



AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO PROPORCIONADO POR
Bacillus methylotrophicus E BIOCONTROLE DE DOENÇAS NA ABOBRINHA
ITALIANA.**

FLÁVIO HENRIQUE PAULA

Morrinhos, GO

2022

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS MORRINHOS

AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO PROPORCIONADO POR
Bacillus methylotrophicus E BIOCONTROLE DE DOENÇAS NA ABOBRINHA ITALIANA.

FLÁVIO HENRIQUE PAULA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – *Campus* Morrinhos,
como requisito parcial para a obtenção do Grau
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes

Morrinhos, GO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

P324a Paula, Flávio Henrique.

Avaliação do desenvolvimento vegetativo proporcionado por *Bacillus methylotrophicus* e biocontrole de doenças na abobrinha italiana. / Flávio Henrique Paula. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2022.

21 f. : il. color.

Orientador: Dr. Nadson de Carvalho Pontes.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2022.

1. *Bacillus methylotrophicus*. 2. Pragas agrícolas - Controle biológico. 3. Plantas - Desenvolvimento. I. Pontes, Nadson de Carvalho. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635:632.9

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

FLAVIO HENRIQUE PAULA

Matrícula:

2016104220210200

Título do trabalho:

Avaliação do desenvolvimento vegetativo proporcionado por *Bacillus methylotrophicus* e biocontrole de doenças na abobrinha italiana.

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 11 /04 /2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos-GO

Local

30 /03 /2022

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

NADSON DE CARVALHO
PONTES:0055510336

Assinado digitalmente por NADSON DE CARVALHO PONTES:0055510336
DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=AC SOLUTI Multipla v5, OU=12290274000141, OU=Videconferencia,
OU=Identificado PF AS, CN=NADSON DE CARVALHO PONTES:0055510336
Razão: Orientador
Localização: Morrinhos-GO
Data: 2022.04.01 08:31:04-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.1.0

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 5/2022 - GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) vinte e cinco dia(s) do mês de março de 2022, às sete horas e trinta minutos, reuniu-se a banca examinadora composta por: Nadson de Carvalho Pontes (orientador), Danilo Silva de Oliveira (membro) e Enio Eduardo Basilio (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “**AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO PROPORCIONADO POR *Bacillus methylotrophicus* E BIOCONTROLE DE DOENÇAS NA ABOBRINHA ITALIANA**” da estudante **FLÁVIO HENRIQUE PAULA**, Matrícula nº 2016104220210200 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Morrinhos. A palavra foi concedida à estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** da estudante com **NOTA 9,7**. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Nadson de Carvalho Pontes

Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Danilo Silva de Oliveira

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Enio Eduardo Basilio

Membro

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus por me abençoar com a graça de estar concluindo mais uma etapa, com a oportunidade que recebi de ingressar no curso de Bacharelado em Agronomia, e a minha família, amigos e professores. A minha mãe Flaviana Carmen da Costa que me deu toda inspiração possível para o presente objetivo alcançado. Aos meus amigos e colegas do grupo de pesquisa LAFIP ajudando na condução e execução dos projetos. E por fim ao Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos – GO, juntamente com os técnicos de campo que sempre me ajudou nos trabalhos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela graça concedida e força durante este período de estudo que foi um grande desafio.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, que foi fundamental para que eu pudesse ter esta grande oportunidade de ingressar em um curso superior de grande importância para nossa região. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de pesquisa concedida durante os 4 anos de curso, a o grupo de pesquisa LAFP pelo apoio e fornecimento de equipamentos e insumos, juntamente com a empresa Farroupilha.

A todos os professores em especial ao meu orientador Nadson de Carvalho Pontes e Miriam Fumiko Fujinawa, que sempre me incentivaram e apoiaram em todos os momentos de estudo e trabalho desde o início do curso.

A minha família que sempre obteve em me ajudar durante todo curso, em especial meu padrasto Jaime Ferreira de Souza e meu Tio Marcos Roberto da Costa, a Larissa Dias Ferreira da Silva por ajuda na condução do experimento e todas as pessoas que de forma direta ou indiretamente fizeram parte desta etapa importante da minha vida.

Muito obrigado!

Sumário	Página
Resumo	7
Abstract	8
1 Introdução	9
2 Materiais e Métodos	11
3 Resultados e Discussão	13
4 Conclusão	19
5 Referências	20

Resumo

PAULA, FLAVIO HENRIQUE. **AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO PROPORCIONADO POR *Bacillus methylotrophicus* E BIOCONTROLE DE DOENÇAS NA ABOBRINHA ITALIANA**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, 2021.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a interação do *Bacillus methylotrophicus* com a cultura da abobrinha italiana, observando o desenvolvimento vegetativo inicial das plantas e o efeito do produto sobre as principais doenças da cultura, como míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) e oídio (*Sphaerotheca fuliginea*), com a utilização de dois métodos diferentes de aplicação, via pulverizado com barra e pela aplicação via colo da planta (drench). O produto biológico foi comparado com produto químico já registrados para o controle das doenças (hidróxido de cobre). O ensaio foi conduzido na área experimental do IF Goiano Campus Morrinhos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco repetições e quatro tratamentos, T1-testemunha, T2- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha), aplicado no solo (drench), T3- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha) aplicado via pulverização foliar, T4- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg/ha). A parcela foi constituída de cinco plantas, com cinco metros de comprimento, onde as plantas foram espaçadas a um metro. As aplicações tiveram início no dia do transplante e posteriormente a cada sete dias, sendo assim aplicações semanal em 0 DAT, 7 DAT, 14 DAT, 21 DAT, 28 DAT totalizando cinco aplicações, foi utilizando pulverizador costal de 20 litros com vazão de 500 L/ha, e um pulverizador adaptável de três litros para aplicação via drench. As avaliações de severidade e desenvolvimento vegetativo iniciaram com 21 DAT, finalizando em 56 DAT, contabilizando no total seis avaliações. Para as variáveis raiz e massa da planta verde foi utilizado três plantas centrais, realizando a média entre elas. O produto biológico aplicado via drench proporcionando um melhor desenvolvimento inicial no crescimento das plantas, antecipação na floração e produção, encurtando período da janela para as doenças. Quando aplicado via foliar, apresentou melhor desenvolvimento vegetativo e controle sobre a doença quando comparado com a testemunha. O hidróxido de cobre proporcionou melhor controle de doenças, resultando em uma melhor produtividade no final do ciclo em relação aos outros tratamentos.

Palavras-chaves: controle biológico, desenvolvimento vegetativo, *Bacillus methylotrophicus*.

Abstract

PAULA, FLAVIO HENRIQUE **EVALUATION OF THE VEGETATIVE DEVELOPMENT PROVIDED BY *Bacillus methylotrophicus* AND DISEASE BIOCONTROL IN zucchini.**2020. Course completion work (Bachelor's Degree in Agronomy). Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano - Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, 2020.

This study aimed to evaluate the interaction of *Bacillus methylotrophicus* with the initial vegetative culture of the plants, as well as to observe the initial vegetative development of the plants and the effect of the product on the main diseases of the culture, such as downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) and powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*), with the use of two different methods of application, via spraying with a bar and by application via the plant neck (drench), with the use of the biological product based on *B. methylotrophicus*, comparing with the chemical product already registered for the control of diseases (copper hydroxide). The trial was conducted in the experimental area of the IF Goiano Campus Morrinhos. The experimental design was in randomized blocks, with five replications and four treatments, T1-control, T2-*Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 CFU/mL, 5L/ha), applied to the soil (drench), T3- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 CFU/ mL, 5L/ha) applied foliar spray, T4-copper hydroxide (Tutor®, 3.0 kg/ha). The plot consisted of five plants, five meters long, where the plants were spaced one meter apart. Applications began on the day of transplanting and then every seven days, thus weekly applications at 0 DAT, 7 DAT, 14 DAT, 21 DAT, 28 DAT, totaling five applications, using a 20-liter backpack sprayer with a flow of 500 L. /ha, and a three-liter adaptable sprayer for application via drench. The evaluations of severity and vegetative development started with 21 DAT, ending with 56 DAT, accounting for a total of six evaluations, for the variables root and green plant mass, three central plants were used, taking the average between them. The biological product applied via drench was significant in vegetative growth, providing a better initial development in plant growth, anticipation of flowering and production, shortening the window period for diseases, when applied via foliar it presented vegetative development and control over the disease when compared to the witness. Copper hydroxide provided better disease control, resulting in good productivity at the end of the cycle compared to other treatments.

Keywords: biological control, vegetative development, *Bacillus methylotrophicus*.

1 Introdução

A abobrinha de moita (*Curcubita pepo*) é pertencente ao gênero das *Cucurbita* e tem origem nas Américas, tendo sido introduzida no Brasil no século XIX (Ramos et al., 2010). Existem variadas espécies de importância na culinária brasileira, apresentando importância socioeconômica pela versatilidade de nutrientes e formas de preparo. A abobrinha é utilizada pela população em geral e com mais destaque pela população nordestina (CAVALCANTE, et al., 2017).

A produção da abóbora no Brasil está em crescente aumento segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O censo agropecuário de 2006 aponta a produção de abóbora de 384.912 toneladas. Já no censo de 2017 aponta cerca de 417.839 toneladas resultando em aumento na produção. Dentre os maiores estados produtores podem destacar Minas Gerais, Bahia e Rio Grande do Sul.

A cultura da abobrinha apresenta vantagem para exploração de cultivo onde é uma cultura de ciclo curto se tornando uma boa alternativa principalmente para agricultura familiar. Dentre características morfológicas apresenta folhas grandes, caule macio e raízes curtas fasciculadas (HORA, JUNIOR, BUZANINI, 2018).

Para produzir a curcubitáceas em geral a faixa de temperatura ótima é de 18°C a 30°C, não tolerando temperaturas abaixo de 10°C. Temperaturas entre 28°C a 30°C são favoráveis aos agentes polinizadores da cultura. A abobrinha é exigente em disponibilidade hídrica durante todo ciclo, principalmente durante os estágios de florescimento e formação dos frutos (HORA, JUNIOR, BUZANINI, 2018).

Muitos microrganismos isolados ou em associação são responsáveis por causar perdas na produção. De forma geral a ocorrência está associada a temperatura e disponibilidade água, condições que propiciam o ataque de patógenos (DIAS & TERAÓ, 2006).

Patógenos citados na literatura de ocorrência em *Cucurbitas* como *Pseudoperonospora cubensis*, agente causal do míldio (Filho et al. 2014), e *Podosphaera xanthii*, relacionado ao oídio (Almeida et al. 2018), são prejudiciais cultura da abobrinha. São patógenos biotróficos obrigatórios causando a redução do potencial produtivo da cultura afetando a qualidade do produto, ele ataca toda a planta apresentando maior ocorrência na superfície foliar consequentemente afeta a capacidade fotossintética, vigor e a produtividade. (SANTOS, 2009).

Dentre estas doenças, o oídio é uma das principais doenças da cultura da abobrinha. Além do oídio o míldio é uma das doenças que afeta o cultivo de *Curcubita pepo.*, é uma doença foliar que apresenta lesões cloróticas, afetando principalmente países tropicais onde fornecem condições adequadas para a proliferação do patógeno. Nos Estados Unidos pode chegar a US \$ 246,2 por ano avaliando assim um patógeno de grande importância econômica onde a longo prazo ameaça a viabilidade de produção da cultura (SAVORY et al., 2011).

Para o controle desses patógenos é necessário realizar manejo adequado, onde alguns métodos são empregados, como o controle cultural, controle químico e o controle biológico. O manejo biológico vem crescendo bastante no ramo da agricultura familiar, em alguns casos ocorrendo associação com os produtos químicos (SANTOS, 2009).

Alguns *Bacillus* apresenta diversas interações com as plantas, principalmente na região da rizosfera, onde pode apresentar ação solubilizadora de fosfatos minerais (FREITAS et al., 1997). Entre os diversos mecanismos de ação para promover o crescimento de plantas impulsionado pelas rizobactérias está a produção de hormônios vegetais como auxinas (ASGHAR, et al., 2002).

Algumas espécies podem causar efeito de supressão das doenças causadas por fungos e outras bactérias, com mecanismos principal e a ação de antagonismo, relacionado à produção de antibióticos antifúngicos, como exemplo a iturina em *Bacillus subtilis* (ARAUJO et al., 2005).

Nesse contexto o trabalho objetivou avaliar o efeito do agente biológico *Bacillus methylotrophicus* no desenvolvimento da cultura da abobrinha por meio de dois métodos diferentes de aplicação, e uma possível interação sobre as principais doenças da cultura, comparando o com um produto químico recomendado no controle.

2 Materiais e Métodos

O ensaio foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Goiás, (17°49'28,85" S, 49°12'6,48" W e 892 m), em um Latossolo Vermelho distrófico típico, entre os meses de março a maio de 2020.

Para o preparo da área foi realizado a calagem dos canteiros, anteriormente cultivados com tomate envarado. Feito as covas e realizado a adubação, procedeu-se o transplântio das mudas, atividades feita manualmente. O adubo usado foi o formulado 05-25-15 na quantidade de 400 kg/ha. A adubação de cobertura, foi realizada em três aplicações, a primeira aos 15 DAT a segunda aos 30 DAT e a última aos 45 DAT usando o formulado 20-00-20 na dose de 100 kg/ha em cada aplicação.

O transplântio das mudas de abobrinha foi realizado no dia 19 de março de 2020, utilizando-se mudas de abobrinha italiana, com aproximadamente 25 dias após o semeio, adquiridas do viveiro comercial Beira Mato de Morrinhos – GO. As mudas foram dispostas em linha simples, com canteiro único de comprimento de 100 metros, com espaçamento de 1m entre plantas. A irrigação foi realizada pelo sistema de gotejo, com duas fitas, centralizando as plantas nas duas fitas e inserido o sistema de aspersão para desenvolvimento das doenças, na qual foi controlada e conduzida de forma manual, de acordo com a necessidade da cultura. A irrigação foi realizada até o final do ciclo devido a produção da cultura ser por etapas diferentes.

O manejo fitossanitário se restringiu ao controle de pragas, sem aplicação de fungicidas, além daqueles contidos nos tratamentos. Dentre os produtos para o controle fitossanitário utilizados estão inseticidas para controle de broca do fruto (*Neoleucinodes elegantalis*), larva minadora (*Lyriomyza sativae*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*), tripses (*Frankliniella schultzei*). O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual, com capinas, devido ao espaçamento entre as plantas. Em função de o cultivo anterior no canteiro ter sido coberto, foi fácil realizar a supressão das plantas daninhas.

As aplicações dos tratamentos se deram no dia do transplântio das mudas. Utilizou-se um pulverizador pressurizado de CO₂ com bicos tipo leque e vazão de 500 litros/ha. Utilizou-se uma formulação comercial do isolado GF267 de *B. velezensis* (Onix®, 1x10⁹ufc/mL) registrada como nematicida microbiológico. Avaliou-se duas formas de aplicação, via pulverização foliar e via solo (drench), com mesma dose (5L/ha do produto comercial) em comparação com hidróxido de cobre (Kocide®, 1,5 kg p.c./ha) pulverizado conforme recomendações de aplicação.

As parcelas experimentais foram constituídas de 1 linha de plantas de 5 m de comprimento, sendo cada parcela 5 m², contendo 5 plantas em cada linha. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos e cinco repetições. Para realizar as avaliações utilizamos apenas as 3 plantas centrais por parcela.

Avaliou-se semanalmente o desenvolvimento vegetativo, medindo o índice de área foliar (IAF), diâmetro de colmo na base, número de folhas, aparecimento de flor por planta. Na colheita, avaliou-se a massa de parte aérea e raiz. Para avaliação do IAF foi realizado a medida de três folhas por plantas, medindo em centímetros o comprimento e largura, posteriormente fazendo a multiplicação dos valores obtidos e resultando da área foliar. A avaliação de número de flores foi realizada pela contagem dos números de plantas com flor por parcela, com o objetivo de avaliar a antecipação na produção. Para o diâmetro foi utilizado um paquímetro a 2 cm do solo (colo da planta). Realizaram-se seis avaliações para as características de desenvolvimento vegetativo, dando início as 21 DAT, finalizando 56 DAT. O aparecimento da doença ocorreu de forma natural. Para avaliação da severidade do míldio e oídio, atribuiu-se notas de severidades em porcentagem de ataque, com base em escala diagramática (UFAL, 2006). A avaliação foi realizada nos dias de colheita, tabuladas e em seguida calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

A colheita do experimento foi realizada a partir do 28 DAT, após finalizada a aplicação dos tratamentos, dando sequência aos 35 DAT, 42 DAT, 49 DAT, 56 DAT, 63 DAT, 70 DAT e 77 DAT. No total, foram 8 colheitas. A produtividade por parcela foi estimada pelo peso de frutos em 3 plantas centrais, posteriormente realizado a avaliação de massa de parte aérea e raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, as médias comparadas pelo teste de Turkey a 5 % de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

Nas avaliações de desenvolvimento vegetativo da planta, para a variável diâmetro do colo da planta houve efeito significativo dos tratamentos, com destaque para a aplicação de *B. velezensis* via drench e pulverizado desde da primeira avaliação de campo (DAT 21), diferenciando dos outros tratamentos, ocorrendo um desenvolvimento acelerado nos outros dias comparados com a testemunha (Tabela 1). Ao final, na avaliação aos 56 DAT, o tratamento com *B. velezensis* via drench apresentou o melhor desenvolvimento de colo de planta, diferindo da testemunha não tratada.

O efeito benéfico da aplicação de rizobactérias no solo é relatado para diversas culturas. De acordo com Lobo et al. (2018), a utilização de *B. subtilis* e *B. velezensis*, provocou aumento de altura, diâmetro de colo e produtividade final na cultura do milho. Segundo estudo realizado por Pinho (2020), foi possível observar que a utilização de rizobactérias em soja, aplicado via colo de planta, permitiu uma aceleração e aumento no crescimento vegetativo da planta, proporcionando um aumento na produtividade da cultura. Neste mesmo estudo, observou-se também uma inibição do crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*. Estas rizobactérias produziram compostos orgânicos voláteis que ajudam a controlar o patógeno.

Tabela 1- Valores da avaliação de diâmetro no colo da planta durante o ciclo de desenvolvimento observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e método de aplicação.

TRAT	DAT21		DAT28		DAT35		DAT42		DAT49		DAT56	
TEST	3,53	b	4,52	c	5,90	b	14,99	b	18,60	b	19,30	b
<i>B. velezensis</i> DRENCH	5,86	a	10,38	a	11,33	a	20,52	a	22,27	a	22,73	a
<i>B. velezensis</i> PULV.	4,90	a	8,57	ab	9,71	a	17,85	ab	19,90	ab	20,70	ab
HDC	4,84	ab	7,27	b	9,59	a	17,69	ab	19,82	ab	20,42	ab
CV (%)	16,87		18,21		12,05		13,38		8,11		6,68	
Média Geral	4,84		7,68		9,14		17,76		20,15		20,79	

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre sí. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg/ha). CV (%) = Coeficiente de Variação.

O índice de área foliar e a quantidade de folhas por planta apresenta grande importância no desenvolvimento vegetativo de uma planta, garantindo a máxima atividade fotossintética (Lobo, 2018). Nos tratamentos avaliados, todos eles apresentam diferença da testemunha no IAF e número de folha (Tabela 2).

Tabela 2- Valores da avaliação de índice de área foliar (IAF) da planta durante o ciclo de desenvolvimento, observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e método de aplicação.

TRAT	DAT21		DAT28		DAT35		DAT42		DAT49		DAT56	
TEST	21,95	b	51,14	c	181,93	b	363,83	c	455,83	b	484,26	b
<i>B. velezensis</i> DRENCH	77,68	a	292,13	a	512,28	a	743,37	a	822,98	a	851,18	a
<i>B. velezensis</i> PULV.	62,10	a	209,14	ab	367,90	a	574,82	b	679,63	a	714,15	a
HDC	48,94	ab	158,48	b	393,62	a	609,30	ab	640,97	ab	669,61	ab
CV (%)	37,99		30,77		24,30		14,11		15,76		15,47	
MÉDIA GERAL	52,67		177,72		363,93		572,83		649,85		679,80	

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre sí. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg/ha). CV (%) = Coeficiente de Variação.

Para o IAF os melhores resultados foram observados quando se utilizou o *B. velezensis* independente da forma de aplicação. Na avaliação de número de folhas o tratamento *B. velezensis* Drench se destacou dos demais em todos os dias avaliados, proporcionando a maior quantidade de folhas por plantas (Tabela 3).

Tabela 3- Valores da avaliação de quantidade de folhas por planta durante o ciclo de desenvolvimento, observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e método de aplicação.

TRAT	DAT21		DAT28		DAT35		DAT42		DAT49		DAT56	
TEST	4,40	c	8,80	c	10,00	b	21,40	b	27,60	b	32,80	b
<i>B. velezensis</i> DRENCH	9,20	a	15,40	a	17,00	a	30,00	a	36,00	a	43,60	a
<i>B. velezensis</i> PULV.	6,40	bc	13,80	ab	14,20	a	24,20	ab	30,80	ab	37,40	b
HDC	7,40	ab	12,20	b	14,00	a	24,20	b	28,80	b	35,20	b
CV (%)	15,82		8,58		11,97		11,62		10,81		6,60	
MÉDIA GERAL	6,85		12,55		13,90		25,10		30,80		37,25	

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre sí. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1×10^9 UFC/mL, 5L/ha) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg/ha). CV (%) = Coeficiente de Variação.

Nas avaliações de massa fresca de raiz e parte aérea, foi possível identificar que o tratamento *B. velezensis* via drench se destacou dos demais tratamentos (Tabela 4). Para ambas as variáveis, este tratamento foi o único a diferir da testemunha não tratada.

Tabela 4- Valores da avaliação de peso de raiz (g) e peso planta verde (Kg) no dia da última colheita (77 DAT), observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e métodos de aplicação.

TRAT	PESO RAIZ (g)		PESO PLANTA (Kg)	
TEST	107,60	b	1,58	b
<i>B. velezensis</i> DRENCH	223,00	a	2,65	a
<i>B. velezensis</i> PULV.	112,00	b	2,21	ab
HDC	124,40	b	1,96	ab
CV (%)	13,66		22,83	
MÉDIA GERAL	139,25		2,10	

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre si. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L/ha), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L/ha) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg/ha). CV (%) = Coeficiente de Variação.

Nas primeiras avaliações realizada aos 21 DAT e 28 DAT não ocorreu a presença das doenças, míldio e oídio. Os primeiros sintomas de míldio foram observados nas folhas as 35 DAT. Nesta primeira avaliação, observou-se diferença entre os tratamentos, com ausência dos sintomas nas plantas tratadas com hidróxido de cobre (Figura 1), o que só se observou aos 56 DAT, mas sempre a níveis menores que os demais tratamentos (Tabela 5). E relação à AACPD, as aplicações dos produtos biológico e cúprico via pulverização foram superiores à testemunha no controle da doença.

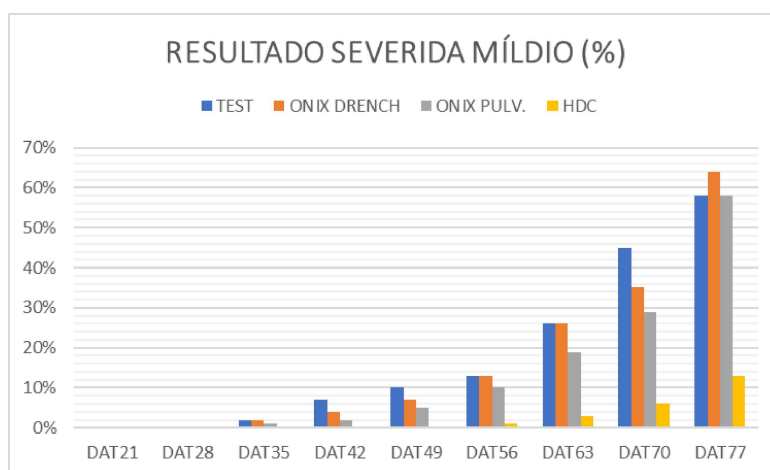


Figura 1 - Valores da avaliação de severidade para míldio () durante o período de desenvolvimento da cultura, de acordo com a escala de notas de severidades em porcentagem de ataque, diagrama de escala das cucurbitáceas fornecido UFAL (2006), observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e métodos de aplicação.

Tabela 5. Valores da avaliação de severidade para míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), durante o período de desenvolvimento da cultura, de acordo com a escala de notas de severidades em porcentagem de ataque, diagrama de escala das cucurbitáceas fornecido UFAL (2006), observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e métodos de aplicação.

TRAT	DAT21	DAT28	DAT35	DAT42	DAT49	DAT56	DAT63	DAT70	DAT77	AACPD
TEST	0 ns	0 ns	2 b	7 c	10 c	13 b	26 b	45 b	58 b	921 c
B. velezensis DRENCH	0 ns	0 ns	2 ab	4 bc	7 ab	13 b	26 b	35 b	64 b	832 bc
B. velezensis PULV.	0 ns	0 ns	1 ab	2 ab	5 bc	10 b	19 b	29 b	58 b	664 b
HDC	0 ns	0 ns	0 a	0 a	0 a	1 a	3 a	6 a	13 a	119 a
CV (%)	0,00	0,00	95,35	45,88	52,57	28,14	28,21	40,67	24,73	14,43
MÉDIA GERAL	0,00	0,00	1,10	3,40	5,60	9,20	18,40	28,80	48,10	633,85

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre si, ns- não significativo. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L ha⁻¹), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L ha⁻¹) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg ha⁻¹), kg ha⁻¹= kilo por hectare, AACPD- Área abaixo da curva de progressão da doença.

Em relação ao oídio, os primeiros sintomas foram observados aos 42 DAT, havendo atraso na epidemia nas parcelas tratadas com hidróxido de cobre até os 63 DAT (Figura 2). Ao se avaliar a severidade final e AACPD, apenas as aplicações dos produtos biológico e cúprico via pulverização foram superiores à testemunha no controle da doença (Tabela 6).

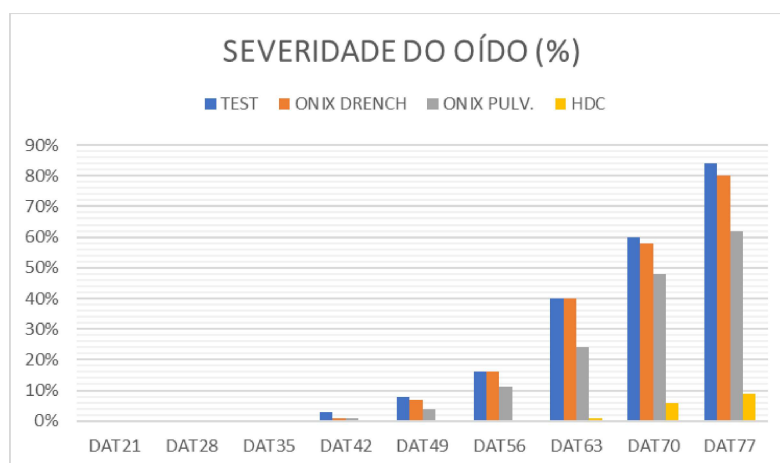


Figura 2. Valores da avaliação de severidade para oídio (%) durante o período de desenvolvimento da cultura, de acordo com a escala de notas de severidades em porcentagem de ataque, diagrama de escala das cucurbitáceas fornecido UFAL (2006), observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e métodos de aplicação.

Para o hidróxido de cobre, um fungicida protetor de contato, já era esperada a eficiência via pulverização. Em relação ao produto biológico, durante é sabido que espécies de *Bacillus* podem produzir substância com efeito antimicrobiano. Estas, quando pulverizadas, podem inibir o desenvolvimento do patógeno. Trabalho realizado por Lima (2018), observou que algumas raças de *Bacillus* apresenta interação com os fungos, produzindo substância metabólicas secundárias inibitórias e competindo pelo mesmo espaço de sobrevivência. A utilização de hidróxido de cobre para controle de fungos tem como função realizar uma camada protetora no limbo foliar, impedindo o processo de germinação do esporo fúngico (TOMAZELA, A. L., et al; 2006).

Tabela 6 - Valores da avaliação de severidade para oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), durante o período de desenvolvimento da cultura, de acordo com a escala de notas de severidades em porcentagem de ataque, diagrama de escala das cucurbitáceas fornecido UFAL (2006), observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e métodos de aplicação.

TRAT	DAT21	DAT28	DAT35	DAT42	DAT49	DAT56	DAT63	DAT70	DAT77	AACPD
TEST	0 ns	0 ns	0 ns	3 a	8 b	16 b	40 b	60 b	84 c	1.183 c
B. velezensis DRENCH	0 ns	0 ns	0 ns	1 a	7 b	16 b	40 b	58 b	80 c	1.134 c
B. velezensis PULV.	0 ns	0 ns	0 ns	1 a	4 ab	11 b	24 b	48 b	62 b	833 b
HDC	0 ns	0 ns	0 ns	0 a	0 a	0 a	1 a	6 a	9 a	81 a
CV (%)	0,00	0,00	0,00	131,66	48,05	59,44	37,13	18,35	15,30	18,70
MÉDIA GERAL	0,00	0,00	0,00	1,25	4,75	10,58	26,25	43,00	58,75	807,65

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre si, ns- não significativo. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L ha⁻¹), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L ha⁻¹) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg ha⁻¹), kg ha⁻¹= kilo por hectare, AACPD- Área abaixo da curva de progressão da doença.

Em relação à produtividade, durante as primeiras avaliações semanais, houve uma maior produtividade do tratamento com aplicação de *B. velezensis* via solo (drench) (Tabela 7). Este permitiu uma antecipação de produção aos 28 DAT. Observando a produtividade final acumulada em toneladas por hectare (t ha⁻¹) o melhor tratamento foi o *B. velezensis* via solo (drench) com 21,12 t ha⁻¹, diferenciando da testemunha (8,46 t ha⁻¹), seguido do tratamento com HDC (20,67 t ha⁻¹). Com aplicação do biológico pulverizada, não se observou incremento significativo de produtividade.

Tabela 7 - Valores da avaliação de produtividade da cultura, durante o período de desenvolvimento da cultura, produtividade média dos tratamentos e produtividade final em toneladas por hectare, observados em função dos tratamentos com diferentes produtos e método de aplicação.

TRAT	DAT21	DAT28	DAT35	DAT42	DAT49	DAT56	DAT63	DAT70	DAT77	MÉDIA (Kg ha ⁻¹)	ACUMULADA (t ha ⁻¹)
TEST	0 ns	0 b	117 b	1.369 a	2.307 b	3.533 b	3.360 c	1.232 b	744 c	1.407 b	12,66 b
B. velezensis DRENCH	0 ns	320 a	728 a	2.302 a	4.184 a	5.701 a	4.513 ab	2.128 b	1.240 b	2.346 a	21,12 a
B. velezensis PULV.	0 ns	0 b	67 b	1.787 a	3.587 ab	4.403 ab	3.755 bc	2.128 ab	933 bc	1.766 ab	15,89 ab
HDC	0 ns	0 b	144 b	2.299 a	4.064 a	4.928 ab	4.880 a	2.789 a	1.567 a	2.297 a	20,67 a
CV (%)	0,00	151,38	91,07	49,19	21,13	16,76	12,38	31,09	15,29	16,59	16,59
MÉDIA GERAL	0,00	80,00	263,99	1.938,87	3.535,33	4.641,33	4.127,33	1.878,67	1.121,00	1.954,06	17,588

Letras diferentes os tratamentos se diferem entre si, ns- não significativo. TRAT- Tratamento, TEST- Testemunha, ONIX DRENCH- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L ha⁻¹), aplicado no solo, ONIX PULV- *Bacillus methylotrophicus* (1x10⁹ UFC/mL, 5L ha⁻¹) aplicado pulverização foliar, HDC- hidróxido de cobre (Tutor®, 3,0 kg ha⁻¹), kg ha⁻¹= kilo por hectare, MÉDIA= produtividades média dos tratamentos dentro dos dias de colheita, ACUMULADA= produtividade acumulada dos tratamentos dentro dos dias de colheita em toneladas por hectare (t ha⁻¹). CV (%) = Coeficiente de Variação.

Um dos produtos químicos mais utilizados no controle de doenças em hortaliças em geral são os a base de cobre, como hidróxido de cobre, possuindo um efeito protetor para fungos e bactérias (Patrício, F. R. A. 2007). Os resultados aqui obtidos corroboram para sua ampla utilização, pela eficiência no controle de doenças e em mitigar perdas de produtividade. Entretanto, ficou claro o potencial de produtos biológicos também para este fim.

Silva Filho, et al (2016) realizou estudos com produtos biológicos a base de *Bacillus subtilis*, que tem mostrado grande eficiência no controle de doenças de plantas, por apresentar uma multiplicidade de mecanismos antagônicos e possuir respostas no crescimento vegetativo. O bioproduto a base de *B. velezensis* GF267 utilizado neste trabalho, apesar de não apresentar resultados semelhante ao produto químico no controle da doença, teve uma redução do ciclo quando aplicado via colo de planta, antecipando a produção da cultura e encurtando o período de ação das doenças. De acordo com o IBGE (2020) a produtividade média nacional da cultura da abobrinha é de 18 t ha⁻¹, sendo assim observa que os tratamentos HDC pulverizado e *B. velezensis* via solo (drench) ficaram acima da média de produção, se tornando manejos viáveis para a produção da cultura.

4 Conclusão

Com os resultados obtidos no presente estudo, foi possível observar que o produto biológico a base de *Bacillus velezensis* proporcionou um ótimo desenvolvimento vegetativo da cultura, quando aplicado via solo. Em relação a severidade, o HDC apresentou o melhor resultado de controle das doenças até o final de ciclo, atingido a máxima produtividade final em relação a testemunha. Tendo em vista os resultados obtidos neste estudo podemos observar que se utilizarmos estes produtos biológicos e químicos intercalados, podemos obter um ótimo controle desta doença e desenvolvimento da planta, sendo possível o uso de ambos os produtos de maneira integrada.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. **Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development.** World Journal of Microbiology & Biotechnology, Dordrecht, v. 21, p. 1639-1645, 2005.

ASGHAR, H. N.; ARSHAD, M; KHALIQ, A. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. **Biology Fertility of Soils**, Berlin, v. 35, p. 231-237, 2002.

ALMEIDA K.B.; DIAS R.D.; SANTOS J.S.; DAMASCENO G.A.; SOUZA F.F. **Reação de acessos de *Cucurbita* spp. em condições de infecção natural de oídio.** Embrapa Semiárido - Artigo em anais de congresso. Petrolina, p. 147-152, 2018.

CAVALCANTE, R.R.; NASCIMENTO I.R.; SILVA, D.A.P.; CERQUEIRA, F.B.. **Características produtivas de frutos de abobrinha de moita de diferentes doses de adubação nitrogenada.** Tecnologia & Ciência Agropecuária. João Pessoa, V. 11, n. 6, p. 11-15, 2017.

Canuto de Pinho, R. S., Canabarro Pozzebon, B., Rey Rodrigues, K. R., Bolacel Arns, R., Almeida Alves, C., & Duarte Bergmann, M. (2020, July). Rizobactérias no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*, e efeitos no desenvolvimento vegetativo de plântulas de soja. In *Colloquium Agrariae* (Vol. 16, No. 4).

DIAS, R.; TERAPO, D. Doenças das cucurbitáceas. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

FILHO, J.U.T.B.; MARAUS, P.F.; KAMP, D.K.; MELO, A.J.; ZENY E. P.. **Eficiência de fungicidas no controle de *Pseudoperonospora cubensis* na cultura da abobrinha.** Horticultura Brasileira. São Paulo, V. 31, n. 2, 2014.

FREITAS, J. R.; BANERJEE, M. R.; GERMIDA, J. L. Phosphorus solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). **Biology Fertility of Soils**, Berlin, v. 24, p. 358-364, 1997.

HORA, R.C.; CAMARGO, J.; BUZANINI, A.C. Cucurbitáceas e outras. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S.; GOTO, R., **Hortaliças-fruto.** Maringá: EDUEM, 2018, pp. 71-111. ISBN: 978-65-86383-01-0. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0005>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.** 2006. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017.** 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario2017>.

Lima, D. S. D. **Identificação e caracterização dos metabólitos secundários ativos secretados pela bactéria *Bacillus velezensis* que causam inibição no crescimento de fungos filamentosos fitopatogênicos** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

LOBO, Laiana Lana Bentes. **Potencial de bactérias endofíticas na promoção do crescimento em plantas de milho**. 2018.

Patrício, F. R. A. (2007). **Controle de doenças de hortaliças: convencional vs. alternativo. *Biológico***, São Paulo, 69(2), 87-90

RAMOS, S.R.R. et al. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, P. 5-6, 2010.

SANTOS P.A.. Controle do oídio da abobrinha com antagonistas e produtos biocompatíveis. **Embrapa Meio Ambiente-Tese/dissertação (ALICE)**, 2009.

SAVORY A.E.; GRANKE L.L.; QUESADA-OCAMPO M.L.; VARBANOVA M.; HAUSBECK M.K.. **The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis***. *Molecular plant pathology*. v. 12, p. 217-226, 2011.

TOMAZELA, A. L., FAVARIN, J. L., FANCELLI, A. L., MARTIN, T. N., NETO, D. D., & DOS REIS, A. R. (2006). Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 5(02).

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Danilo Silva de Oliveira, ENGENHEIRO-AREA, em 04/04/2022 09:15:10.
- Enio Eduardo Basilio, TECNICO EM AGROPECUARIA, em 04/04/2022 09:14:22.
- Nadson de Carvalho Pontes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/04/2022 09:12:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/04/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 374604

Código de Autenticação: c27ee2ff9e



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900