

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

THAÍS FARIAS DOS SANTOS

**FUNGICIDAS E MOSTARDA CALIENTE 199 NO CONTROLE DE
RAIZ ROSADA EM ALHO**

**Uberlândia - MG
Abril - 2024**

THAÍS FARIAS DOS SANTOS

**FUNGICIDAS E MOSTARDA CALIENTE 199 NO CONTROLE DE
RAIZ ROSADA EM ALHO**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz
Luz

**Uberlândia - MG
Abril - 2024**

THAÍS FARIAS DOS SANTOS

**MOSTARDA E FUNGICIDAS NO CONTROLE
DE RAIZ ROSADA EM ALHO**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Uberlândia – MG, 30 de Abril de 2024

Banca Examinadora:

Eng. Me. Maikon Ribeiro de Almeida Maximiano
Membro da Banca

Eng. Carlos Henrique Lemos
Membro da Banca

Dr. José Magno Queiroz Luz
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me capacitar e me proporcionar saúde para chegar até aqui.

A minha família, pai Cleber, padrasto Vanderlei, irmãos Isabela, Gustavo e Gabriel por me apoiarem e pelo suporte, fazendo com que esse sonho se tornasse realidade.

Especialmente a minha mãe Maurivânia que sempre foi a minha inspiração, de mulher, de profissional e de mãe. Pelas palavras de conforto, conselhos, suporte e por me mostrar e incentivar que o estudo é primordial.

Ao meu orientador Dr. José Magno Queiroz Luz, pela confiança, amizade, paciência, por proporcionar a oportunidade de realizar o meu trabalho de conclusão de curso na área que eu me identifiquei e por inúmeros ensinamentos durante a minha trajetória acadêmica.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Olericultura e Plantas Medicinais – GEPOM, que me proporcionou uma vasta experiência durante a graduação e me fez apaixonar por esta área. Em especial ao Maikon, que foi um grande amigo durante a graduação, por seus conselhos, ajuda e companheirismo.

Ao meu professor Dr. Hugo César Rodrigues Moreira Catão, pelo seu profissionalismo, orientação e apoio durante a graduação, me incentivando a cada dia ser uma versão melhor através da dedicação constante e na capacitação profissional.

A todos os meus amigos, pelo companheirismo, ajuda, incentivo, amizade e paciência em todos os momentos.

Obrigada a todos que fizeram e fazem parte da minha jornada, cada um com sua individualidade e que com certeza me ajudaram a ser quem sou hoje.

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) está entre as mais importantes culturas olerícolas do Brasil e do mundo, ocupando a quarta posição entre as hortaliças de maior relevância socioeconômica. A presença de fungos de solo auxilia na redução da produtividade e este fator demonstra-se de fator preocupante deixando-os incultiváveis, devido à persistência dos mesmos nos solos com base nas suas estruturas de resistência. Portanto, faz-se necessário a adoção de manejos eficazes, econômicos e sustentáveis para equilibrar a microbiota e elevar a produtividade. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho, testar a eficiência de fungicidas e da mostarda Caliente 199 no controle de raiz rosada (*Setophoma terrestris*) na cultura do alho. O experimento foi conduzido na fazenda Horizonte, em Água Fria de Goiás GO, pertencente a Agrícola Tanabe, utilizando a cultivar Ito. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 5 tratamentos (Testemunha; Mostarda Caliente 199 (MC199); Odin – 1,5 L ha⁻¹, Fox Xpro – 2,0 L ha⁻¹; Odin+FoxXpro – 1,5 L ha⁻¹ + 2,0 L ha⁻¹), e 4 repetições, totalizando 20 parcelas. A parcela foi constituída de 12 linhas de 7,2 m com 30m de comprimento, e a parcela útil considerada, foram as 4 linhas centrais. As características avaliadas foram: atividade bioquímica do solo, biometria de plantas, escala de notas de raiz durante o ciclo e a produtividade. Na análise bioquímica do solo: carbono da biomassa microbiano, desidrogenase, fluoresceína diacetato; Respiração e taxa de respiração diária microbiana do solo. Os resultados evidenciaram que os tratamentos utilizando os fungicidas e a mostarda expressaram melhor atividade e revitalização na microbiota do solo. Nas avaliações de biometria de plantas realizadas durante o ciclo, os resultados indicaram uma forte influência de fungicidas isolados e combinados. no controle da raiz rosada realizados durante o ciclo da cultura. A mostarda Caliente 199 e os fungicidas isolados ou juntos, proporcionaram menor severidade da doença. Já a utilização dos fungicidas juntos, induziram maior produtividade de alhos classe 7 e está entre os tratamentos com mais alhos classe 6.

Palavras-chave: *Allium sativum*. *Setophoma terrestris*. produtividade

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) stands among the most important horticulture species cultivated in Brazil and in other countries, ranking as the fourth most socioeconomically relevant horticulture plant. The presence of soil fungi contributes to reduced yield, which is a concerning factor that can make soil not suitable for agriculture, due to fungi persistence in the form of resistant survival structures. Therefore, it is necessary to adopt effective, affordable and sustainable practices in order to balance microbiota and increase yield. Thus, the objective of this study was to test the effectiveness of fungicides and of Caliente 199 mustard in controlling pink root (*Setophoma terrestris*) in garlic. The experiment was conducted in the Horizonte farm, in Água Fria de Goiás – GO, owned by Agrícola Tanabe, and the chosen genotype was the Ito cultivar. The experimental design was the randomized blocks design, with 5 treatments (Control; Caliente 199 mustard (MC199); Odin – 1.5 L ha⁻¹; Fox Xpro – 2.0 L ha⁻¹; Odin + Fox Xpro – 1.5 L ha⁻¹ + 2.0 L ha⁻¹), and 4 replicates, totaling 20 plots. Each plot consisted of 12 rows of 7.2 m with a length of 30 m, and the useful plot consisted of the 4 central rows. The evaluated traits were: soil biochemical activity, plant biometrics, root score scale through plant cycle, and yield. In the soil biochemical analysis: microbial biomass carbon, dehydrogenase, fluorescein diacetate, respiration, and soil microbial daily respiration rate. The results showed that treatments with fungicides and mustard expressed higher soil microbiota activity and revitalization. The results of plants' biometric traits indicated a strong influence of isolated and combined fungicides on controlling pink root throughout plant cycle. Caliente 199 mustard, as well as isolated or combined fungicides, provided lower pink root severity. The use of the combined fungicides induced higher yield of class 7 garlic and ranks among the highest yields of class 6 garlic.

Keywords: *Allium sativum*. *Setophoma terrestris*. Yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Precipitação, temperaturas máximas e mínimas registradas na área durante a condução do experimento	17
Figura 2. Escala de notas de severidade de sintomas de raiz rosada	19
Figura 3. Área radicular com alta severidade de raiz rosada	19
Figura 4. Classificação comercial de alho nobre conforme diâmetro em cm	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos e doses utilizadas dos produtos no experimento	1
Tabela 2. Avaliação Biométrica de Plantas e Severidade de Raiz Rosada aos 55 DAP.....	22
Tabela 3. Análise bioquímica do solo aos 55 DAP.....	23
Tabela 4. Avaliação Biométrica de Plantas e Severidade de Raiz Rosada aos 92 DAP.....	25
Tabela 5. Avaliação Biométrica de Plantas e Severidade de Raiz Rosada aos 123 DAP	26
Tabela 6. Produtividades médias de alho	27
Tabela 7. Produtividade em agrupamento de acordo com as classes de alho	28

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 ALHO	11
2.2 CULTIVARES DE ALHO NOBRE	12
2.2.1 CULTIVAR ITO	12
2.3 DOENÇAS DE SOLO EM ALHO.....	13
2.3.1 RAIZ ROSADA	13
2.4 MÉTODOS DE CONTROLE	14
2.4.1 CONTROLE CULTURAL.....	14
2.4.1.1 MOSTARDA CALIENTE 199	15
2.4.2 CONTROLE QUÍMICO	15
2.4.2.1 FOX XPRO	16
2.4.2.2 ODIN.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	29

1. INTRODUÇÃO

O alho (*Allium sativum*) é uma importante hortaliça que compõem diversos pratos culinários e uma cultura geradora de empregos, pois diversas etapas na produção são manuais. Um hectare de alho contribui com quatro empregos diretos e 12 indiretos. Anualmente, essa cultura gera mais de 250 mil empregos (ANAPA, 2022)

A produção brasileira de alho no ano de 2023 correspondeu a 181,149 toneladas, com área plantada de 13.305 hectares e rendimento médio de 13.615 kg/ha (IBGE,2022). No ano seguinte a produção nacional ultrapassou 199 mil toneladas, o que correspondeu a um aumento de aproximadamente 18% comparado ao ano anterior (CONAB, 2023).

O estado de Goiás produziu cerca de 58,4 mil toneladas em 2022, em que representou 32,3% da produção da nacional. Comparado ao ano anterior, acarretou um aumento de 16,4% na produção, e redução de área de 1,7%, mas com aumento de produtividade de 18,4%. (CONAB, 2023).

A produção de alho no Brasil é dividida em duas categorias: a primeira denominada semi-nobre, que formada por cultivares mais rústicas e menos exigentes em condições climáticas. E a segunda nobre, composta por cultivares de alho roxo com alto valor comercial. Dentre as variedades de alho nobre mais amplamente cultivadas, apresentando características comerciais superiores estão Caçador, Quitéria, Jonas, Chonan e Ito. (RESENDE *et al.*, 2018).

Uma das principais doenças que prejudicam o desenvolvimento da cultura do alho, está a raiz rosada, causada pelo fungo *Setophoma terrestris*, que é um fungo de baixa especificidade e possui certa diligência pelos produtores, levando em consideração que habita o solo e infecta plantas monocotiledôneas como a cebola, cebolinha-verde e alho (WORDELL FILHO, 2006).

Diversos métodos de controle são empregados na redução do patógeno no solo ou gravidade da doença. Dentre eles estão o controle químico, com a utilização de defensivos químicos utilizando o Bunema na fumigação do solo, isolado ou integrado com fungicidas como por exemplo Fox Xpro, que possuem mais de um princípio ativo, sendo assim, apresentam maior espectro de controle (ROCHA, 2023).

A biofumigação natural é outro método de controle realizado, através de produtos químicos voláteis que são liberados através de tecidos danificados de Brassica juncea, a Mostarda Caliente 199. A mesma selecionada por obter elevado teor de glucosinolato, que é um composto presente na planta e precursor do gás biofumigante isotiocianato. O composto natural produzido pode ser considerado um biocida para sementes, insetos, nematoides e

outros microorganismos como fungos e bactérias (ANAPA, 2023; DARBY et al., 2018).

Com intuito expandir a produtividade, é imprescindível a utilização de tecnologias visando a produção de alho com alta qualidade. Sendo assim, é essencial investimentos desde a implantação até a colheita, como a escolha da área, preparo de solo, adubações, irrigação e aplicações de produtos fitossanitários no controle de patógenos, tudo isso atrelado com a aquisição de alho semente de qualidade.

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar a eficiência da utilização da mostarda Caliente 199 e de fungicidas para o controle de raiz rosada no alho nas condições de Água Fria de Goiás.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ALHO

O alho (*Allium sativum*) é uma hortaliça originária da Ásia Central, especificamente em regiões frias, sendo assim, a cultura exige horas de frio e dias longos. Na fase inicial do ciclo é essencial temperaturas amenas (18° a 20°C), na fase de bulbificação a cultura demanda de temperaturas mais baixas 10° a 15°C) e na maturação temperaturas mais elevadas, em torno de 20° a 25°C (FILGUEIRA, 2008)

O fotoperíodo é um fator essencial e crucial para que o bulbo se forme; portanto, algumas variedades exigem dias mais longos para desenvolvê-lo, sendo classificadas como tardias, enquanto as variedades precoces respondem melhor a dias mais curtos. Quando o fotoperíodo é inadequado, apenas o crescimento vegetativo ocorre, sem a formação de bulbos. (RESENDE *et al.*, 2018).

O alho é pertencente à família Alliaceae, de porte herbáceo, semelhante a cebola e cebolinha. Possui folhas lanceoladas, estreitas, e têm uma textura cerosa. Dependendo da variedade, pode alcançar uma altura de até 60 cm. As folhas se agrupam em torno de um pseudocaulo curto, do qual emerge o bulbo na base. O caule verdadeiro é um disco achatado, de onde originam-se as folhas e as raízes (RESENDE, 2018).

A cultura está entre as hortaliças mais consumidas mundialmente e de grande relevância nos âmbitos econômicos, sociais, culturais, e constituindo diversos pratos culinários. Dentre os principais aspectos desta cultura estão o sabor, aroma e propriedades nutricionais e medicinais que ela proporciona (MICHAEL *et al.*, 2018).

Segundo dados do IBGE/Produção Agrícola Municipal, a área cultivada com alho no

Brasil no ano de 2022 correspondeu a 13,3 mil hectares, os estados com maiores produções em 2022 foram Minas Gerais, Goiás, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (ANAPA, 2024).

No estado de Goiás, a produtividade no ano de 2022 ultrapassou 58 mil toneladas segundo o IBGE/PAM, e além da cidade de Cristalina, Campo Alegre de Goiás e Água Fria de Goiás se destacam com área plantada de 580 e 220 hectares respectivamente (ANAPA, 2024).

De acordo com pesquisas, as cultivares de alho expressam respostas distintas devido as diversas condições climáticas. Como resultado, diferentes locais podem originar uma grande variedade de cultivares de alho. A identificação das características comuns a cada grupo é essencial para o posicionamento correto da cultivar nas diversas regiões (FILGUEIRA, 2008; RESENDE, 2018).

2.2 CULTIVARES DE ALHO NOBRE

As cultivares do grupo alho nobre se destacam por possuírem bulbos redondos e uniformes, bulbilhos grandes com ausência de palitos e sensibilidade ao superbrotamento. Os bulbos possuem uma película variando de rosa a roxa, e os bulbilhos possuem a película de coloração rosa escura, possuindo a particularidade de necessidade de vernalização para o plantio nas regiões do Cerrado Brasileiro (MOTA et al., 2004, 2006)

As cultivares amplamente cultivadas no Brasil e que possuem alta qualidade agrônômica e comercial são: Ito, Caçador Quitéria, Jonas e Chonan, neste sentido, cada cultivar se adequa melhor em determinada região e época de cultivo. Na região do Cerrado, as cultivares indicadas são as cultivares Quitéria e Ito (RESENDE, 2003).

2.2.1 Cultivar Ito

A cultivar Ito possui o ciclo de desenvolvimento tardio, geralmente de 6 meses ou mais, quando cultivado em condições naturais. Quanto ao bulbo, possui uma película de coloração roxa, formato redondo e normalmente possuindo de 7 a 10 bulbilhos. Essa cultivar é altamente exigente em fotoperíodo, bem como temperaturas baixas para iniciar a indução da formação do bulbo. Além disto, a mesma é sensível ao perfilhamento, produz bulbos grandes e de qualidade comercial elevada.

2.3 DOENÇAS DE SOLO EM ALHO

As doenças que afetam a cultura do alho são classificadas em dois grupos: as que ocorrem no solo, atacando os bulbos e as raízes, e as que afetam as folhas. Algumas destas doenças podem causar perdas significativas, tornando-se fatores limitantes no cultivo caso não se adote medidas de controle apropriadas (GAVA, TAVARES, 2007).

Dentre as doenças fúngicas do alho destacam-se a ferrugem (*Puccinia porri*) mancha-púrpura (*Alternaria porri*), o míldio (*Peronospora destructor*), queima-das-pontas (*Botrytis spp*), podridão branca (*Sclerotium Cepivorum*) e a raiz rosada (*Setophoma terrestres*) (KIMATI et al., 2005).

2.3.1 Raiz rosada

A raiz rosada é causada pelo fungo *Setophoma terrestris*, consistindo como uma doença de solo amplamente disseminada nos países em que se cultiva Aliáceas. No Brasil, os primeiros relatos de ocorrência da doença foram no Estado de Minas Gerais em 1960, e posteriormente em Santa Catarina no ano de 1990, nas lavouras de cebola. A ocorrência da doença tem maior frequência em regiões de climas mais quentes, sendo agravada pelo monocultivo de culturas pertencentes a mesma família ou culturas suscetíveis e que propagam o fungo, e pelo manejo convencional, que corrobora para agravar a severidade da doença (REIS, 2016).

A doença pode ocorrer em todos os estádios de desenvolvimento da planta, no entanto, verifica-se maior gravidade da doença em plantas próximas a maturidade e em regiões de clima mais quente. O sintoma característico a coloração rosácea das raízes, pois é onde a infecção ocorre, iniciando com a coloração parda e marrom provocada pelo enrugamento dos tecidos, e posteriormente, necrose e morte. A coloração rosácea das raízes infectadas é decorrente do pigmento micelial do fungo (KIMATI et al.2005).

O plantio de culturas ou cultivares de alho susceptíveis em solos com alta infestação atrelado a condições ambientais favoráveis para a propagação do fungo, auxilia nas perdas que podem ser superiores a 50%, acarretando o abandono da lavoura para o cultivo desta Aliácea devido à baixa qualidade dos bulbos produzidos (Reis, 2016).

A sobrevivência do patógeno se dá através de picnídios e clamidósporos no solo, em restos culturais ou livremente, e a disseminação ocorre principalmente através do revolvimento do solo, escoamento da água e transporte de bulbos doentes. As condições ideais para o desenvolvimento da doença são temperaturas entre 24 – 28 °C, enquanto que a umidade do solo não é um fator essencial (Pereira *et al.*, 2016)

2.4 MÉTODOS DE CONTROLE

2.4.1 Controle Cultural

A utilização de culturas de cobertura, incluindo adubos verdes é adotada há várias décadas. Diversos estudos demonstraram repetidamente que as culturas de cobertura com adubos verdes aumentam o teor de carbono orgânico do solo, melhoram sua estrutura, previnem a erosão e reduzem doenças nas culturas, especialmente em solos pobres em carbono ou degradados (Larkin, 2013; Powell *et al.*, 2020).

Além disso, os adubos verdes podem beneficiar a comunidade microbiana do solo, o que pode melhorar a disponibilidade de nutrientes, promover interações entre plantas cultivadas e microrganismos e ajudar a suprimir a proliferação de patógenos microbianos, o que pode aumentar a produtividade das culturas comerciais posteriores (Larkin, 2013).

Biofumigantes são um tipo de adubo verde que utiliza plantas que liberam compostos tóxicos no solo a fim de auxiliar no controle de pragas e patógenos agrícolas. Diversas espécies de brássicas produzem nos tecidos glucosinolatosnos, que são moléculas orgânicas que contêm glicose, um aminoácido, enxofre e nitrogênio. Estas moléculas se decompõem no solo em isotiocianatos (ICTs), substâncias altamente tóxicas para uma grande variedade de organismos do solo, incluindo muitas pragas e patógenos de culturas importantes (Kirkegaard e Sarwar, 1998; Dobra e Lincoln, 2000; Morra e Kirkegaard, 2002).

2.4.1.1 Mostarda Caliente 199

Atualmente, estudos e pesquisas visando uma biofumigação natural estão sendo realizadas utilizando uma Brássica, a Mostarda Caliente 199. Uma planta de estação fria e caracterizada por germinação inicial rápida e crescimento desacelera antes do pico de desenvolvimento rápido e produção de biomassa. A máxima produção de biomassa é alcançada com a umidade de solo adequada e níveis de nutrientes suficientes durante todo o ciclo da cultura (Gies, 2004).

Esta cultura é incluída no programa de rotação de cultura durante a estação que antecede o plantio de culturas comerciais e é plantada com a finalidade principal de suprimir as doenças de solo por obter elevado teor de glucosinolato, que é um composto presente na planta e precursor do gás biofumigante isotiocianato. O composto natural produzido pode ser considerado um biocida para sementes, insetos, nematoides e outros microorganismos como fungos e bactérias (ANAPA, 2023; Darby et al., 2018).

2.4.2 Controle Químico

A utilização de produtos químicos é considerada dentro do viés de controle de doenças de plantas uma opção eficaz para o controle de patógenos, no entanto é importante destacar que sua utilização é apenas uma das várias estratégias possíveis dentro do sistema de produção. A implementação adequada de práticas integrantes desse sistema reduzirá a pressão das doenças, resultando em um controle mais eficiente dos defensivos. Gava e Tavares (2007).

A utilização de produtos químicos que visam reduzir a incidência e infecção do fungo nas áreas é uma prática adotada nas diversas regiões do país, através de diversos fungicidas e sanitizantes de solo, como Carbendazin e o Metam sódico, respectivamente. No entanto, produtos utilizados como o Metam sódico, são considerados altamente tóxicos para humanos e meio ambiente de acordo com a sua classificação toxicológica (ROCHA, 2023).

2.4.2.1 Fox Xpro

O fungicida Fox Xpro possui três modos de ação e três ingredientes ativos complementares (Bixafem, Protioconazol e Trifloxistrobina). O mesmo mesostêmico e sistêmico utilizado de maneira preventiva em relação a ocorrência de doenças, garantindo o maior controle dos patógenos (Agro Bayer, 2023).

A utilização de fungicidas que detêm diferentes sítios específicos compõe uma série de práticas que reduz os efeitos da resistência de doenças às moléculas químicas. A combinação dos grupos químicos de triazóis, carboxamidas e estrubilurinas é amplamente utilizada no manejo integrado de doenças (LOPES et al., 2017).

2.4.2.2 Odin

O fungicida Odin é sistêmico utilizado de forma preventiva ou curativa. O ingrediente ativo é o tebuconazol do grupo dos triazóis. Portanto, apresenta mecanismo de ação C14-desmetilase na biossíntese de esterol (erg11/cyp51) (ALBAUGH, 2024).

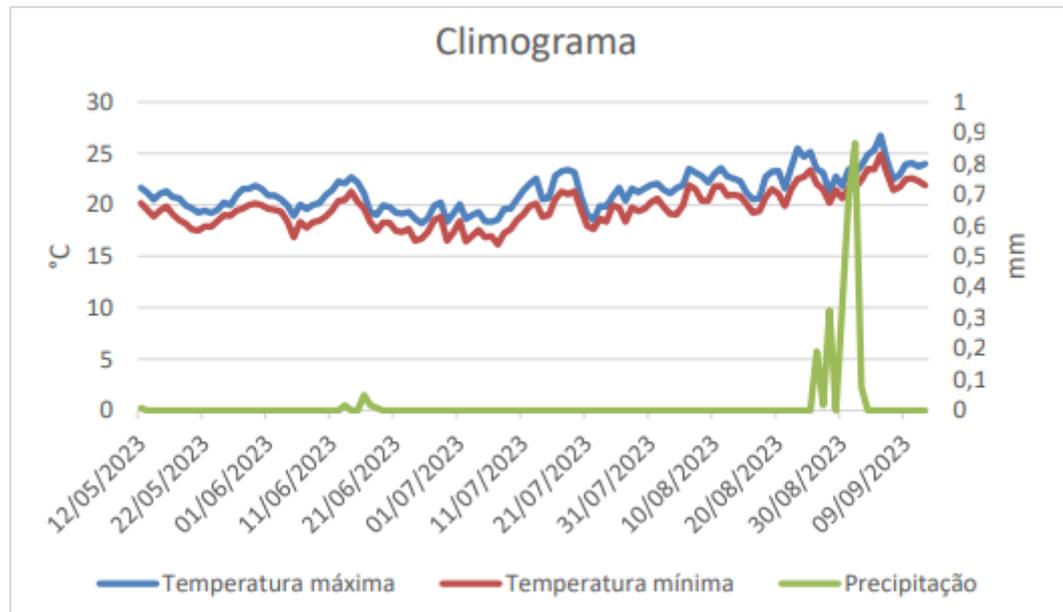
3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Agrícola Tanabe, em Água Fria de Goiás, utilizando a variedade Ito e a variedade de Mostarda foi a Caliente 199.

O experimento foi conduzido do dia 12 de maio a 12 de outubro de 2023, totalizando 153 dias de ciclo. Durante esse período houve condições climáticas comuns de outono, com raras precipitações em maio (Figura 1), seguido de inverno, predominantemente seco, havendo poucas chuvas no final de agosto e início de setembro.

Dessa forma, durante o outono, as médias de temperaturas máximas foram de 20,5 °C e mínimas de 18,9 °C, com precipitação de 2,4 mm. Já no inverno, as médias para as máximas foram de 21,7°C e mínimas de 20°C, com precipitação de 60,2 mm. A temperatura máxima marcada durante o experimento foi 32,2 °C em 23/08 e a mínima marcada foi 9,4 °C no dia 07/07. Esses dados configuraram um período mais quente do que normalmente ocorre para a época.

Figura 1 – Climograma da região de Água Fria de Goiás-GO durante a condução do experimento, ano 2023.



Fonte: INMET (2023)

O delineamento foi de blocos casualizados com 5 tratamentos (Tabela 1) e 4 repetições, totalizando 20 parcelas. A parcela experimental foi constituída por 3 canteiros de 2,4m e cada canteiro possuía 4 linhas duplas, distanciadas 0,6m e 30 m de comprimento, onde correspondeu a 216 m². Entre as fileiras duplas 12cm e entre plantas 8,5 cm. A parcela útil foi considerada 2 metros centrais das 4 linhas duplas centrais, que representou a 14,4 m².

Tabela 1. Tratamentos e doses utilizadas dos produtos no experimento.

Tratamento	Grupo Químico	Dose (L ha ⁻¹)
1 Testemunha	-	-
2 MC 199	-	-
3 Odin	Tebuconazole	1,5 L ha ⁻¹
4 Fox Xpro	Bixafem, Proticonazol, Trifloxistrobina	2,0 L ha ⁻¹
5 Odin + Fox Xpro	Tebuconazole, Bixafem, Proticonazol e Trifloxistrobina	1,5 L ha ⁻¹ + 2,0 L ha ⁻¹

O plantio da Mostarda foi realizado no dia 20/01/2023, e o corte foi realizado no dia 03/04/2023, totalizando 70 dias até o pleno florescimento da cultura. Pois foi neste momento em que a cultura possuiu o maior acúmulo de compostos orgânicos, e imediatamente após o corte o material obtido foi incorporado. Já os fungicidas foram aplicados antes do plantio via pulverizador acoplado a um trator com calda de 200L ha⁻¹. Já o plantio do alho foi realizado em seguida.

O solo predominante foi classificado como Latossolo Vermelho de classe textural argilosa, profundos, com alta acidez e baixa fertilidade natural (STRECK et al., 2008). São solos de baixa fertilidade, baixas declividades e grande espessura, elevado potencial agronômico (Manzatto et al., 2002)

As adubações tanto de plantio, quanto de cobertura adotados foram comuns a todos os tratamentos, sendo as comumente utilizadas pela empresa, conforme orientação profissional onde foi conduzido o experimento. Da mesma forma, se deu os demais tratamentos culturais incluindo o controle fitossanitário.

Posteriormente o material obtido pelo corte da mostarda foi incorporado nas parcelas correspondentes e nas demais aplicados os respectivos produtos nas doses recomendadas, para o plantio do alho realizado no dia 10 de maio de 2023.

A primeira análise de plantas e do solo foi realizada aos 55 DAP (dias após o plantio). Foram coletadas 20 plantas e mais uma amostra de solo por parcela, sendo a mesma composta por sub amostras do solo onde estavam as plantas. Nas plantas, foram contabilizados o número de folhas verdes e o comprimento da maior folha, para determinar a altura da planta. Com intuito de avaliar os sintomas de infecção radicular e quantificar a área da raiz com sintoma da doença foi utilizado a escala de notas estabelecida por Villalta (2020). Foi adotada a escala de notas variando de 1 a 4 (Figura 2 e 3), considerando-se a média das notas mínima e máxima, onde:

- Nota 1: menos que 5% da área radicular contaminada;
- Nota 2: de 5 a 20% da área radicular contaminada;
- Nota 3: de 20 a 50% da área radicular contaminada;
- Nota 4: mais de 50% da área radicular contaminada.

Figura 2. Escala de notas de severidade de sintomas de raiz rosada.



Fonte: ROCHA, G. J. S. (2023)

Figura 3. Área radicular com alta severidade de raiz rosada



Foto: A autora (2023).

Com relação a análise bioquímica de solo, esta realizada no Laboratório de Microbiologia Agrícola da Universidade Federal de Uberlândia para fornecer informações sobre a microbiota do solo, sendo elas pertinentes para compreender o estabelecimento e equilíbrio entre os microrganismos presentes na área. Os aspectos analisados foram: Carbono da biomassa microbiano (CBM), Desidrogenase (DHA), Fluoresceína diacetato (FDA); Respiração microbiana do solo (RMS) e Taxa diária da respiração microbiana do solo (RMS Taxa).

O CBM foi determinado pelo método de fumigação-extração adaptado por DePolli et al. (1997). A DHA foi determinada através da metodologia descrita por Mersi e Schinner (1991). A FDA foi determinada através da metodologia de Oliveira (2012). A RMS foi avaliada em frascos de incubação, conforme metodologia de Stotzky (1965). E a RMS Taxa foi medida através da liberação de C-CO₂ sob condição de incubação durante o período de avaliação (21 dias).

A segunda coleta de plantas foi realizada aos 92 DAP, onde foram avaliadas as mesmas variáveis da coleta anterior e mais o diâmetro do pseudocaule e o diâmetro do bulbo em formação. Com os diâmetros estabeleceu-se a razão bulbar, que é uma relação proposta por Mann (1952) entre o diâmetro do pseudocaule na altura do colo, dividido pelo diâmetro da parte mediana do bulbo.

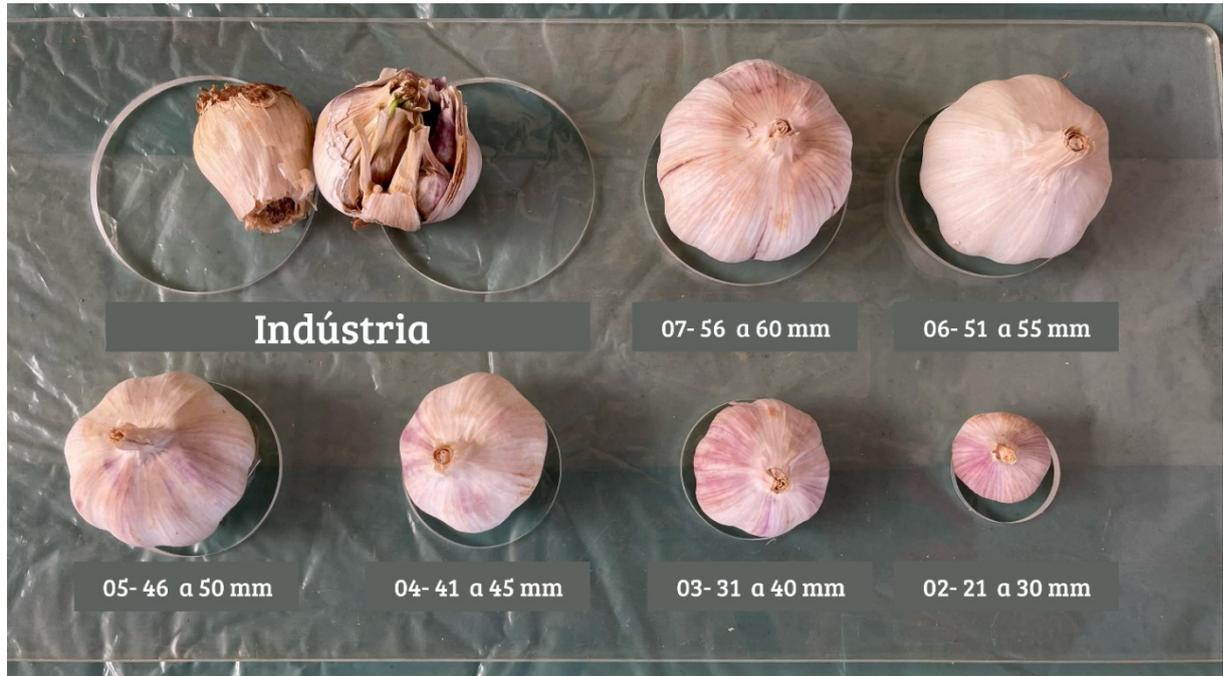
Já a última avaliação foi realizada aos 123 DAP, houve a coleta de plantas como descrito nas avaliações anteriores e foram avaliados o número de folhas remanescentes, o comprimento da maior folha, o diâmetro do pseudocaule e do bulbo e a nota de severidade da doença.

A colheita foi realizada aos 123 DAP de forma manual considerando a parcela útil, as plantas foram colocadas em sacos que permitiram a troca gasosa e penduradas em barracão para cura por 38 dias. De acordo com Souza e Macedo (2009), o local e que o material deve ser colocado para curar deve ser escuro e conter boa ventilação para que ocorra a perda de umidade e desta forma aumente gradualmente a concentração de sólidos solúveis, sem que haja qualquer alteração no material.

Logo após a cura, os bulbos foram separados das folhas e raízes secas e contados e classificados manualmente utilizando um gabarito no qual constam o diâmetro das classes 2 a 9 e classificou-se também a classe Indústria, no qual refere-se a bulbos com algum tipo de deformação. Em cada classe foi contado o número de bulbos e pesados em balança analítica. A partir do número de bulbos e peso de cada classe obtida na parcela útil e considerando o número de plantas por hectare, foi realizada a estimativa de produtividade, extrapolando-se de kg parcela⁻¹ para t. ha⁻¹.

Os diâmetros das classes comerciais do alho obtidos foram: Classe 2 (21 a 30 mm), Classe 3 (31 a 40 mm), Classe 4 (41 a 45 mm), Classe 5 (46 a 50 mm), Classe 6 (51 a 55 mm) e Classe 7 (56 a 60 mm). A classe Indústria compreende bulbos com qualquer tipo de deformação, conforme a Figura 4.

Figura 4. Classificação comercial de alho nobre conforme diâmetro em cm.



Fonte: A autora (2023)

Após a obtenção dos dados, estes submetidos foram à análise homogeneidade, normalidade e aditividade pelos testes de pressupostos de normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e aditividade de blocos pelos testes de Shapiro-Wilk, O'Neill e Mathews e Tukey, respectivamente. Somente para altura de planta na 3ª avaliação, houve a necessidade de transformação de dados pela função box-cox ($y+1$) para $\lambda=-3$. Todos os dados foram analisados quanto a variância pelo teste da ANOVA, e comparação de médias pelo teste de Duncan, ambas considerando o valor de $P<0,10$.

Todas as análises foram realizadas pelo software R versão 4.3.2 (R Core Team, 2023), sendo utilizado o pacote “ExpDes.pt” (Ferreira et al., 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise biométrica de plantas e avaliação de incidência realizada aos 55 DAP, expressou diferença entre os tratamentos somente para as variáveis altura de planta (ALT) e Nota de raiz rosada (NRR) conforme expresso na Tabela 2. Para o Comprimento da Maior Folha (CMF), os tratamentos que se demonstraram satisfatórios foram: Odín, Odín + Fox Xpro e MC 199 (Mostarda Caliente 199).

Já para a Nota de Raiz, observa-se que os tratamentos que se destacaram foram os tratamentos Odin + Fox Xpro, MC 199 e Odin, tendo em vista que as notas são atribuídas com base área contaminada da raiz, com valores variando de 1 a 4, o menor valor atribuído a menor porcentagem da área com raiz rosada, que equivale de 15 a 20% de área radicular infectada com raiz rosada.

Resultado semelhante ao de Rocha (2023) em que a utilização dos Fungicidas Fox Xpro e Collis, que também são multissítios combinados com a fumigação de 1.000 L ha⁻¹ de Bunema apresentou-se como o tratamento de solo mais eficaz para reduzir a gravidade da doença. Isto porque os fungicidas multissítios interagem com diversos pontos metabólicos do fungo, corroborando para um nível de resistência reduzido, e dispondo de um papel importante no manejo antirresistência para fungicidas sítio-específicos (McGrath, 2004).

Tabela 2. Avaliação Biométrica de Plantas e Severidade de Raiz Rosada aos 55 DAP.

Tratamento	NF(cm)	ALT(cm)	NRR
Testemunha	6,43 a	51,04 b	1,40 b
MC 199	6,60 a	52,32 ab	1,10 a
Odin	6,43 a	53,57 a	1,17 a
Fox Xpro	6,37 a	50,72 b	1,23 ab
Odin + Fox Xpro	6,20 a	51,85 ab	1,07 a
P-valor	0,33	0,81	0,03
CV (%)	3,98	3,98	2,65

NF: número de folhas. **ALT:** Altura de plantas **NRR:** Nota Raiz Rosada.

MC 199: Mostada Caliente 199. Dosagem dos fungicidas: 1,5 L ha⁻¹ e 2,0 L ha⁻¹ (Odin e Fox Xpro, respectivamente).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,10). P-valor: valor do teste F da ANOVA (interação). CV: coeficiente de variação. CV: coeficiente de variação.

Analisando descritivamente os dados obtidos através da análise de solo, a variável CBM representa a capacidade em que os micro-organismos possuem em sintetizar massa, ou seja, carbono. Quanto maior for o CBM melhor estará a situação do habitat solo e está associado com o carbono orgânico do solo. A utilização do fungicida Fox Xpro proporcionou um incremento de 23,8% a mais quando comparado a testemunha.

Em solos que possuem muito carbono e nutrientes (N, P, Mg) os valores serão maiores. Como por exemplo em mata nativa os valores são acima, de 400 µg C g⁻¹ solo. As variações contidas no experimento foram pequenas (Tabela 3). É possível que aos 55 DAP os efeitos dos tratamentos já tenham passado. Outro fato que é levado em consideração é que ao

realizar a aplicação de um agente químico, esse poderá reduzir a atividade dos micro-organismos e reduzir o CBM.

Vale ressaltar também que a Mostarda Caliente 199 é uma Brássica, e normalmente plantas dessa família se desenvolvem melhor na época de outono-inverno, fornecendo maior biomassa e potencializando os efeitos da planta. Experiências práticas de produtores no estado de Goiás mostraram dificuldades no cultivo da época de primavera-verão.

Já a DHA é uma das enzimas responsáveis pela medição da atividade metabólica de micro-organismos ativos (Oliveira, 2012). Este é um bom indicador, quando utiliza um agente químico, como foi o caso em questão do experimento e quanto maior DHA melhor. No presente trabalho a menor DHA foi a testemunha, que apresentou uma discrepância de 42,51% quando comparado a utilização do fungicida Odin (Tabela 3). Nesse caso pode ter ocorrido que os produtos aplicados selecionam alguns micro-organismos e estes por não ter competição tenham intensificados suas atividades, levando um aumento da DHA.

Tabela 3. Análise bioquímica do solo aos 55 DAP.

Tratamento	CBM	DHA	FDA	RMS	RMS taxa
	$\mu\text{g C g}^{-1}$ solo	$\mu\text{g INTF g}^{-1}$ solo h^{-1}	$\mu\text{g FDA g}^{-1}$ solo h^{-1}	mg C-CO_2 g^{-1} solo	$\mu\text{g C-CO}_2$ g^{-1} solo dia^{-1}
Testemunha	163	42,2	116	403	19,2
MC 199	206	65	155	380	18,1
Odin	209	73,4	173	331	15,8
Fox Xpro	214	68,9	191	230	10,9
Odin + Fox Xpro	199	65,6	195	225	10,1

CBM: Carbono da biomassa microbiano. DHA: Desidrogenase. FDA: Fluoresceína diacetate. RMS: respiração microbiana do solo acumulada de 21 dias de incubação à 25°C. RMS taxa: taxa diária de respiração microbiana do solo. Fonte: LUZ, JMQ (2023).

A FDA é uma enzima que mensura a atividade total do solo, pois quanto maior a quantidade dessas enzimas, maior será o valor de FDA no solo. Solos que tem maiores quantidades de proteases, lipases esterases maior o valor de FDA. É possível que os agentes químicos aplicados no solo inibam as atividades das enzimas, diminuindo os valores de FDA, mas não foi o que ocorreu no experimento. Os menores valores encontrados foram a testemunha e a MC 199 (Tabela 3), em que as mesmas obtiveram uma redução de 40,51% e 20,51% respectivamente, quando comparadas com a utilização dos fungicidas Odin+Fox Xpro.

Já em relação a RMS, esta irá indicar a liberação de CO₂ devido a oxidação do carbono orgânico do solo, ela também é conhecida como atividade microbiana do solo. A RMS representa o total de carbono liberado em CO₂ em 21 dias de incubação e RMS Taxa é o valor dividido por 21 dias, que se usa como atividade respiratória diária da microbiota do solo. RMS nem sempre indicam que o solo está com valores ideais, visto que solos que respiram mais são capazes de apresentarem problemas.

No experimento há indícios que atividade diminuiu um pouco com a aplicação dos fungicidas comparando com a testemunha, principalmente nos tratamentos com Fox Xpro, cerca de 44% (Tabela 3). O mesmo se refletiu na RMS Taxa, em que a utilização deste fungicida ocasionou uma redução em comparação com a testemunha, de aproximadamente 47,4%.

Com base na análise biométrica de plantas e avaliação da severidade de raiz rosada aos 92 DAP, verificou-se o maior número de folhas nos tratamentos com os fungicidas. E para altura de plantas, o mesmo foi observado, mas sendo eles similares à testemunha (Tabela 4).

Com relação a razão bulbar, de acordo com Mann (1952), quanto menor a razão bulbar, melhor o desenvolvimento do bulbo e maior o ganho em produtividade, posteriormente. Sendo o mesmo analisado de acordo com a atribuição de classes comerciais.

Valores de razão bulbar inferiores a 0,5 indicam formação definitiva e o amadurecimento do bulbo, sendo que o final da fase de bulbificação essa relação se torna menor que 0,2 (Ferreira, 1972).

Com base na Tabela 4 percebe-se que a MC 199 e a Odin+Fox Xpro proporcionaram menor Razão Bulbar em comparação com os demais tratamentos.

Para a severidade de raiz rosada (NRR), observou-se que as menores médias foram a MC 199, Odin e Fox Xpro isolados, induzindo assim maior controle sobre a doença já presente. Observou-se também possíveis efeitos dos tratamentos na fase inicial da cultura, já não mais se faziam presentes aos 92 DAP e todos os tratamentos estavam com notas acima de 2 o que implica mais de 20% da área radicular com sintomas (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação Biométrica de Plantas e Severidade de Raiz Rosada aos 92 DAP.

Tratamento	NF(cm)	ALT(cm)	RB	NRR
Testemunha	7,57 b	81,28 a	0,33 b	2,80 a
MC 199	7,60 b	74,86 b	0,30 a	2,17 a
Odin	8,02 a	82,50 a	0,38 c	2,08 a
Fox Xpro	8,00 a	79,92 a	0,40 c	2,08 a
Odin + Fox Xpro	7,45 b	76,52 b	0,31 ab	2,32 a
P-valor	0,001	0,003	0,0002	0,74
CV (%)	2,14	3,1	7,72	13,4

NF: número de folhas. **ALT:** Altura de plantas **RB:** Razão Bulbar. **NRR:** Nota Raiz Rosada.

MC 199: Mostada Caliente 199. Dosagem dos fungicidas: 1,5 ha⁻¹ e 2,0 ha⁻¹ (Odin e Fox Xpro, respectivamente).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P < 0,10$). P-valor: valor do teste F da ANOVA (interação). CV: coeficiente de variação. CV: coeficiente de variação.

Na colheita, aos 123 DAP, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis analisadas (Tabela 5). Vale destacar que todos os tratamentos estavam com NRR acima de 3,0 o que implica mais de 50% da área radicular com sintomas raiz rosada.

Ao analisar aos valores de razão bulbar, pode-se afirmar que cultura já estava no final do ciclo, pois apresentou resultados relativamente inferiores quando comparado as avaliações anteriores no meio do ciclo, isso devido a valores inferiores a 0,5 indicarem a formação definitiva e amadurecimento do bulbo, sendo que o final da fase de bulbificação os valores de razão bulbar ficam abaixo de 0,2 (Ferreira, 1972).

Tabela 5. Avaliação Biométrica de Plantas e Severidade de Raiz Rosada aos 123 DAP.

Tratamento	NFR	RB	NRR
Testemunha	3,50 a	0,17 a	3,20 a
MC 199	2,97 a	0,20 a	3,21 a
Odin	3,70 a	0,20 a	3,00 a
Fox Xpro	3,40 a	0,21 a	3,02 a
Odin+Fox Xpro	3,30 a	0,19 a	3,40 a
P-valor	0,33	0,31	0,58
CV (%)	13,91	14,88	11,24

NFR: número de folhas remanescentes. **RB:** Razão Bulbar. **NRR:** Nota Raiz Rosada.

MC 199: Mostada Caliente 199. Dosagem dos fungicidas: 1,5 ha⁻¹ e 2,0 ha⁻¹ (Odin e Fox Xpro, respectivamente).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,10). P-valor: valor do teste F da ANOVA (interação). CV: coeficiente de variação. CV: coeficiente de variação.

Ao analisar a produtividade do alho nas diferentes classes de bulbos, verifica-se que os tratamentos não influenciaram nos bulbos classe 4 e para produtividade total (Tabela 6). Verificando as médias da classe 4, a utilização da fungicida Fox Xpro obteve um acréscimo de variação percentual de 4,27% e 7,72% quando comparado com o Odin e a Testemunha, respectivamente.

Na produtividade total a discrepância entre os tratamentos é de observada entre os tratamentos. O tratamento Odin+Fox Xpro obteve um acréscimo de 4,71% e 7,84% quando comparado a testemunha e a MC 199, respectivamente.

Nas demais classes as influências foram variadas conforme a classes. Bulbos menores (classes 2 e 3) tiveram em geral baixas produções o que é bom pois são alhos de menor valor de mercado (Tabela 6).

Tabela 6. Produtividades médias de alho

Tratamento	Classes (T ha ⁻¹)							IND	Total
	2	3	4	5	6	7			
Testemunha	0 a	0,28 a	2,72 a	7,68 ab	3,73 a	0 c	0,03 a	14,45 a	
MC 199	0,06 b	1,86 c	2,06 a	6,69 c	3,17 a	0,15 bc	0,03 a	14,03 a	
Odim	0,02 a	0,51 ab	2,81 a	6,87 c	3,64 a	0,42 b	0,11 b	14,38 a	
Fox Xpro	0,01 a	0,72 b	2,93 a	7,85 a	2,37 b	0,14 bc	0,01 a	14,05 a	
Odin+Fox Xpro	0,01 a	0,66 ab	2,62 a	7,03 bc	3,38 a	1,38 a	0,03 a	15,13 a	
CV (%)	122,25	39,42	19,91	8,48	16,26	60,7	85,54	4,25	
P-valor	3,07	0,0001	0,22	0,07	0,02	0,00004	0,03	0,14	

MC 199: Mostada Caliente 199. IND: Indústria

Dosagem dos fungicidas: 1,5 ha⁻¹ e 2,0 ha⁻¹ (Odim e Fox Xpro, respectivamente).

Médias seguidas pela mesma letra, para cada classe, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,10). P-valor: valor do teste F da ANOVA (interação). CV: coeficiente de variação.

De acordo com a Resende et al., (2014), a classe 5 é considerada a primeira de melhor valor de mercado ou de transição entre os menores e maiores preços, pois o valor elevado é gerado por bulbos com diâmetros superiores a 42mm e que conseqüentemente produzem maior volume. Nessa classe destacaram-se os tratamentos com Fox Xpro seguido da testemunha, gerando um incremento de 2,21% quando aplicado o fungicida (Tabela 6).

Para alho classe 6, que tem maior valor de mercado em relação a classe 5, somente o Fox Xpro obteve uma redução de 36,46% em comparação a testemunha. Já para a classe 7, que são alhos de maior valor de mercado. O destaque para a classe 7 foi Odín + Fox Xpro que obteve um incremento de 985,71 em comparação a menor média sem ser nula, que foi o tratamento Fox Xpro (Tabela 6).

Para a categoria Indústria, destacou-se o tratamento com Odín, uma variação de aproximadamente 27%, quando comparado com os demais tratamentos. Observa-se que de qualquer forma, os nos demais tratamentos as produtividades foram baixas (Tabela 6), o que é bom pois esse tipo de bulbo é vendido com menor valor de mercado.

Analisando o desdobramento da classe comercial de melhor valor agregado, os melhores resultados são o que detêm os menores valores. Sendo assim, todos os tratamentos expressaram resultados satisfatórios para a classe 2, com exceção do tratamento utilizando a

mostarda (MC 199). Para a classe comercial 3 os tratamentos que foram utilizados os fungicidas, tanto isolados, quanto combinados foram os que inferiram melhores resultados.

No agrupando as classes em 2 grupos comerciais, de bulbos menores com menor valor comercial (classes 2 a 4) e outro com bulbos maiores com maior valor agregado (5 a 7), não observado para nenhum dos grupos diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7). Na classe 7 o acréscimo de bulbos proporcionado pela utilização do Odin+Fox Xpro em relação a testemunha foi de aproximadamente 6,05%.

Tabela 7. Produtividade em agrupamento de acordo com as classes de alho.

Tratamento	Classes (t. ha ⁻¹)	
	2 a 4	5 a 7
Testemunha	3,00 a	11,41 a
MC 199	3,98 a	10,01 a
Odin	3,34 a	10,92 a
Fox Xpro	3,67 a	10,36 a
Odin + Fox Xpro	3,30 a	11,79 a
P-valor	0,32	0,12
CV (%)	19,02	9,03

MC 199: Mostarda Caliente 199.

Dosagem dos fungicidas: 1,5 ha⁻¹ e 2,0 ha⁻¹ (Odin e Fox Xpro, respectivamente).

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,10). P-valor: valor do teste F da ANOVA (interação). CV: coeficiente de variação.

As produtividades em geral podem ser consideradas razoáveis a boas, no entanto, a variedade Ito tem potencial para maiores produtividades o que não ocorreu provavelmente pelo fato que nenhum dos tratamentos apresentarem grande destaque na fase final do enchimento dos bulbos em relação ao controle da raiz rosada, haja visto que aos 92 DAP a severidade da doença já tinha mais de 20% do sistema radicular comprometido e quando na colheita aos 123 DAP mais de 50% (Tabelas 4 e 5).

Outro fator que de alguma forma contribuiu para menores produtividades, foi as condições climáticas, já que foi um período mais quente do que tradicionalmente se espera, e o alho é uma cultura que necessita de dias longos e temperaturas baixas para produzir bulbos, caso não atenda essa necessidade, a cultura entra em estado vegetativo, apresentando um crescimento foliar acentuado, sem a formação de bulbos (RESENDE et al., 2015) conforme apresentado anteriormente (Figura 1).

Ao analisar o efeito positivo do fungicida Fox Xpro para a maioria dos resultados, se deve ao fato do mesmo deter 3 princípios ativos e modos de ação, sendo capazes de atingir diferentes rotas metabólicas do fungo, fazendo com que reduza a capacidade de se adquirir resistência do fungo ao produto. E a combinação com o fungicida Odin, resulta na maior eficiência preventiva e/ou curativa no controle de determinados patógenos

As informações obtidas referentes a Mostarda, estavam mais ligadas ao controle da podridão branca (*Sclerotium cepivorum*). E a planta demanda de alguns cuidados específicos para garantir o seu maior efeito, dentre eles o momento da incorporação (entre 25 e 50% de floração) e logo em seguida ao processo de trituração deve ocorrer a incorporação de imediato ou não mais que 20 minutos depois. No presente experimento esses cuidados foram levados em consideração, no entanto, não houve os potenciais efeitos esperados de imediato, o que não invalida a utilização dessa ferramenta, pois como dito anteriormente não se sabe muito sobre o efeito da Mostarda no controle da raiz rosada.

Outro ponto a ser levado em consideração é a necessidade de se ter uma visão mais ampla no controle de doenças de solo como raiz rosada sendo a Mostarda um dos componentes de um manejo integrado. Além disso, mais pesquisas são necessárias com essa planta visando controle de raiz rosada.

5. CONCLUSÕES

A utilização da Mostarda Caliente 199 contribuiu para adubação verde devido a sua biomassa, proporcionando uma revitalização da vida microbológica do solo e ação de biofumigação natural.

Verificou-se efeito no controle inicial da doença aos 55 DAP, em que, além da Mostarda os fungicidas Odin e Fox Xpro isolados ou juntos, influíram menor severidade da doença. A utilização dos fungicidas Odin e Fox Xpro juntos, induziram maior produtividade de alhos classe 7, e está entre os tratamentos com mais alhos classe 6.

REFERÊNCIAS

AGRO BAYER. Proteção de cultivos Fox Xpro.2023. Disponível em:
<https://www.agro.bayer.com.br/d/fungicida-bcs-fox-xpro-br>.

ALBAUGH. ODIN 430 SC. Registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA sob nº 17408. 2024. Acesso em:
https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-06/odin430sc.pdf

ANAPA- Associação Brasileira dos Produtores de Alho- Blog do alho. Acesso em:
<https://anapa.com.br/campanha-brasil-temperado-ja-surte-efeito/#:~:text=A%20cultura%20de%20alho%20%C3%A9,mais%20de%20250%20mil%20empregos>.

ANAPA–ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. NOSSO ALHO. Revista Nosso Alho. Ed. 35. Março 2023. Disponível em:< <https://anapa.com.br/wp-content/uploads/2023/04/Interativo-Revista-Nosso-Alho-N.35-Marc%CC%A7o-2023.pdf>.

ANAPA–ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. NOSSO ALHO. Revista Nosso Alho. Ed. 36. Outubro 2023. Disponível em:< <https://anapa.com.br/wp-content/uploads/2023/04/Revista-Nosso-Alho-N.36-Outubro-2023-1.pdf>.

ANAPA–ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE ALHO. NOSSO ALHO. Revista Nosso Alho. Ed. 37. Janeiro 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Análise Mensal Alho Dezembro 2023.

DARBY, H.; GUPTA, A; CUMMINGS, E.; RUHL L.; ZIEGLER S. **High Glucosinolate Mustard as a Biofumigant Trial. Northwest crops & soils program**. Maio 2018. University of Vermont Extension. Disponível em:
https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/2017_HGM_report.pdf

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: Método da fumigação-extração**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 10 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 37).

DOBRA G. D.; LINCOLN S.D. **Inibição de comunidades de bactérias nitrificantes do solo e suas atividades por produtos de hidrólise de glucosinolato**. Biol do solo. Bioquímica. , 32 (2000) , pp. 1261 – 1269.

DUSI, AN; RESENDE, F.V.; FILHO, EG; MELO, W. F. 2011. **Alho livre de vírus: tecnologia para aumento de produtividade**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Horticultura Brasileira 29. Viçosa: ABH.S5688-5696

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Package ‘ExpDes.pt’: Pacote Experimental Designs. R package version, v. 1, n. 2, 2013.

FERREIRA, F.A. **Análise do crescimento de quatro cultivares de alho (*Allium sativum* L.)**. Viçosa: UFV, 1972. 41 p. (Tese mestrado).

FILGUEIRA, F. A. R dos. **Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421 p.

GAVA, C. A. T.; TAVARES, S. C. C. H. **Cultivo da cebola no nordeste**. 2007. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/162405>

GIES, D. **Commercial use of mustards for green manure and biofumigation in the United States**. *Agroindustria* 3, 403-405. 2004.

HORTIFRUTI BRASIL. **Mapa da produção de alho no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-mapa-da-producao-de-alho-no-brasil.aspx>.

KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: Doenças em plantas cultivadas**. 4.ed. 2v., 2005.

KIMATI, J. AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M..BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

KIRKEGAARD, J. A.; SARWAR, M. **Potencial de biofumigação de brássicas I**. Variação nos perfis de glucosinolato de diversas brássicas cultivadas em campo. *Solo Vegetal* , 201 (1998) pp . 71-8.

LARKIN, B. **Adubos verdes e manejo de doenças de plantas**. *CAB Rev.* 8, 2013.

LOPES, L. O.; LACERDA, J. J. D. J.; MIELEZRSKI, F.; RATKE, R. F.; LIRA, D. N. D. S.; PACHECO, L. P. **Efeito de fungicidas para o controle da *Ramularia aréola* na cultura do algodoeiro**. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2203>.

LUCINI, M.A. **Perspectivas para a safra de alho 2013/2014**. *Revista Nosso Alho*, n. 18, p. 42-44, 2013.

MANN, L. .K. **Anatomy of garlic bulb and factors affecting bulb development**. *Hilgardia*, California, v. 21, n. 8, p. 195-251, 1952. DOI: <https://doi.org/10.3733/hilg.v21n08p195>. Disponível em: <http://hilgardia.ucanr.edu/fileaccess.cfm?article=152363&p=QYGOPA>.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R R. (ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002 (174 p.).

MCGRATH, M. T. **What are fungicides?** *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/ PHII-2004-0825-01. 2004

MERSI, W.; SCHINNER, F. **Na improved and accurate method for determining the dehydrogenase activity of soils with iodinitrotetrazolium chloride**. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v.11, n.3, p.216-222, 1991.

MICHAEL, TB; SHEMESH-MAYER, E; KIMHI, S; GERSHBERG, C; FORER, I; ÁVILA, VT; RABINOWITCH, HD; GOLDSTEIN, RK. **Temporal and spatial effect of low preplanting temperatures on plant architecture and flowering in bolting garlic.** *Scientia Horticulturae*, v. 242, p. 69–75, 2018.

MORRA, M.J.; KIRKEGAARD J. A. **Liberação de isotiocianato de tecidos de Brassica incorporados no solo.** *Biol do solo. Bioquímica.* , 34 (2002) , pp. 1683 – 1690.

MOTA, J. H. et al. **Similaridade genética de cultivares de alho pela comparação de caracteres morfológicos, físico-químicos, produtivos e moleculares.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 156-160, abr./jun., 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200006>.

OLIVEIRA, S. M. **ATIVIDADE MICROBIANA E PROPRIEDADE BIOQUÍMICAS DO SOLO SOB A ADIÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO E PALHA DE CAFÉ.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG. 2012.

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PINHEIRO, J. B. **Raiz rosada de Cebola – Pyrenochaeta terrestris.** 2016. Disponível em: https://anapa.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Raiz_rosada_da_cebola.pdf.

POWELL, S. M.; MCPHEE, J. E; DEAN, G.; HINTON, S.; SPARROW, L. A.; WILSON, C. R.; TEGG, R. S. **Gerenciando a saúde do solo e a produtividade das culturas de batata: um sistema de teste desafiador.** *Res. Solo.* 58.2020.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. The R Project for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: <https://www.r-project.org/>.

REIS, A.; OLIVEIRA, V. R.; LOURENÇO JÚNIOR, V. **Raiz rosada.** *Revista Cultivar HF.* Jun./Jul. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151029/1/digitalizar0122.pdf>.

RESENDE, F. V.; HABER L. L.; PINHEIRO, J. B.; JUNIOR, V. L.; LIMA, M. F.; MICHEREFF FILHO, M.; MALDONADE, I. R. **Sistema de produção de alho.** 2014. Acesso em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/alho/cultivares>

RESENDE, G. M. de; CHAGAS, S. J. de R.; PEREIRA, L. V. **Características produtivas e qualitativas de cultivares de alho.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 686-689, out./dez., 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400023>.

RESENDE, F. V. **Desafios da produção e inovações tecnológicas para cultura do alho no Brasil.** *Hortalicas em Revista*, Brasília/Anápolis, v. 7, n. 25, p. 16-17, maio/ago., 2018. Disponível: <https://www.embrapa.br/hortalicas/hortalicas-em-revista>.

ROCHA, Gustavo Jacinto de Souza. **Fungicidas e metam-sódico no controle de raiz rosada em alho.** 2023. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. & PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre/RS, EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222p. TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p.918.

SOUZA, P.E. **Doenças do alho**. In: SOUZA, R.J.; MACEDO, F.S. (Ed.). *Cultura do alho: tecnologias modernas de produção*. Lavras: UFLA. 2009, p.109-126.

STOTZKY, G. In: C. A. Black Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; WORDELL FILHO, J. A.; ROWE, E. ; GONÇALVES, P.A.de S. DEBARBA, J.F.; BOFF, P.; THOMAZELLI, L.F. **Manejo fitossanitário na cultura da cebola**. In: WORDELL FILHO, J. A.; BOFF, P. *Doenças de origem parasitária*. Florianópolis: Epagri, 2006.226p.