

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

GUSTAVO JACINTO DE SOUZA ROCHA

FUNGICIDAS E METAM-SÓDICO NO CONTROLE DE RAIZ ROSADA EM ALHO

Uberlândia - MG

Outubro - 2023

GUSTAVO JACINTO DE SOUZA ROCHA

FUNGICIDAS E METAM-SÓDICO 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 Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

Uberlândia –MG

Outubro – 2023

GUSTAVO JACINTO DE SOUZA ROCHA

FUNGICIDAS E METAM-SÓDICO 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 Engenheiro Agrônomo.

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
Orientador

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

Eng. Ma. Fabiana Silva Fraga
Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Jorge Henrique e Martinha por me apoiarem e oferecerem todo suporte e incentivo necessário para que eu pudesse iniciar e concluir meu curso de graduação. Ao meu orientador, o professor José Magno, que possibilitou que este trabalho fosse realizado e que me deu a oportunidade de participar de seu Grupo de Estudos e Pesquisa em Olericultura e Mediciniais (GEPOM), o que foi uma grande experiência durante a graduação. Agradeço aos colegas do grupo que ajudaram na realização do trabalho. Agradeço a minha tia Amália, que me deu suporte com toda edição e revisão desse trabalho. Agradeço a minha namorada Sofia, que me ajudou durante todo o curso de várias maneiras e sempre me incentivou a fazer o meu melhor durante a graduação. Agradeço a Deus por me guiar e por me conceder a sabedoria necessária para concluir este curso.

RESUMO

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das espécies hortícolas mais cultivadas e consumidas em todo o mundo. Por possuir um alto valor agregado é necessário adequar as práticas de manejo da cultura de modo que sejam eficientes. A doença fúngica raiz rosada (*Setophoma terrestris*) causa muito impacto na produção, levando a grandes prejuízos. Com isso, se faz necessário buscar formas eficientes de controle desse patógeno. Este trabalho descreve resultados dos efeitos de uma segunda fumigação com metam sódico (Bunema 1.000 L/ ha⁻¹), aplicado sozinho e integrado com seis programas de fungicidas, no controle da raiz rosada e na produtividade do alho em ensaios de campo comerciais de longa duração (2021 – 2023) na Agrícola Wehrmann (Cristalina-GO). A segunda aplicação de Bunema foi feita em solos fumigados previamente com três tratamentos: 1) sem fumigação, 2) com Bunema 750 L/ ha⁻¹ e 3) com Bunema 1.000 L/ ha⁻¹. O ensaio foi estabelecido para demonstrar a utilidade de métodos de controle químico e cultural e uma estratégia integrada para o controle da raiz rosada. O experimento também investigou o efeito de uma aplicação melhorada de Bunema no crescimento da planta para determinar se o efeito fitotóxico da fumigação com metam sódico, observado em ensaios de campo anteriores, estava relacionado à inadequada aplicação e preparação do solo pré-plantio. Recomendações serão feitas com base em dois anos de resultados sobre a eficácia do metam sódico e novos tratamentos fungicidas para o controle integrado de raiz rosada do alho, de forma que duas fumigações com Bunema 1.000 L/ha integrado com os tratamentos dos fungicidas Fox Xpro e Collis foram as formas mais eficazes para reduzir a gravidade das infecções radiculares causadas por *S. terrestris*.

Palavras-chave: Bunema. *Setophoma terrestris*. *Allium sativum* L.. Fungicidas. Alho.

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is one of the most cultivated and consumed vegetable species worldwide. Due to its high added value, it's necessary to adapt cultivation practices to ensure efficiency. The fungal disease known as pink root (*Setophoma terrestris*) has a significant impact on the crop, leading to substantial losses. As a result, it's essential to seek effective ways to control this pathogen. This study describes the outcomes of a second application of metam sodium (Bunema 1,000 L/ ha⁻¹), applied alone and integrated with six fungicide programs, in the control of pink root (*S. terrestris*) and garlic yield in long-term commercial field trials (2021 – 2023) at Agrícola Wehrmann (Cristalina, Goiás). The second application of Bunema was performed in soils previously fumigated with three treatments: 1) no fumigation, 2) Bunema 750 L/ ha⁻¹, and 3) Bunema 1,000 L/ ha⁻¹. The trial was established to demonstrate the utility of chemical and cultural control methods, as well as an integrated strategy for pink root control. The experiment also investigated the effect of an improved Bunema application on plant growth to determine if the phytotoxic effect of metam sodium fumigation, observed in previous field trials, was related to improper application and pre-planting soil preparation. Recommendations will be based on two years of results regarding the effectiveness of metam sodium and new fungicide treatments for the integrated control of garlic pink root, showing that two applications of Bunema 1,000 L/ha integrated with the fungicide treatments Fox Xpro and Collis were the most effective approaches for reducing the severity of root infections caused by *S. terrestris*.

Keywords: Bunema. *Setophoma terrestris*. *Allium sativum* L.. Fungicides. Garlic.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4. CONCLUSÃO	23
5. REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

O alho é uma hortaliça da família Aliáceas e uma das mais antigas plantas cultivadas no mundo. Originário da Ásia Central, seu cultivo difundiu-se para a região do Mar Mediterrâneo em tempos pré-históricos. No Brasil, o alho chegou com os portugueses na época do descobrimento. (Lana¹ et al. 2022).

Ao longo da sua história, o alho tem sido reconhecido como uma cultura de grande importância em muitos aspectos, especialmente aqueles relacionados às suas notáveis propriedades medicinais, relatadas em diversas publicações científicas. O consumo de alho oferece muitos benefícios à saúde, uma vez que é uma boa fonte de vitaminas, minerais, saponinas, flavonoides, ácidos orgânicos e vários compostos organossulfurados, resultando em propriedades medicinais do alho, bem como pelo seu sabor e aroma. O alho tem se mostrado benéfico na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares e outras doenças metabólicas, e estimula o sistema imunológico, além de possuir propriedades antifúngicas, antibacterianas, antigenotóxicas, antivirais e antiespasmódicas (Papaioannou et al. 2023).

No Brasil é a quarta hortaliça mais consumida, sendo presente em quase todo território nacional, onde movimenta mais de R\$ 3 bilhões por ano na economia, dividindo mercado com o alho importado, principalmente da China, que possui um valor abaixo do alho nacional. Porém, o alho brasileiro é tido como de melhor qualidade do que o chinês: tem sabor mais picante, aroma forte, textura macia e apresenta rendimento superior. Possui a casca de cor roxa, um diferencial que é facilmente notado quando comparado com o concorrente, que tem a casca branca (Gomes, M. 2017).

É uma cultura que tem grande importância socioeconômica e que demanda grandes investimentos na produção. O alho geralmente é cultivado por pequenos produtores e requer muita mão-de-obra durante o ciclo da cultura: são cerca de 4 a 6 pessoas/ha, o que representa cerca de 25% do custo total de produção. Além disso é uma cultura que exige grande quantidade de adubação com cerca de 80 kg de N/ ha⁻¹, 150 a 250 kg de P₂O₅/ha e 40 a 80 kg de K₂O/ha (Resende et al. 2022).

Por ser uma cultura de propagação vegetativa, as plantas tendem a acumular vírus, o que leva à necessidade da obtenção de sementes livres de vírus, por meio do cultivo *in vitro*.

¹ As citações pelo sistema autor-data neste trabalho foram elaboradas de acordo com a atualização da ABNT NBR 10520, publicada em 19.07.2023, que adotou o uso de maiúsculas somente nas iniciais dos sobrenomes de autores. Ver REFERÊNCIAS.

Também há necessidade de instalações de beneficiamento pós-colheita para todo o processo de beneficiamento, como limpeza e classificação.

Levando em conta todos esses fatores, pode-se dizer que é uma cultura que exige altos investimentos pelos produtores; por isso, o manejo deve ser assertivo para que não haja prejuízos, principalmente quando se trata de doenças que podem levar a enormes perdas de produtividade e, conseqüentemente, prejuízos para o produtor.

A raiz rosada (*Setophoma terrestris*) é um fungo de baixa especificidade que habita o solo e infecta monocotiledôneas como cebola, cebolinha-verde, cebolinha-capim e, como visto neste estudo, o alho. Artigo da revista Cultivar (2016) afirma que as primeiras ocorrências de raiz rosada no Brasil foram relatadas em 1960, em Minas Gerais, e em 1990, no estado de Santa Catarina, nas plantações de cebola. De acordo com o artigo, a ocorrência de raiz rosada é maior nas regiões mais quentes do país, sendo agravada pelo cultivo continuado e pelo manejo convencional, fatores que, juntos, aumentam os danos às lavouras.

Ainda no artigo da revista Cultivar (2016) é dito que a coloração rosada é decorrente do pigmento micelial do fungo presente na raiz infectada. Após a morte da raiz, a planta passa por um estágio de redução do suprimento de água e nutrientes, provocando menor desenvolvimento vegetativo. As plantas são facilmente arrancadas do solo devido ao apodrecimento das raízes e, em casos avançados, essas raízes tendem se perder no arranquio durante a colheita, devido ao apodrecimento.

A doença incide em todos os estádios do desenvolvimento da planta e possui sintomas característicos que são colorações rosadas dos tecidos e morte da raiz. Quando cultivares suscetíveis são plantadas em solos altamente infestados e se as condições ambientais estiverem favoráveis, as perdas são superiores a 50%, podendo chegar a 100% pelo abandono da lavoura, devido à baixa qualidade dos bulbos produzidos (Reis, 2016).

O patógeno consegue sobreviver através de clamidósporos no solo, nos restos culturais ou livremente. A disseminação do mesmo é feita por movimentação do solo, escoamento da água e, principalmente, pelo transporte de bulbos doentes. As condições ótimas para o desenvolvimento da doença são quando ocorre temperaturas entre 23 – 28 °C, sendo a umidade do solo não essencial para o estabelecimento da doença.

O metam sódico utilizado foi o *Bunema*® 330 CS, produzido pela Taminco do Brasil Produtos Químicos Ltda., que é um defensivo químico que atua como fungicida, bactericida,

inseticida, nematicida e herbicida. Normalmente é aplicado injetado diretamente no solo, sendo feita em seguida uma compactação com rolo compressor para posterior selamento com água da irrigação. Esse selamento é feito porque o produto atua formando um gás que precisa ser mantido dentro do solo para boa eficiência.

Em ensaios com Bunema de 2020 (PADAP), observou-se que as maiores doses de metam sódico testadas (Bunema 1.000 e 1.500 L/ ha⁻¹), aplicado injetado no solo sem diluir, afetaram o crescimento das plantas de alho (cultivar Ito). Plantas cultivadas em solo fumigado com Bunema 1.000 e 1.500 L/ha⁻¹ eram visualmente da mesma cor, mas menores em tamanho, em comparação com plantas cultivadas em solos fumigados com Bunema 750 L/ ha⁻¹ e a testemunha sendo o efeito mais evidente durante a fase vegetativa do crescimento (Villalta, O. N., 2022). Com base nesse fator, neste trabalho buscou-se analisar se ocorreria essa fitotoxidez no alho devido ao Bunema e melhorar a aplicação do mesmo.

Diferente de grandes culturas, sobre o alho ainda não há tantos materiais e pesquisas. Em se tratando da doença raiz rosada na cultura do alho, é ainda mais escassa a quantidade de informações disponíveis sobre o tema, o que dificulta comparações de resultados e conhecimento de informações prévias de outros estudos para utilização como referências. Essa escassez de informações faz com que a pesquisa realizada nesse trabalho seja de grande importância, pois a raiz rosada é uma das principais doenças da cultura do alho e os resultados podem ajudar produtores a melhorar a eficiência do manejo desse patógeno.

É um patógeno de difícil controle e tende a permanecer na área por um longo tempo, sendo os métodos de controle químico os mais eficazes. Assim, os objetivos desse trabalho foram identificar bons métodos de controle para o manejo da raiz rosada (*Setophoma terrestris*), apresentando métodos químicos que sejam eficientes para reduzir os níveis de inóculos no solo abaixo de limiares onde os tratamentos forneçam bom controle e não causem fitotoxidez, bem como identificar novos fungicidas disponíveis no mercado para o controle de raiz rosada e a combinação entre eles para possível controle efetivo da doença.

Também buscou-se avaliar o efeito de uma segunda fumigação com metam sódico (Bunema) na redução da incidência da raiz rosada e na produtividade do alho e utilizar a dose de Bunema de 1.000 L/ha⁻¹ para redução de infecções de raiz rosada em toda a área de cultivo. Por último, buscou-se avaliar a eficácia de seis tratamentos diferentes de fungicidas, em solos fumigados com aplicações de metam sódico, no controle da raiz rosada e na produtividade do alho.

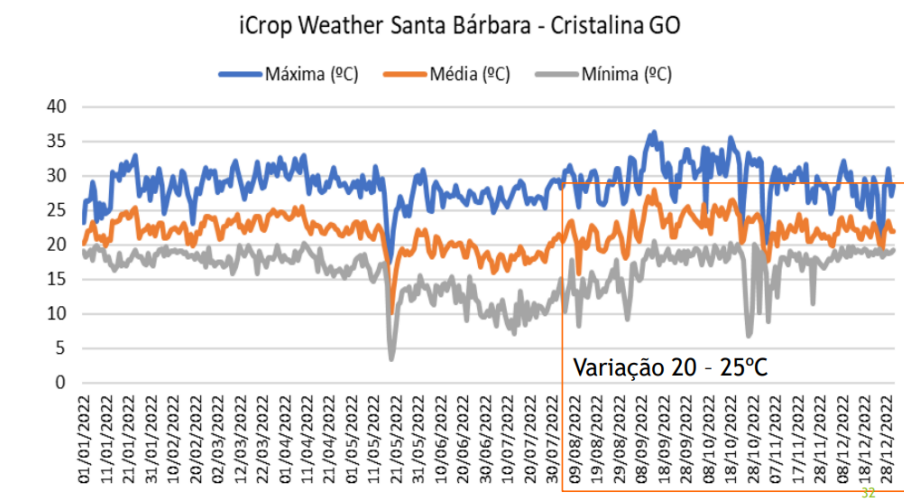
2.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Agrícola Wehrmann, localizada em Cristalina-GO. Os dados obtidos foram interpretados inicialmente pelo pesquisador Oscar Villalta e pela ANAPA (Associação Nacional dos Produtores de Alho), que criaram um relatório a partir dessas informações, o qual utilizou como base os resultados desse Trabalho de Conclusão de Curso.

Para entender o estudo aqui realizado é necessário saber que ele é uma continuação de um trabalho feito em 2021, em que foram realizados tratamentos com Bunema (metam sódico) em duas diferentes dosagens, sendo 750 L/ha⁻¹ e 1.000 L/ha⁻¹ e um tratamento que não recebeu o produto, sendo a testemunha. Nesse trabalho, concluiu-se que a melhor dose foi a de 1.000 L/ha⁻¹.

O clima local teve risco moderado em relação ao favorecimento do patógeno *S. terrestris*. Essa conclusão se deve ao fato de que o patógeno necessita de temperatura média ideal entre 23 e 28°C, a qual foi observada apenas em agosto e novembro segundo dados de da empresa Icrop, que fornece o serviço de monitoramento climático e de irrigação para a Agrícola.

Figura 1: Climograma local



Fonte: Imagem cedida por Icrop – Gestão de Irrigação da Agrícola Wherrmann

Nesse trabalho, foi utilizada a mesma área do trabalho anterior para os testes, sendo parcelas de 12 linhas duplas (4 canteiros com 3 linhas duplas), com largura total de 7,5 m e

comprimento de 4,29 m. Esta área foi cultivada com milho entre os dois ensaios de campo, e a posição das parcelas marcadas foram mantidas as mesmas durante os dois ensaios. O delineamento foi em blocos casualizados (DBC).

Como a dosagem de 1.000 L/ha de Bunema foi a mais eficaz em 2021, ela foi a utilizada nesse estudo atual, sendo uma aplicação em área total. O utilizado é o Bunema®330 CS da Taminco e foi aplicado em 7 de Abril 2022, sem diluição, usando um fumigador de solo consistindo de um tanque, bomba pressurizadora, bicos pulverizadores, rotativa e rolo compactador traseiro. No dia da aplicação do Bunema foi passada a enxada rotativa para soltar o solo e a temperatura média durante a aplicação foi de 22 – 23 °C. Houve uma irrigação antes da aplicação para que o Bunema pudesse formar o gás.

Devido ao Bunema formar um gás dentro do solo para que ocorra seu mecanismo de ação, houve a necessidade do preparo de solo com a enxada rotativa e depois a passagem do rolo compressor para compactar esse gás dentro do solo para não perder sua eficiência. Também foram feitas irrigações via pivô com uma lâmina de irrigação de 10-15 mm com o intuito de aumentar a eficiência do selamento.

O plantio foi realizado no dia 5 de maio de 2022, cerca de 29 dias após a aplicação do Bunema para evitar efeito fitotóxico. A colheita foi feita no dia 6 de setembro de 2022, com corte e classificação no dia 14 de outubro de 2022, sendo o alho utilizado da variedade Chonan. Antes do plantio foi feita uma amostragem de solo para detecção de inóculos de *S. terrestris* por meio do método de UFC (Unidade Formadora de Colônia).

Foram feitos 7 diferentes tratamentos com fungicidas, sendo as aplicações foliares realizadas com um pulverizador costal motorizado usando aproximadamente 1.000 L/ha. As datas das aplicações dos fungicidas foram 17/05/22, 17/06/22 e 29/07/22, sendo 14, 43 e 84 dias após o plantio (DAP).

Quadro 1: Cronograma de aplicações

Data da aplicação

Programa de fungicida	14 DAP	43 DAP	84 DAP
1	Testemunha	Testemunha	Testemunha
2	FoxXpro 1,5 L/ha ⁻¹	FoxXpro 1,5 L/ ha ⁻¹	FoxXpro 1,5 L/ ha ⁻¹
3	Tebuco 2L/ ha ⁻¹	Tebuco 2L/ ha ⁻¹	FoxXpro 1,5 L/ ha ⁻¹
4	Collis 2KG/ ha ⁻¹	Collis 2KG/ ha ⁻¹	Collis 2KG/ ha ⁻¹
5	Collis 2KG/ ha ⁻¹	Collis 2KG/ ha ⁻¹	FoxXpro 1,5 L/ ha ⁻¹
6	Frowncide 2L/ ha ⁻¹	Frowncide 2L/ ha ⁻¹	FoxXpro 1,5 L/ ha ⁻¹
7	Collis 2KG/ ha ⁻¹	Tebuco 2L/ ha ⁻¹	FoxXpro 1,5 L/ ha ⁻¹

Fonte: o autor

A colheita foi realizada em 12 m lineares de alho dentro da parcela útil, sendo a parcela útil a dos fungicidas e a parcela total as do Bunema. Para estimativa de t/ha⁻¹ foi considerada a população de 411 mil plantas com base na distância entre plantas de 8,5 cm. Esses alhos foram lavados para melhor visualização das raízes, para que pudesse ser atribuído uma nota que variava de 1 a 4, de acordo com a gravidade da infecção nas raízes.

Figura 2: Da esquerda para direita, cada grupo de três cabeças de alho representa uma nota de gravidade de infecção, sendo o primeiro grupo nota 1 e o último nota 4.



Imagem: Luz, J. M. Q(2022)

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 que 50% da área radicular contaminada.

O rendimento foi avaliado de acordo com o sistema de classificação comercial de tamanhos de bulbo e produtividade total de alho (t/ha^{-1}). O tamanho pode variar, mas de forma padrão vai de 1 a 9, do menor para o maior, sendo até o tamanho 3 o alho destinado à indústria e tamanho 4 ou mais para comercialização como alho nobre.

Os efeitos de fumigação com Bunema e fungicidas no crescimento da planta foram avaliados comparando visualmente o tamanho das plantas e comparando o rendimento. Os tamanhos foram medidos visualmente (no nível de subparcela) na colheita usando a seguinte escala:

- 1 = todas as plantas do mesmo tamanho visual e cor em comparação com a testemunha;
- 2 = todas as plantas menores em tamanho, mas da mesma cor em comparação com a testemunha;
- 3 = todas as plantas são menores em tamanho do que os tamanhos obtidos com a taxa mais baixa de Bunema, mas da mesma cor em comparação com a testemunha.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O inóculo de raiz rosada (*S. terrestris*) não foi detectado nas amostras compostas de solo. Sendo assim, os resultados sugeriram que o risco de infecção por raiz rosada foi baixo e semelhante entre os três tratamentos de solo (Bunema). Embora não tenha sido detectado, os resultados da severidade da infecção da raiz rosada indicaram que o inóculo de *S. terrestris* (patogênico) estava presente nos solos.

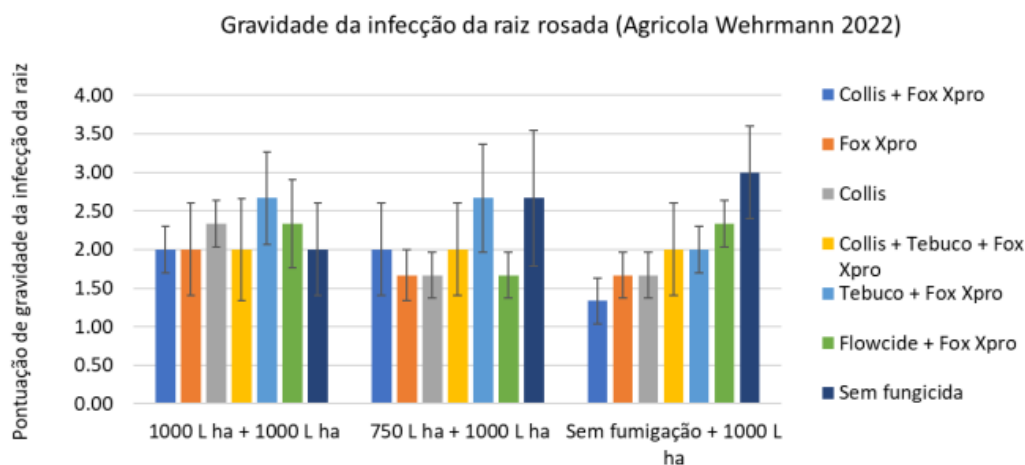
O teste (UFC) foi limitado a uma amostra de solo e fornece apenas informações sobre a presença total de *S. terrestris* e não fornece informações sobre as espécies ou patogenicidade das cepas detectadas, o que pode justificar a falta de detecção desses inóculos. Futuramente será utilizado um método mais sensível (PCR) para maior precisão na patogenicidade de *Setophoma spp.*

Em se tratando da eficácia dos fungicidas, houve evidência de que alguns programas de fungicidas proporcionaram melhor supressão da infecção de raiz rosada quando comparados com fumigação usando somente Bunema. Essa evidência se deve ao aumento dos níveis de controle de doenças e rendimento, especialmente em solos fumigados apenas uma vez com 1.000 L/ha⁻¹. Esse fato sugere que a eficácia dos fungicidas testados foi mais claramente observada em solos com mais inóculo de *S. terrestris* (solos fumigados só em 2022).

Em solos fumigados apenas em 2022 as pontuações médias de infecção radicular de todos os programas de fungicidas foram menores do que a pontuação média do solo apenas com fumigação, indicando melhor eficiência dos programas de fungicidas quando comparado com solos fumigados apenas uma vez. Por outro lado, em alguns casos, a fumigação sozinha forneceu níveis iguais ou superiores de controle de raiz rosada e de rendimento, em comparação com alguns tratamentos de fumigação junto com fungicida, mas isso apenas em áreas onde foram fumigadas com Bunema nos dois anos (2021 e 2022).

Os gráficos que retratam os resultados destes experimentos, mostrados a seguir, foram feitos neste ano de 2023, retirados do relatório referente à pesquisa denominada “Ensaio de campo comerciais (2021 – 2022) em Grupo Tanabe (Água Fria, Goiás) e Agrícola Wehrmann (Cristalina, Goiás)”, desenvolvida sob coordenação de Oscar N. Villalta, Miriam dos Reis Delgado e Carlos Inácio de Oliveira, da qual fui participante. As barras são o erro padrão da média.

Figura 3: Efeito de aplicações de Bunema em 2021 e 2022 integrado com fungicidas na gravidade da infecção da raiz rosada em 2022



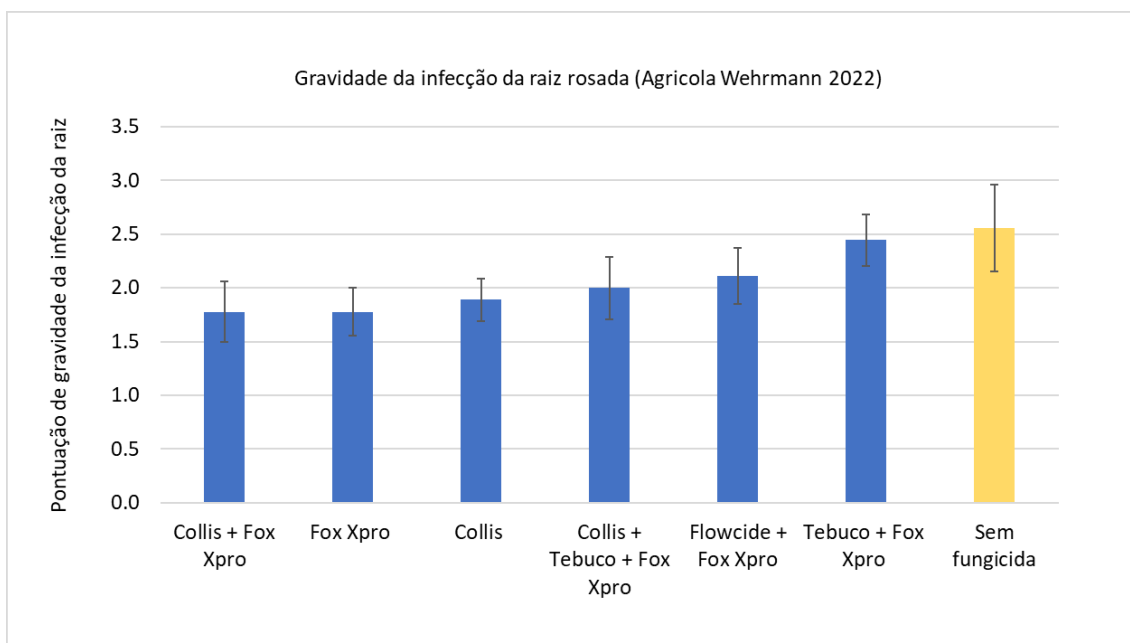
Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

Com base nesse gráfico pode-se destacar os tratamentos de fungicida 5 (2 aplicações de Collis + uma aplicação de Fox Xpro); 2 (3 aplicações de Fox Xpro) e 4 (3 aplicações de Collis).

Esses tratamentos apresentaram pontuações mais baixas em comparação com apenas a fumigação (pontuação média 3), por uma diferença de 1,7; 1,3 e 1,3 unidades de pontuação, que equivale de 15% a 20% menos área radicular infectada com raiz rosada.

Com base nesses resultados, os ingredientes ativos em Collis e Fox Xpro indicam boa eficácia para raiz rosada.

Figura 4. Efeito geral de programas de fungicida testados em solos fumigados com Bunema em 2021 e 2022 na gravidade da infecção da raiz rosada em 2022.

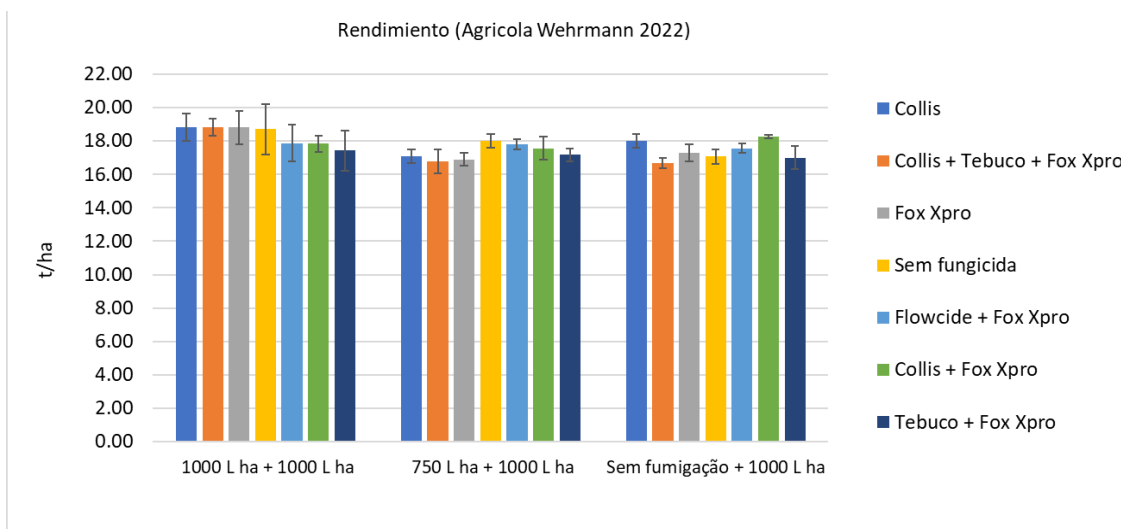


Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

Fungicidas multissítios afetam diferentes pontos metabólicos do fungo e apresentam baixo risco de resistência, tendo um papel importante no manejo antirresistência para os fungicidas sítio-específicos (McGrath. 2004). Com isso, pode-se entender que a melhor eficiência de tratamentos com Fox Xpro e Collis se deve por possuírem diferentes mecanismos de ação dentro de um mesmo produto.

Quando se trata do rendimento de alho, os tratamentos de fungicida 4 (3 aplicações de Collis) e 5 (2 aplicações de Collis + uma aplicação de Fox Xpro) forneceram os rendimentos mais altos, em comparação com apenas a fumigação, por uma estimativa de 1 ha⁻¹, em solos fumigados uma vez com Bunema.

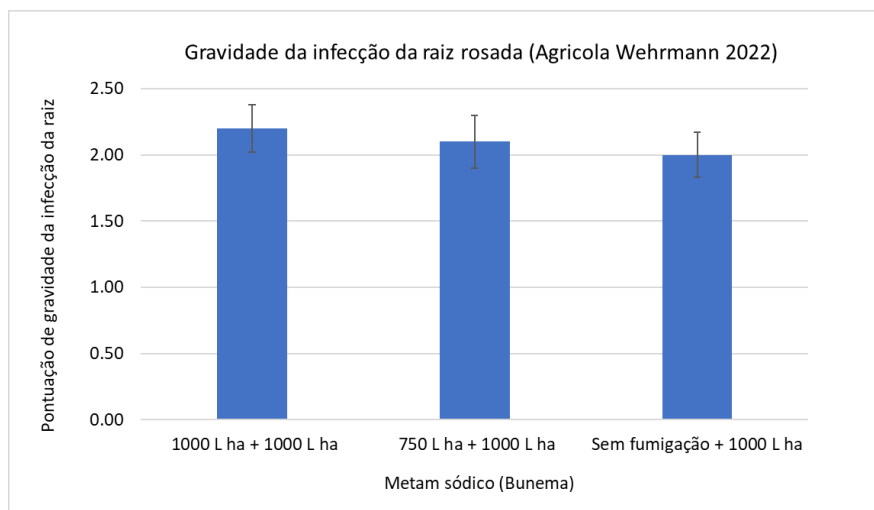
Figura 5. Efeito de aplicações de Bunema em 2021 e 2022 integrado com fungicidas na produtividade do alho em 2022.



Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

Avaliando apenas as doses de Bunema, não houve diferenças significativas no nível de gravidade da infecção de raiz rosada entre os três principais tratamentos de fumigação

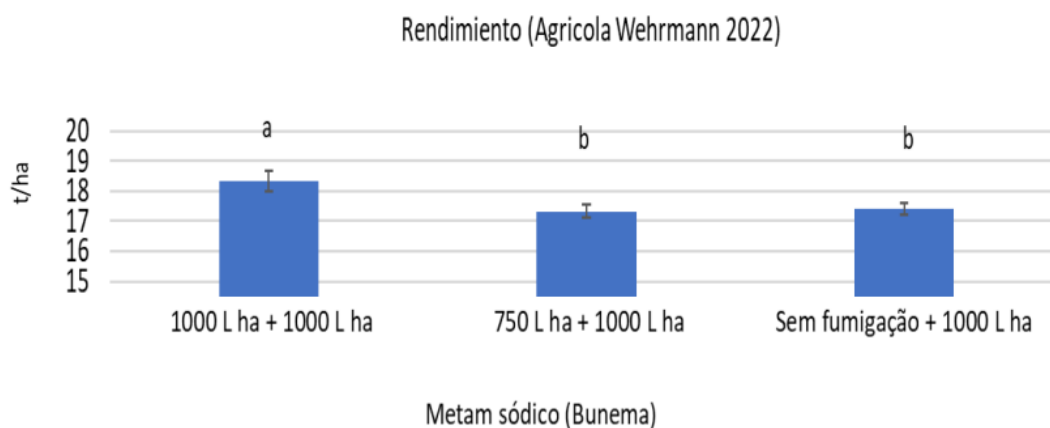
Figura 7. Efeito de aplicações de Bunema em 2021 e 2022, integrado com fungicidas, na gravidade da infecção da raiz rosada em 2022.



Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

Por outro lado, levando em consideração a produtividade do alho, houve diferença significativa nos níveis de rendimento (Figura 8). As parcelas fumigadas com Bunema 1.000 L/ha em 2021 e 1.000 L/ha em 2022 produziram significativamente 1,0 e 0,9 t/ha⁻¹ a mais de rendimento, que equivale a um aumento de cerca de 5,5%. Possivelmente isso é devido aos menores níveis de inóculo presentes no solo, que é resultado de duas fumigações com 1.000 L/ha⁻¹ de Bunema e boa eficácia dos fungicidas, o que permitiu que as plantas crescessem com menos estresse causado por infecções radiculares.

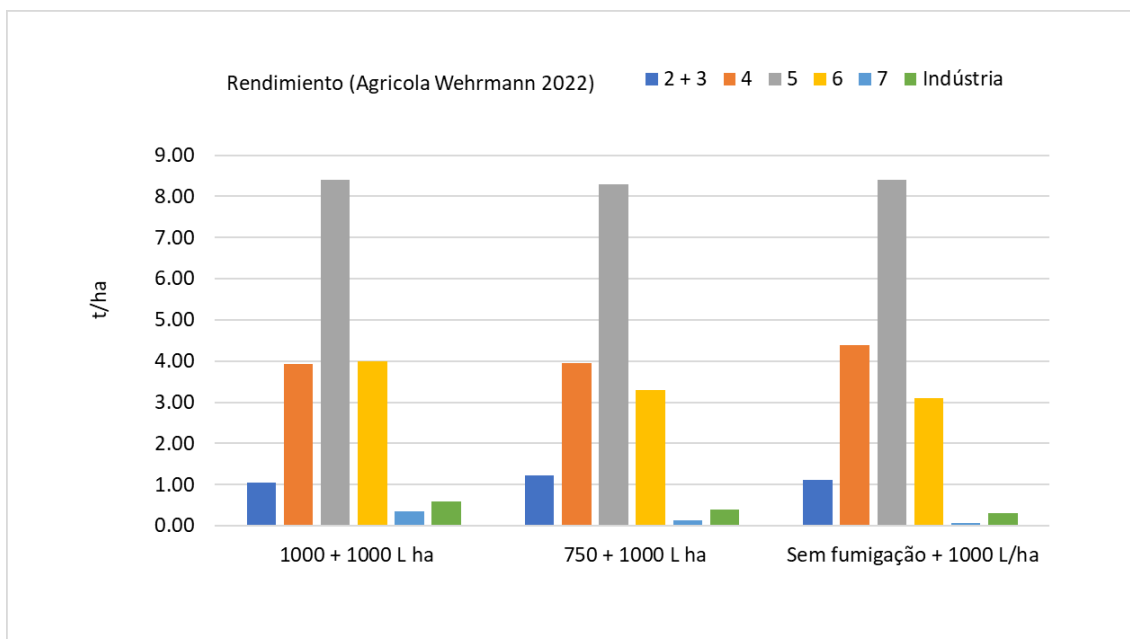
Figura 8. Efeito de aplicações de Bunema em 2021 e 2022 integrado com fungicidas na produtividade do alho em 2022.



Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

Em se tratando dos efeitos do Bunema no tamanho das classes de alho, não houve diferenças significativas na distribuição de tamanhos de bulbos entre os tratamentos de fumigação e de fungicidas. Devido a esses fatores, conclui-se a ausência de efeito fitotóxico da fumigação e dos fungicidas na distribuição das classes de bulbos.

Figura 9. Efeito de aplicações de Bunema em 2021 e 2022 integrado com fungicidas na distribuição de tamanhos de bulbos em 2022.

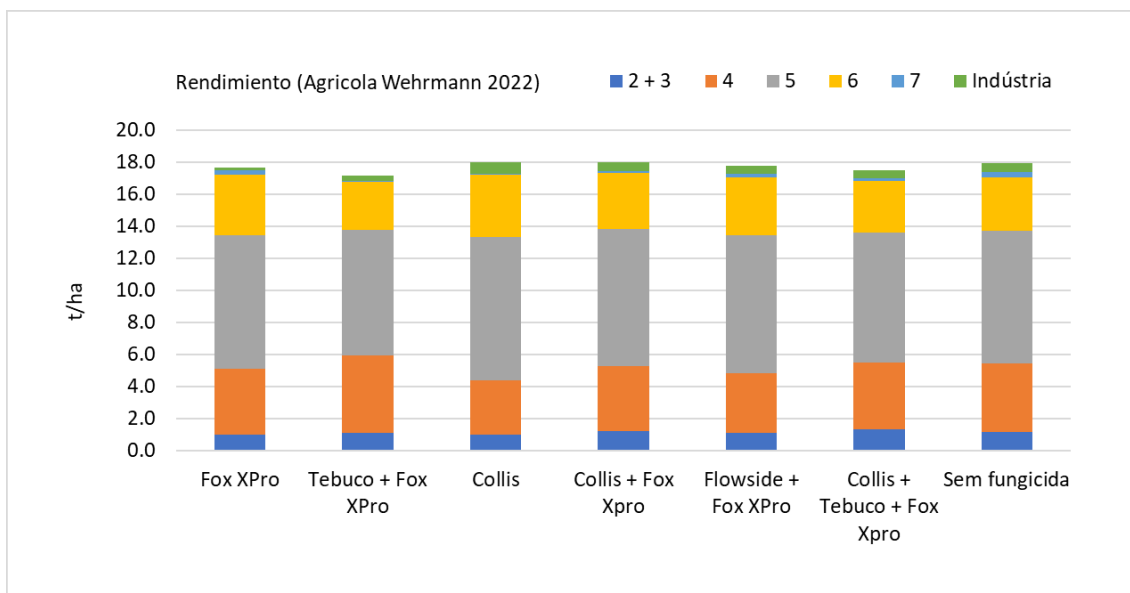


Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

A aplicação de maiores doses de metam sódico testadas (Bunema 1.000 e 1.500 L/ ha¹), injetadas no solo sem diluir, afetaram o crescimento das plantas de alho (cv Ito) (Villalta, O. N.; Delgado, M. R. e Oliveira, C. I. G., 2021). No entanto, nesse trabalho pode-se verificar que é possível utilizar doses de 1.000 L/ha⁻¹ injetados direto no solo sem diluição, de forma que não cause efeito fitotóxico e assim não afete o crescimento das plantas.

Também não houve diferenças significativas nas pontuações do tamanho de bulbo entre os tratamentos com fungicidas.

Figura 10. Efeito geral de programas de fungicida testados em solos fumigados com Bunema em 2021 e 2022 na distribuição de tamanhos de bulbos em 2022.



Fonte: Villalta, O. N.; Delgado, M. R.; Oliveira, C. I. G., 2023

O Tebuconazol apresenta efeito negativo sobre o crescimento inicial de plantas de alho cultivadas em solo contaminado com *Fusarium spp* e *Pyrenochaeta terrestris* e o Fluzinam não interfere no crescimento nestas condições (Miranda, V. P. 2017). Entretanto os resultados apresentados no trabalho atual contrariam os resultados desse estudo de 2017, mostrando que o Tebuconazol pode ser utilizado sem causar efeito fitotóxico.

Levando em conta os dados, não houve fitotoxidez no alho causada pelo Bunema ou pelos fungicidas, pois parcelas fumigadas com Bunema 1.000 L/ha⁻¹ nos dois anos produziram significativamente 1,0 e 0,9 t/ha a mais de rendimento, o que equivale a cerca de 5,5% e 5%, em comparação com as parcelas fumigadas com Bunema 750 (2021) + 1.000 L/ ha⁻¹ (2022) e Bunema 1.000 L/ ha⁻¹ (2022), respectivamente.

4. CONCLUSÃO

Assumiu-se que no início dos ensaios em 2022 não havia inóculo de *S. terrestris* no solo, no entanto, os resultados da infecção da raiz sugerem que inóculo estava presente em níveis suficientes para causar danos moderados. As fumigações com Bunema reduziram, mas não eliminaram completamente os patógenos presentes no solo provavelmente devido à área ter tido hospedeiros susceptíveis (cereais) durante o intervalo dos experimentos e o Bunema não atingir profundidades maiores no solo, onde o *S. terrestris* pode sobreviver.

O melhor controle e rendimento foram em solos fumigados com aplicações com 1.000 L/ha⁻¹ de Bunema nos dois anos e pode ter ocorrido devido aos menores níveis de inóculo de *S. terrestris* no solo, assim como menores infecções radiculares devido à boa eficácia dos fungicidas, permitindo melhor crescimento do alho.

Sendo assim, a fumigação de 1.000 L/ha de Bunema foi o tratamento do solo mais eficaz para reduzir a gravidade da doença, usado sozinho e integrado com os fungicidas Fox Xpro e Collis.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:2023 Informação e documentação - Citações em documentos -Apresentação**. Rio de Janeiro, 2023.
- GOMES, M. Alho brasileiro sofre com concorrência desleal, mas tem melhor qualidade. **Correio Braziliense/Economia**, 18/09/2017. Disponível em https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/09/18/internas_economia,626753/alho-brasileiro-sofre-com-concorrencia-desleal-mas-tem-melhor-qualida.shtml. Acesso em: 09 nov. 2023.
- LANA et al. 2022. Embrapa. **Alho | O tempero certo**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/alho#:~:text=Origin%C3%A1rio%20da%20%C3%81sia%20Central%2C%20s eu,usada%20contra%20gripes%20e%20resfriados..> Acesso em: 11 nov. 2023
- Manejo de raiz rosada nas culturas da cebola e cebolinha-verde. **Revista Cultivar**. Maio 2016. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/raiz-rosada>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- MCGRATH, M.T. 2004. What are Fungicides. **The Plant Health Instructor**. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0825-01. Updated 2016.
- MIRANDA, V. P. et al. Crescimento inicial do alho em solo submetido à aplicação de Tecuconazol e Fluazinam contaminado. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOSSANIDADE – IV CONBRAAF, 4ª edição, 2017. Uberaba: Unesp, 2017. Disponível em: <http://fitossanidade.fcav.unesp.br/seer/index.php/anaisconbraaf/article/download/224/174>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- PAPAIOANNOU, Charikleia et al. Evaluation of the genetic diversity of greek garlic (*Allium sativum L.*) accessions using DNA markers and association with phenotypic and chemical variation. **Agriculture**, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 1408, 15 jul. 2023. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture13071408>. Acesso em: 09 nov. 2023.
- 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>.

Acesso em: 20 mar. 2023.

- RESENDE et al. Adubação: sistema de produção de alho. **Portal Embrapa**. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/hortalicas/alho/adubacao#:~:text=O%20alho%20apresenta%20boa%20resposta>>. Acesso em: 6 ago. 2023.
- VILLALTA, O. N.; DELGADO, M. R.; OLIVEIRA, C. I. G. **Ensaio de campo comerciais (2021 – 2022) em Grupo Tanabe (Água Fria, Goiás) e Agrícola Wehrmann (Cristalina, Goiás)**. Não publicado.
- VILLALTA, O. N.; DELGADO, M. R.; OLIVEIRA, C. I. G. **Relatório avaliação de Metam Sódico (Bunema) e Fungicidas para Controle da Raiz Rosada do Alho em Tanabe e Agrícola Wehrmann**. 2021. Relatório técnico 7.