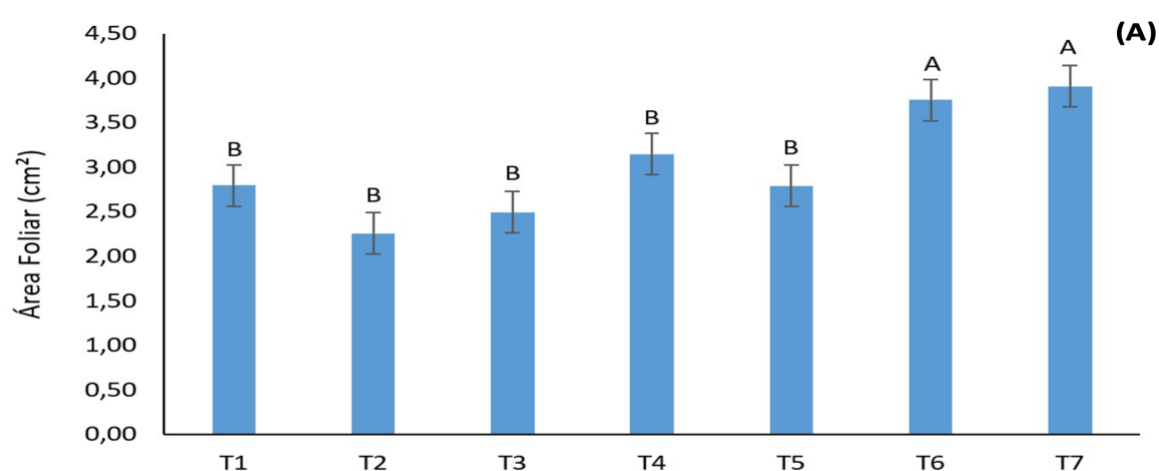
Figura 1: Altura de planta (A) e diâmetro de colo (B) de mudas de pimenteira nos diferentes tratamentos testados.

Os tratamentos T6 e T7, além de maior altura de mudas e diâmetro, apresentaram, também, maior crescimento de mudas, em relação foliar (AF) e maior comprimento da raiz principal (CR) (Figura 2).

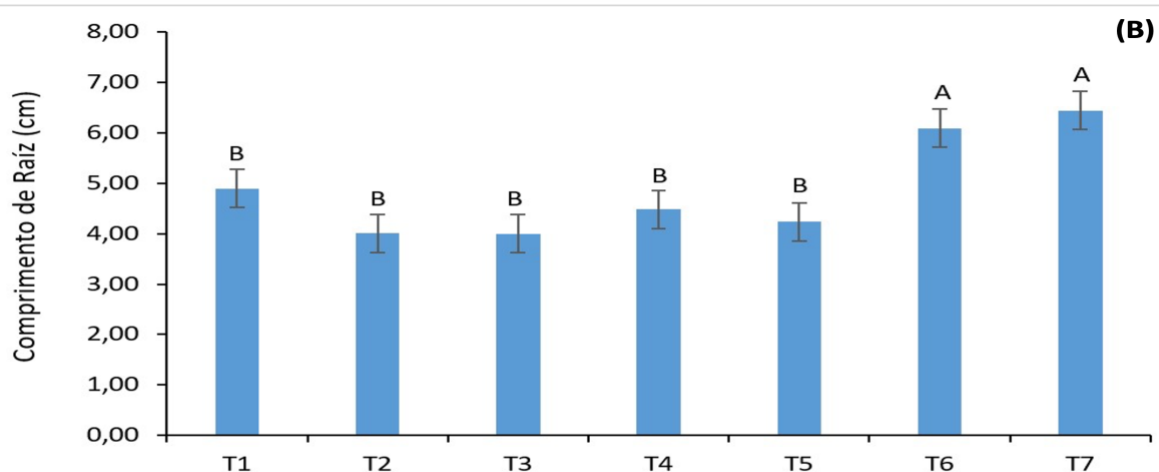
A aplicação de misturas de bioinsumos líquidos (T6), assim como misturas de insumos líquidos e vitaminas (T7), ambas com aplicação de ozônio em sua formação, tiveram influencia no crescimento do sistema radicular e da área foliar das mudas de pimenteira (Figura 2). Essas duas características des crescimento estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento morfológico e aos processos fisiológicos das plantas,

incrementando assim o desenvolvimento das mudas, refletindo assim os resultados positivos para as variáveis AP e DC para os mesmos tratamentos (Figura 1).

A utilização de microalgas como bioinsumo na agricultura tem trazido significativos incrementos no crescimento e desenvolvimento das plantas, como o que foi observado nos tratamentos T6 e T7, devido a disponibilização de fitormônios, nutrientes e outros bioestimulantes (Hussain e Hasnain, 2011). Efeitos similares de incremento na altura de planta e diâmetro do caule foram observados por Garcia-Gonzalez e Sommerfeld (2016) com aplicação de microalgas em mudas de tomate.



C.V: 14,2%



C.V: 10,53%

Letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Barras verticais indicam erro padrão. T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT; C.V - Coeficiente de variação.

Figura 2: Área foliar (A) e comprimento de raiz (B) de mudas de pimenteira nos diferentes tratamentos testados.

Além, das microalgas, outro fator presente nos bioinsumos dos tratamentos T6 e T7 foi a oxidação por ozônio. A aplicação de ozônio no extrato de pellets de tabaco causa uma reação (oxidação) na nicotina que como resposta forma o ácido nicotínico, composto que pertence ao grupo das vitaminas B3 (Wollheim et al, 2020). O ácido nicotínico é uma substância solúvel em água presente em diversas plantas e animais. Ela desempenha funções essenciais em processos biológicos fundamentais, como a produção de energia e a transmissão de sinais no organismo (Baj et al, 2018).

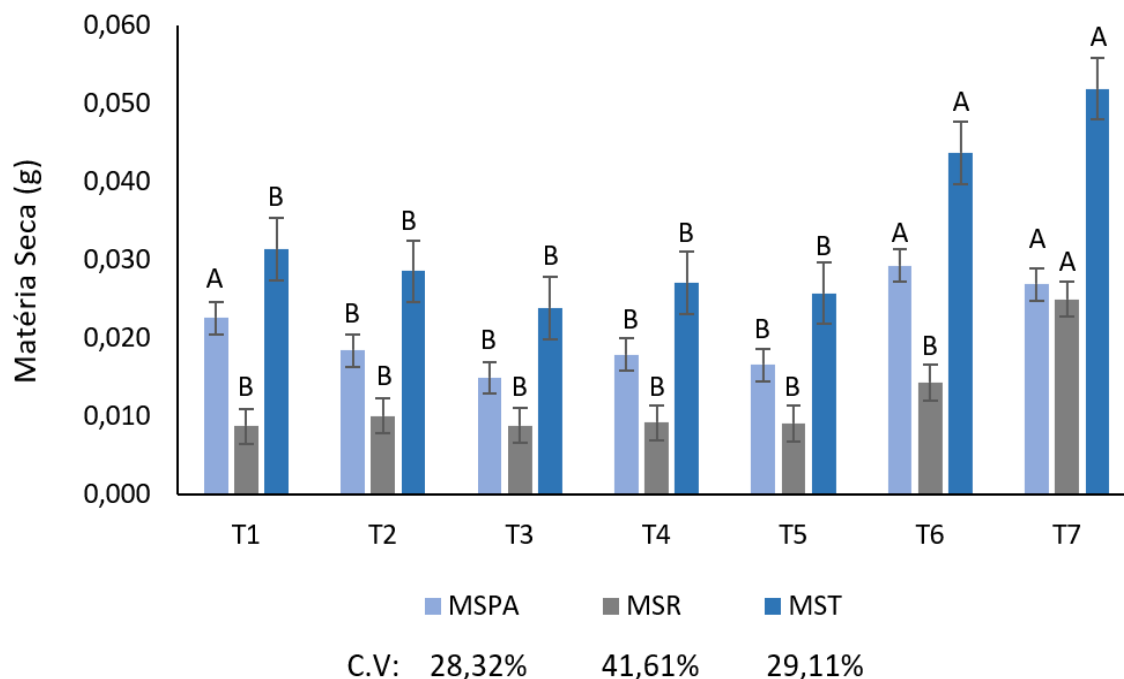
As vitaminas B3 são essenciais na formação das coenzimas NAD⁺/NADH e NADP⁺/NADPH, atuando na disponibilização e aceitação de íons hidrogênio em reações de liberação de energia nos processos fotossintéticos (Abdelhamid et al, 2013), aumentando a formação esqueletos de carbono para as plantas, compostos importantes para formação e desenvolvimento de estruturas essenciais. Devido a essa ligação das vitaminas B3 com processos metabólicos secundários, Thomé (2021) observou em seu trabalho um acréscimo no peso dos grãos e no diâmetro de espigas na cultura do milho.

As mudas de pimenta com maior matéria seca aérea foram verificadas nos tratamentos T6 e T7, com maior matéria seca radicular no tratamentos T7 e com maiores matéria seca total nos tratamentos T6 e T7 (Figura 3). Novamente, os tratamentos que apresentaram maior sistema radicular e maior área foliar (Figura 2), também promoveram maiores acúmulo de matérias secas.

O maior desenvolvimento do sistema radicular pode ter levado aos altos valores encontrados nas outras características morfológicas, uma vez que a raiz é o principal órgão responsável pela absorção de nutrientes e água, fatores diretamente relacionados a formação e desenvolvimento de diversas estruturas na planta. Resultados semelhantes foram observados em mudas de meloeiro Cantaloupe sob aplicação de niacina no trabalho de Vendrusculo et al. (2017), onde plantas que apresentaram um maior crescimento do sistema radicular obtiveram maiores valores em matéria seca.

De modo geral, esse maior acúmulo de matéria seca para os tratamentos T6 e T7, pode ser explicado principalmente pelo maior comprimento de raízes e pela maior área foliar obtido por esses tratamentos, fatores que aumentam a absorção de nutrientes e formação de compostos e estruturas da planta. Passos et al. (2023) verificaram um efeito significativo nos índices de massa seca da parte aere e do sistema radicular em mudas de pimentão quando aplicado bioinsumo a base de microalgas. Semelhante a Guimarães et al. (2012) e

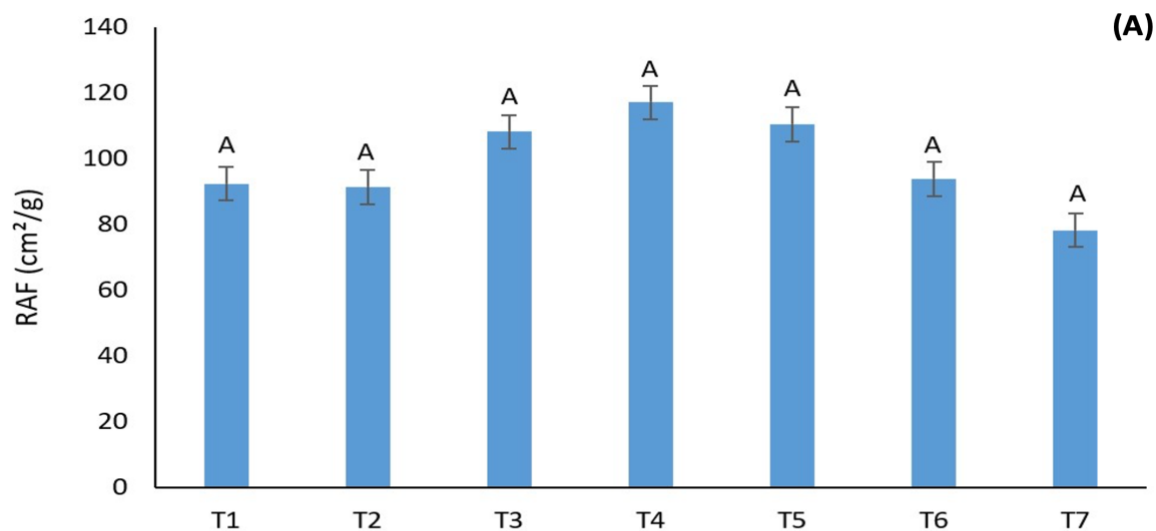
Hernández-Herrera et al. (2014), que relataram aumento no peso das raízes de mamoeiro e tomateiro, respectivamente, ao aplicarem extrato de algas nas mudas.



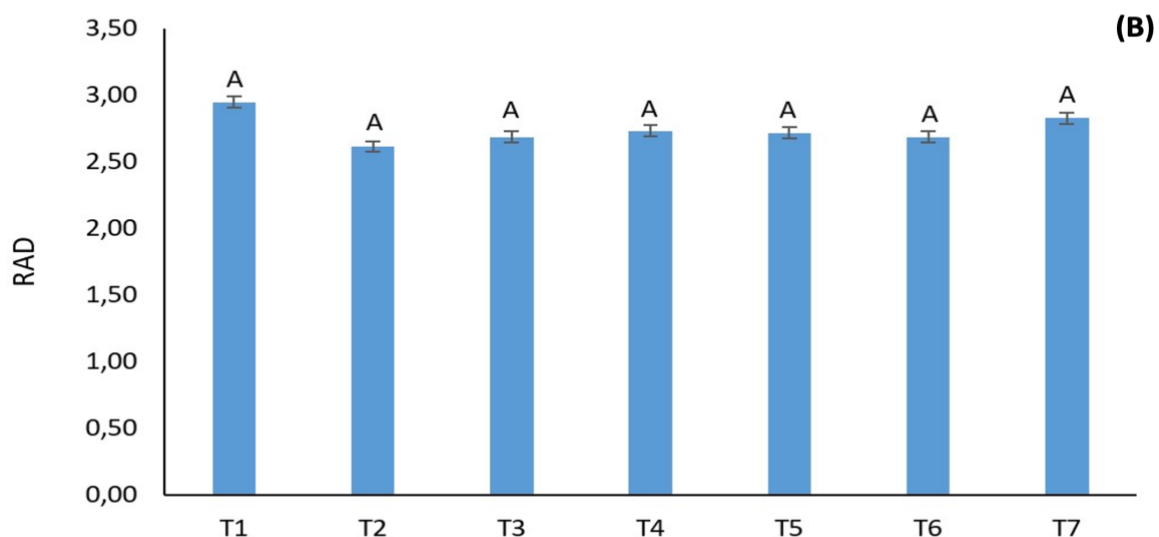
Letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Barras verticais indicam erro padrão. T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT; C.V - Coeficiente de variação.

Figura 3: Matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de mudas de pimenteira nos diferentes tratamentos testados.

Para a razão de área foliar (RAF) e a relação altura de planta e diâmetro de cola (RAD) (Figura 4) das mudas de pimenteira, não houve diferenças significativa entre os tratamentos testados.



C.V: 30,36%



C.V: 12,48%

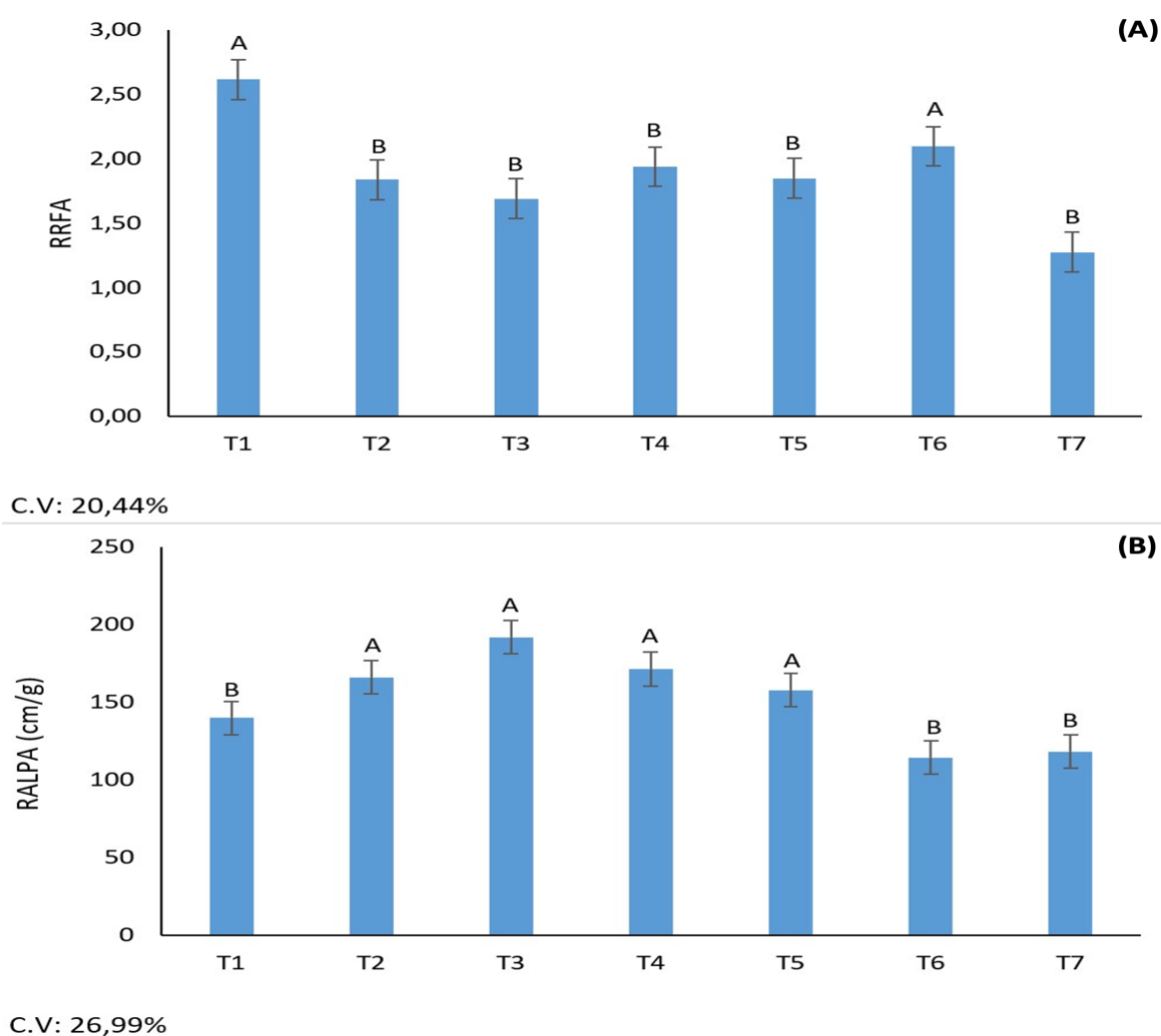
Letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Barras verticais indicam erro padrão. T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT; C.V - Coeficiente de variação.

Figura 4: Razão de área foliar (RAF) (A) e relação entre a altura de planta e o diâmetro do colo (RAD) (B) de mudas de pimenteira nos diferentes tratamentos testados.

Para as médias referentes a RRFA evidenciou que os tratamentos T1 e T6 obtiveram a relação estatisticamente maiores do que o restante dos tratamentos. Quando comparado aos resultados de matéria seca (Figura 3) que estão diretamente ligados a essa relação, nota-se que apenas o tratamento T7 obteve valores altos para MSPA, porém sua MSR também foi

alta, o que levou a valores baixos de RRFA, diferente do restante dos tratamentos T2, T3, T4 e T5, que tiveram MSR semelhante aos tratamentos T1 e T6, porém tiveram MSPA baixas.

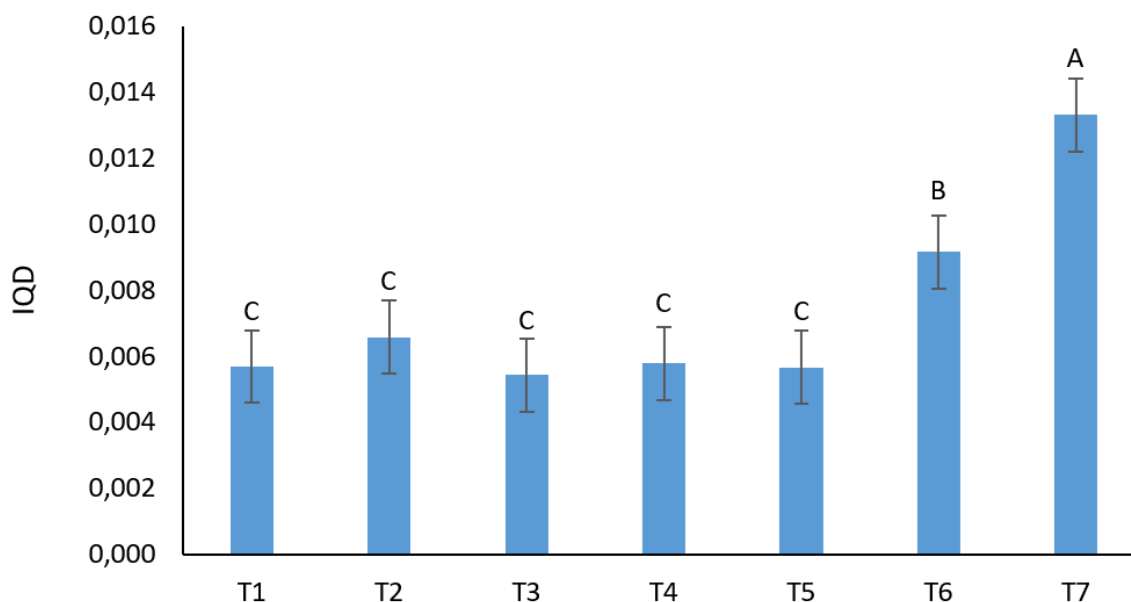
Para a relação RALPA se verificou-se que os tratamentos T1, T6 e T7 obtiveram relações menores que o restante dos tratamentos, o que indica que as plantas desses tratamentos tiveram um bom acúmulo de matéria orgânica na parte aérea, tornando as mudas mais vigorosas e menos susceptíveis a estresses bióticos e abióticos.



Letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Barras verticais indicam erro padrão. T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT; C.V - Coeficiente de variação.

Figura 5: Relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA) (A) e relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) (B) de mudas de pimenteira nos diferentes tratamentos testados.

Para a variável Índice de qualidade Dickson (IQD) (Figura 6), o tratamento T7 obteve resultado maior que o restante dos tratamentos, mostrando uma maior qualidade das mudas de pimenteira, pois este índice leva em consideração uma distribuição equilibrada da biomassa na planta e do crescimento em altura e diâmetro (Medeiros et al., 2018).



C.V: 37,09%

Letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade. Barras verticais indicam erro padrão. T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT; C.V – Coeficiente de variação.

Figura 6: Índice de qualidade Dickson (IQD) de mudas de pimenteira nos diferentes tratamentos testados.

A Figura 7, o gráfico de correlação de Pearson que avalia o nível de relação entre as variáveis coletadas no trabalho. Assim, observou-se que as variáveis morfológicas tem uma correlação positiva forte entre elas, evidenciando que os dados estão diretamente relacionados, ou seja, o aumento do valor de algum deles acarreta diretamente no aumento do outro. Já para as correlações entre as variáveis morfológicas e as avaliações biométricas de crescimento, observou-se uma correlação negativa, uma vez que, uma vez que a maior parte das avaliações biométricas são razões entre duas ou mais variáveis morfológicas.

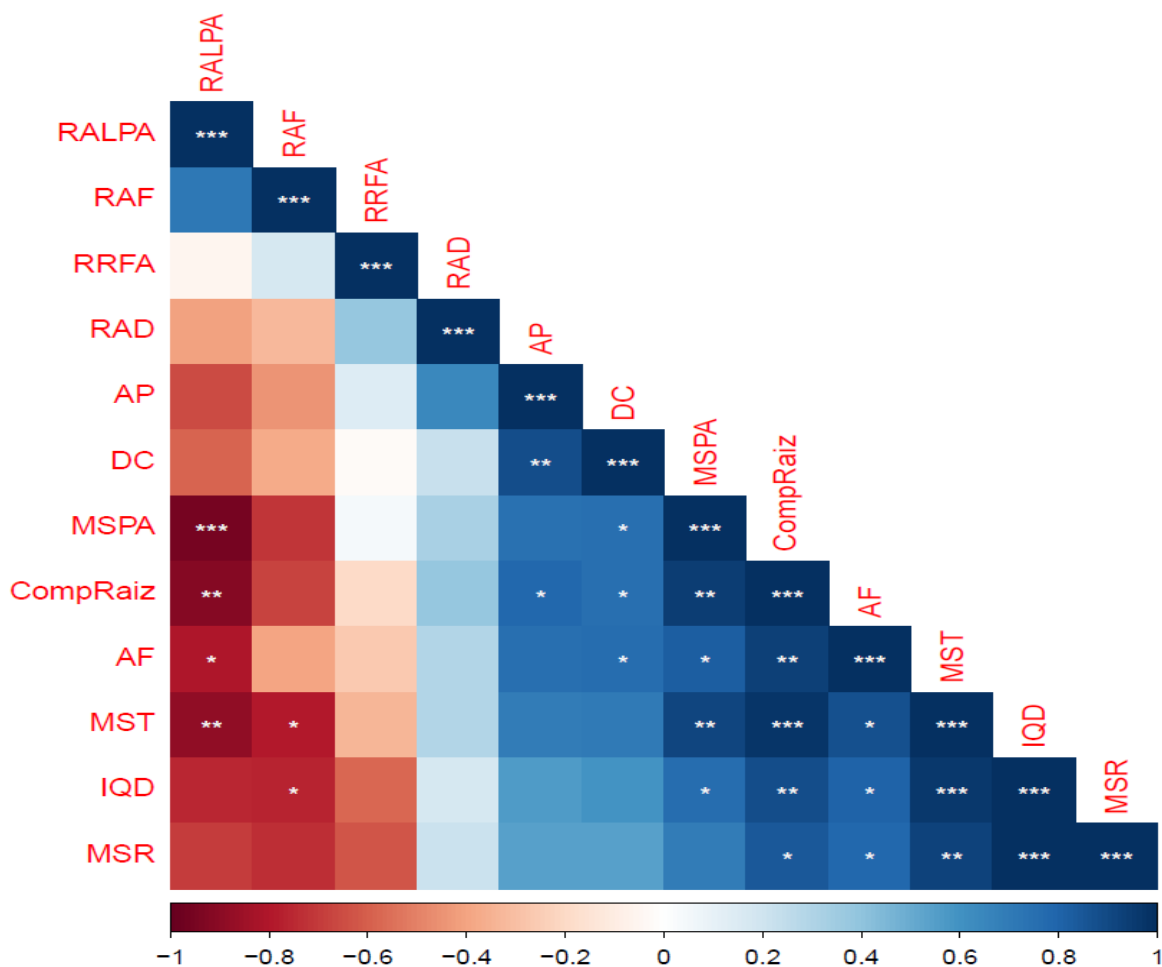
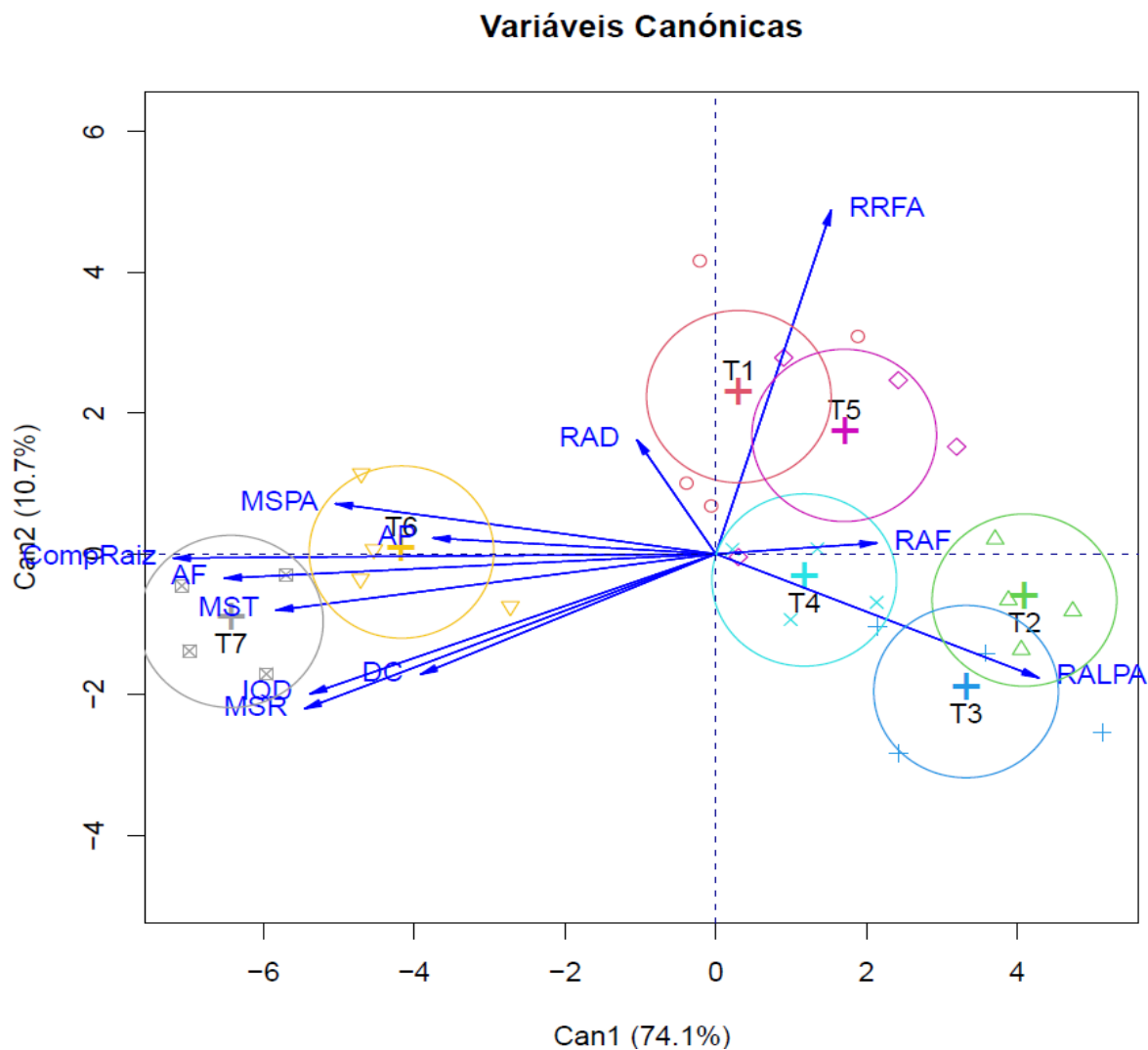


Figura 7: Correlação de Pearson para as variáveis altura de mudas (AP), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), comprimento da raiz principal (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST), razão de área foliar (RAF), relação altura de planta pelo diâmetro do colo (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA), relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) e índice de qualidade Dickson (IQD).

A análise de variáveis canônicas explica no primeiro eixo 74,1% e no segundo 10,4% contabilizando a aplicação de 84,5% da variação total dos dados (Figura 8), podemos observar que os vetores das variáveis morfológicas altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), comprimento da raiz principal (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST) tenderam para os tratamentos T6 e T7, evidenciando um forte relação desses dois tratamentos sobre os parâmetros de crescimento.

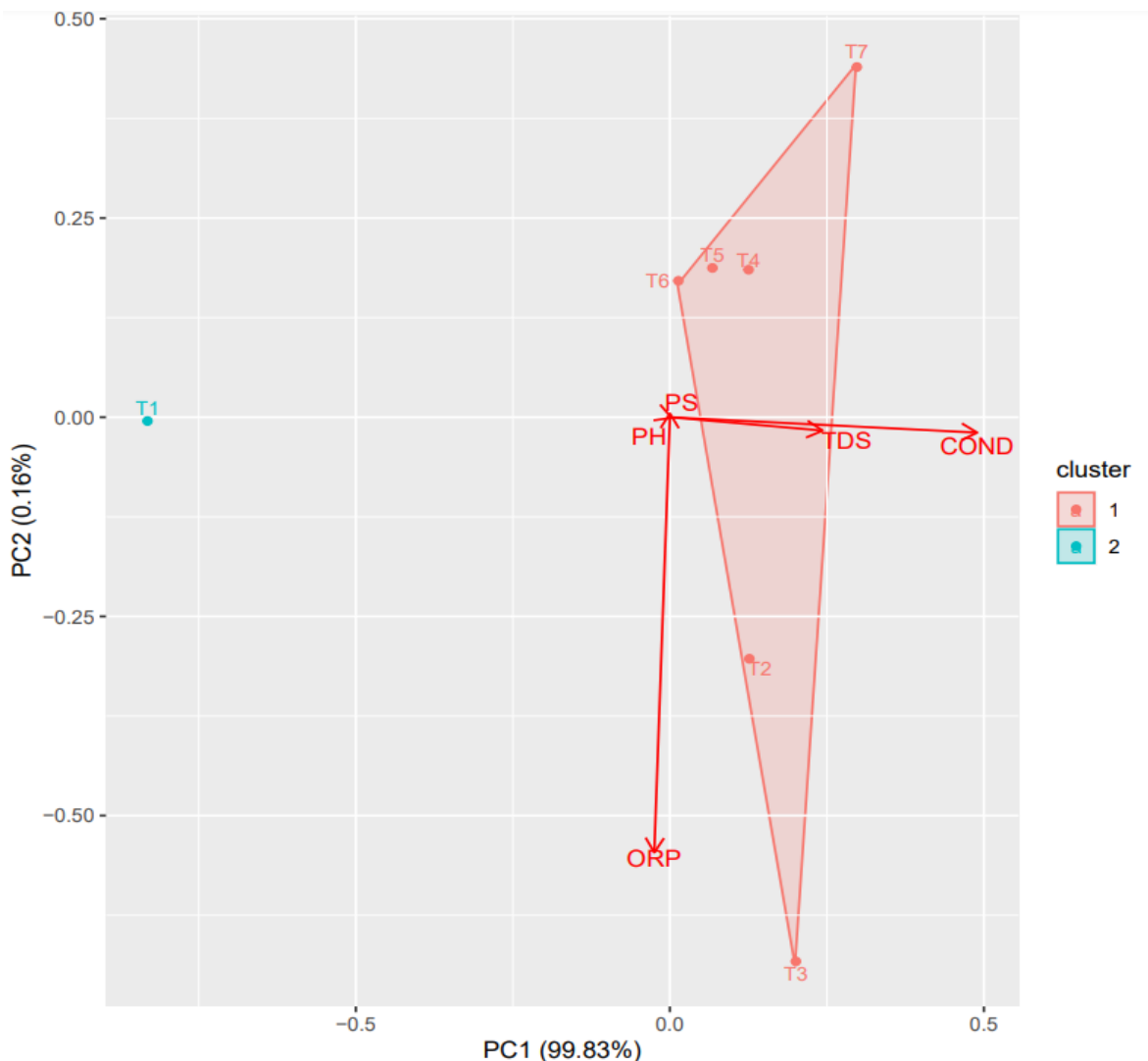


T1 - Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT.

Figura 8: Análise de variáveis canônicas de altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), comprimento da raiz principal (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST), razão de área foliar (RAF), relação altura de planta pelo diâmetro do colo (RAD), relação massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RRFA), relação altura de planta e massa seca da parte aérea (RALPA) e índice de qualidade Dickson (IQD).

A primeira componente explica 99,8% (cluter 1 – vermelho) da variabilidade dos dados, enquanto a segunda aplica 0,2%, assim sendo o mapa perceptual bidimensional (Figura 9). Verificou-se que as variáveis das características físico-químicas, como potencial de óxido-redução (ORP), pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (TDS) dos bioinsumos elaborados estão correlacionadas com o agrupamento dos tratamentos: T2, T3,

T4, T5, T6 e T7. Verificou-se que o valor de ORP são negativamente correlacionados com pH do bioinsumo.



T1- Controle; T2 - ET; T3 - ET+OZ; T4 - ET+MA; T5 - ET+MA+VT; T6 - ET+OZ+MA; T7 - ET+OZ+MA+VT.

Figura 9: Análise de componentes principais para Potencial de óxido redução (ORP), pH, condutividade elétrica (COND), sólidos totais dissolvidos (TDS) e percentual de sal (PS).

De maneira geral, os tratamentos T6 e T7 obtiveram resultados positivos na maior parte das variáveis analisadas. Esses dois tratamentos mencionados, receberam oxidação por ozônio em sua formulação, oxidando da nicotina presente no tabaco, formando o ácido nicotínico, composto orgânico que pertence ao grupo das vitaminas do complexo B (niacina) essencial para diversos processos metabólicos e fisiológicos (Maria e Moreira, 2011). Além disso existe a presença das microalgas nos dois tratamentos, que disponibilizam fitormônios

e outros bioestimulantes para as mudas, aumentando assim o metabolismo e o desenvolvimento de estruturas essenciais para as plantas, levando ao maior acúmulo de matéria orgânica.

Com isso, os pellets de tabaco evidenciaram uma boa alternativa para produção de bioinsumo. Sua associação com outros componentes geraram resultados promissores para o desenvolvimento das mudas e assim sua respectiva utilização na agricultura.

CONCLUSÃO

O extrato de pellets de tabaco oxidado, com adição de microalga e vitaminas do complexo B3 incrementou o desenvolvimento e a qualidade na produção de mudas de pimenteira, sendo uma alternativa viável de reaproveitamento do resíduo para o uso sustentável na produção vegetal.

REFERÊNCIAS

ABDELHAMID, M. T.; SADAK, M. S.; SCHMIDHALTER, U.; EL-SAADY, A. M. Interactive effects of salinity stress and nicotinamide on physiological and biochemical parameters of faba bean plant. **Acta Biológica Colombiana**, v. 18, n. 3, p. 499-510, 2013.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 267-282, 2017.

ARAÚJO, B.; MACHADO, W.; MORIOKA, L. R. I.; MURATA, M. M.; DA SILVA, J. B.; SUGUIMOTO, H. H. Uso de Microalgas como Bioestimuladoras da Germinação de Sementes. **Uniciências**, v. 26, n. 1, p. 58-62, 2022.

BAJ, Y.; PATEL, S.; PATEL N. K. Synthesis, Characterization and Optimization Study of Nicotine Derivatives. **International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research**, v. 5, n. 8, p. 584-589, 2018.

EASLON, H. M.; BLOOM, A. J. Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. **Applications in plant sciences**, v. 2, n. 7, 2014.

FERREIRA, E. S.; BINOTTI, F. F. S.; COSTA, E.; VENDRUSCOLO, E. P.; BINOTTI, E. D. C.; SALLES, J. S.; SALLES, J. S. Vitamin B3 with action on biological oxide/reduction reactions and growth biostimulant in *Chlorella vulgaris* cultivation. **Algal Research**, v.76, 103306, 2023.

GARCIA-GONZALEZ, J., SOMMERFELD, M. Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. **Journal of applied phycology**, v. 28, p. 1051-1061, 2016.

GUIMARÃES, I. P.; BENEDITO, C. P.; CARDOSO, E. A.; PEREIRA, F. E. C. B.; OLVEIRA, D. M. Avaliação do efeito do uso de extrato de alga (Raíza) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Bioesfera**, v. 8, n. 15, p. 312- 320, 2012.

HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F.; RUIZ-LÓPEZ, M. A.; NORRIE, J. HERNÁNDEZ-CARMONA, G. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Applied Phycology**, v. 26, n. 1, p. 619-628, 2014.

HUSSAIN, A.; HASNAIN, S. Phytostimulation and biofertilization in wheat by cyanobacteria. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, n. 1, p. 85-92, 2011.

MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. A intrigante bioquímica da niacina: uma revisão crítica. **Química Nova**, v. 34, p. 1739-1752, 2011.

MEDEIROS, M. D. B. C. L.; JESUS, H. I.; SANTOS, N. D. F. A.; MELO, M. R. S.; SOUZA, V. Q.; BORGES, L. S.; FREITAS, L. S. Índice de qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 159-173, 2018.

PARAIZO, E. A.; DE SOUZA DAVID, A. M. S.; CONCEIÇÃO, E. D. R. S.; DA SILVA, R. R. P.; DA SILVA, C. D.; NOBRE, D. A. C. Tiamina como atenuador do estresse salino em sementes de arroz. **Agronomic Crop Journal**, v. 30, p. 123-135, 2021

PASSOS, N. R. F.; CARVALHO, R. S.; PAZ, C. D.; OLIVEIRA, G. M.; OLIVEIRA, R. A. L. Uso de extrato de algas marinhas em mudas de pimentão no Submédio do Vale do São Francisco: Use of seaweed extract on sweet pepper seedlings in the Lower Middle of the São Francisco Valley. **Revista Semiárido De Visu**, v. 11, n. 2, p. 226-242, 2023.

PUGA, A. P.; PIRES, A. M. M.; BETTIOL, W.; DE ANDRADE, C. A. Uso de lodo de esgoto na agricultura: **entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**, Wagner Bettiol. 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing (Versão 4.3.2). **R Foundation for Statistical Computing**, 2023. Disponível em: <https://www.r-project.org>.

RECEITA FEDERAL. **Receita Federal registra recorde histórico na destruição de cigarros apreendidos**. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2022/janeiro/receita-federal-registra-recorde-historico-na-destruicao-de-cigarros-apreendidos>. Acesso em: 25 set. 2023.

THOMÉ, S. E. N. **Nicotinamida e fitohormônios como bioestimulantes na cultura do milho**. 2021, 50p, Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2021.

VENDRUSCOLO, E. P.; MARTINS, A. P. B.; SELEGUINI, A. Doses e parcelamento de niacina no desenvolvimento inicial de meloeiro Cantaloupe. **Revista agro@ mbiente on-line**, v. 11, n. 3, p. 209-214, 2017.

VIEITES, R. G. Agricultura sustentável: uma alternativa ao modelo convencional. **Geografia Agrária**, v. 1, n. 1-14, 2006.

WOLLHEIM, C.; DA SILVA GONÇALVES, E.; LOPES, K. C.; BEGA, A. Efeito microbicida do ozônio gasoso em *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*. **Revista Ibero-Americana de Podologia**, v. 2, n. 1, p. 121-121, 2020.