



PRISCILLA AGUIDA CASSIANO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DO TRIGO À DIFERENTES
PRODUTOS BIOLÓGICOS**

**LAVRAS -MG
2023**

PRISCILLA AGUIDA CASSIANO DE OLIVEIRA

RESPOSTA DO TRIGO À DIFERENTES PRODUTOS BIOLÓGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Agronomia, para
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. José Maria Villela Pádua
Orientador
Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira
Coordenador

**LAVRAS – MG
2023**

PRISCILLA AGUIDA CASSIANO DE OLIVEIRA

RESPOSTA DO TRIGO À DIFERENTES PRODUTOS BIOLÓGICOS

RESPONSE OF WHWAT TO DIFFERENT ORGANIC PRODUCTS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do
Curso de Agronomia, para obtenção do
título de Bacharel.

APROVADA em_20 de março de 2023

Dra. Aurinelza Batista Teixeira Condé

Dr. José Maria Villela Padua

Dra. Lara Eduarda Silva Viol

Prof. Dr. José Maria Villela Pádua

Orientador

Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira

Coordenador

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida e por me permitir a realização desse sonho, sem a sua proteção e graça, nada seria possível.

Aos meus pais Elizia Aguida Cassiano de Oliveira e José Maria de Oliveira por todo apoio, amor e compreensão durante todos esses anos.

À minha irmã Maria Victória pelo incentivo e parceria de uma vida inteira.

Ao meu orientador, professor Dr. José Maria Villela Pádua por todos os ensinamentos, projetos desenvolvidos e principalmente pela disposição em passar seus conhecimentos.

A toda equipe PROTRIGO e ao departamento de grandes culturas, que contribuíram para minha experiência acadêmica e também pelas amizades construídas.

As empresas Simbiose e Biotrop, pela parceria e confiança em nossa equipe, na execução desse experimento.

Meu agradecimento em especial a Universidade Federal de Lavras, em que tenho orgulho em dizer que faço parte. Foi um período de muitos desafios, mas de muitas oportunidades, onde tive o privilégio de conhecer profissionais incríveis e criar vínculos que levarei para a vida toda.

A Empresa Adubos Araguaia pela oportunidade de fazer estágio e proporcionar experiências que contribuem para minha carreira profissional e pessoal.

Aos amigos de longa data; Thiago Assis, Moniky Lopes, Ana Luiza Andrade, Maria Clara Tavares, Ana Esther, Carlos Júnior, Hugo Ribeiro e aqueles que conheci na trajetória de vida. Levarei para sempre em meu coração.

E por último, finalizo com a frase de Santa Tereza D'Avila que muito me inspira: É justo que me custe, o que muito me vale! Tudo que vale do nosso esforço, perseverança e garra, é mais gratificante e valoroso para nós!

Muito obrigada!

RESUMO

A agricultura busca por alternativas e tecnologias sustentáveis, que visam maximizar e otimizar a produtividade e gerar maior rentabilidade para o produtor. Neste contexto, torna-se importante falar sobre o uso dos produtos biológicos utilizados nas diferentes culturas, alavancando o potencial das lavouras, além de gerar maiores demandas por uma agricultura mais sustentável. Considerando que os estudos são escassos ao tratar-se de produtos biológicos, o presente trabalho objetivou avaliar o uso de diferentes produtos biológicos em campo na cultura do trigo, a fim de buscar resultados positivos para a cultura, visando maximizar produtividade e rentabilidade nas regiões Sul de Minas e Campo das Vertentes. Os experimentos foram conduzidos em três localidades, sendo utilizada a cultivar BRS 264 em ambos. Na condução, foram considerados oito tratamentos, sendo eles, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* + *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum brasilense*, fertilizante mineral misto e o controle. Também foram consideradas 3 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. O delineamento foi de blocos ao acaso (DBC) As parcelas foram compostas de duas linhas de um metro linear. O manejo utilizado em ambos os experimentos, como adubação, época de semeadura e aplicação de herbicidas, foram realizados e conduzidos de acordo com o protocolo de cada propriedade. Foram avaliadas as características: altura de plantas, número de perfilhos, número de espigas por metro, número de espiguetas e de grãos por espiga e peso de mil grãos. Posteriormente, os dados foram submetidos às análises de variância individuais a 5% de probabilidade e teste de agrupamentos de Scott Knott, com o auxílio do programa R. Considerando as características avaliadas, apenas o número médio de espiguetas apresentou diferença significativa. O tratamento composto por fertilizante mineral foi o que se destacou em todas as características avaliadas. Conclui-se, portanto, que existe diferença entre os produtos biológicos testados na cultura do trigo e sua resposta nas características de interesse avaliadas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Inoculação. Sustentabilidade. Bioagentes.

ABSTRACT

Agriculture seeks alternatives and sustainable technologies, which aim to maximize and optimize productivity and generate greater profitability for the producer. In this context, it is important to talk about the use of organic products used in different crops, leveraging the potential of crops, as well as generating greater demands for a more sustainable agriculture. Considering that studies are scarce when dealing with biological products, the present study aimed to evaluate the use of different biological products in the field in wheat cultivation, in order to seek positive results for the crop, aiming to maximize productivity and profitability in the South of Minas Gerais and Campo das Vertentes regions. The experiments were conducted in three locations, and the cultivar BRS 264 was used in both. In the conduction, eight treatments were considered, namely, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens* + *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum brasilense*, mixed mineral fertilizer and control. 3 replications were also considered, totaling 24 experimental plots. The design was randomized blocks (DBC) The plots were composed of two lines of one linear meter. The management used in both experiments, such as fertilization, sowing time and herbicide application, were performed and conducted according to the protocol of each property. The following characteristics were evaluated: plant height, number of tillers, number of ears per meter, number of spikelets and grains per ear and weight of one thousand grains. Subsequently, the data were submitted to individual analyses of variance at 5% probability and Scott Knott's cluster test, with the aid of the R program. The treatment composed of mineral fertilizer was the one that stood out in all the evaluated characteristics. It is concluded, therefore, that there is a difference between the biological products tested in the wheat crop and their response in the characteristics of interest evaluated.

Keywords: *Triticum aestivum* L; Inoculation. Sustainability. Bioagents.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO	9
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	Origem	10
3.2	Características botânicas	11
3.3	Estágios de desenvolvimento.....	11
3.4	Trigo no mundo.....	12
3.5	Trigo no Brasil	12
3.6	Biológicos	12
3.7	Produtos biológicos no Brasil	13
3.7.1	Fungos.....	14
3.7.1.1	<i>Trichoderma</i>	15
3.7.2	Bactérias	16
3.7.2.1	<i>Azospirillum</i>	17
3.7.2.2	<i>Pseudomonas</i>	19
3.7.2.3	<i>Bacillus</i>	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1	Localização	21
4.2	Tratamentos	21
4.3	Experimentos conduzidos em campo	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L.*), é uma cultura de extrema importância e se destaca mundialmente no agronegócio por atuar em diferentes setores da cadeia tritícola, como a alimentação humana, animal, indústria e principalmente o sistema de produção. O cereal é uma das principais fontes de alimentação, sendo o segundo cereal mais consumido em todo o mundo, ficando atrás somente do arroz. Além disso, ele também ocupa a segunda posição na produção de grãos, ficando atrás somente do milho (EMBRAPA,2021).

No ranking mundial dos países produtores, se destacam União Europeia, China, Índia, Rússia e Austrália (CONAB, 2022). O Brasil ocupa a décima quinta posição, nesta lista, com produção equivalente a 7,7 milhões de toneladas, segundo o departamento norte americano, na safra 2021/2022. A região de maior produção é o Sul do país, representando aproximadamente 90% da produção nacional, sendo Rio Grande do Sul e Paraná os principais. A região de Minas Gerais se destaca, atuando na quarta posição de maior produtora do país, além de considerar as regiões Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas Gerais. Na safra de 2021, Minas Gerais atingiu patamares de aproximadamente 290 mil toneladas, se destacando positivamente, em relação à safra anterior.

Com a alta dos insumos no atual cenário e a busca por alternativas sustentáveis, o trigo tem se tornado uma ótima escolha, por contribuir para a rotação de culturas, disponibilidade de fósforo, além da supressão de plantas daninhas no sistema. Além disso, o uso de biológicos em gramíneas tem se tornado cada vez mais utilizado, assim como nas outras culturas, devido aos benefícios desses produtos. A utilização dessas ferramentas possibilita que o uso de insumos químicos seja reduzida e conseqüentemente a poluição dos solos. Dessa forma, possibilitando maior sustentabilidade, menor impacto ambiental e redução nos custos de produção.

Até o momento, houve pouca difusão da tecnologia de biológicos na cultura do trigo, o que mostra a importância de estudos relacionados a essa temática. Dessa forma, a busca por novas informações na seleção de bioprodutos para a cultura é uma etapa importante na busca de resultados que promovam o aumento da produtividade e a redução no uso de insumos. E também que possibilite a expansão do cultivo de trigo não só nas regiões do Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes, mas também em outras regiões.

2 OBJETIVO

Avaliar a resposta e novos produtos biológicos para o trigo na regiões Sul de Minas Gerais e Campo das das Vertentes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Origem

O trigo, considerado como cultura de inverno e originou-se na região da Mesopotâmia e se difundiu por meio de gramíneas silvestres há cerca de 4000 anos. Acredita-se que os egípcios descobriram o processo de fermentação e a partir disso, produziram alimentos do cereal que se dissiparam pelo mundo em grande escala (FLANDRIN; MONTANARI, 1998).

No século passado, muitas espécies de trigo eram cultivadas, dentre elas se destacavam: *Triticum polonicum*, *Triticum turgidu*, *Triticum dicocum* e *Triticum spelta*. Os trigos primitivos, eram bastante produtivos e adaptados às regiões, mas tinham grande sensibilidade devido as espigas serem frágeis se rompendo quando maduras com muita facilidade. As cultivares utilizadas atualmente passaram pelo processo de melhoramento genético, para que suas características fossem melhoradas e obtivessem um máximo potencial genético (FLANDRIN; MONTANARI, 1998).

O cereal chegou ao Brasil através dos portugueses, que começaram cultivar trigo no estado de São Paulo e posteriormente, expandiu para a região Sul do país, principalmente Rio Grande Sul, Santa Catarina e Paraná, região que expressou boa adaptabilidade para a cultura e excelente alternativa para o produtor dentro do sistema de produção. A cultura do trigo se adaptou tão bem às condições climáticas do Brasil, que novas cultivares foram lançadas para a adaptabilidade de outras regiões do país. Além disso, a cultura é de extrema importância na agricultura, compondo o sistema de produção depois da colheita das culturas de verão, que nos séculos passados, as terras ficavam ociosas pela falta opções em campo, com a modernização tornou-se realidade principalmente para a cultura da soja (TOMASINI, 1985).

Devido sua importância na agricultura, a busca por alternativas e pesquisas para esse cereal começou a partir do século XX e por meio deste houve uma alta de incentivos financeiros, fazendo com que o trigo chegasse ao patamar de qualidade e busca por produtos eficientes para a cultura, se difundindo e ganhando espaço no mercado e conseqüentemente no sistema de produção (SILVA et al., 2004).

Com a grande demanda nos sistemas de produção depois das culturas anuais, o trigo destaca-se devido sua importância no cenário produtivo que tem se tornado Além de atender às exigências dos produtores na época de inverno, é uma excelente opção para compor o sistema

de produção.

3.2 Características botânicas

O *Triticum aestivum* L., é uma gramínea, pertencente à família *Poaceae* e originou-se a partir da hibridação natural, que parte de um tetraploide (*Triticum turgidum*; $2n = 28$) e uma gramínea selvagem (*Aegilops squarrosa*; $2n = 14$) (GUPTA et al., 2008).

O trigo é uma planta bem estruturada e possui características similares aos demais cereais de inverno, assim como aveia e cevada. Sua morfologia é destacada por raízes, colmos, folhas e inflorescência. O sistema radicular é bem desenvolvido, sendo composto por raízes seminais (importante no início do desenvolvimento das plantas, são originadas a partir da semente), raízes permanentes (após a emergência, são emitidas aproximadamente em 20 dias, com profundidade abaixo da superfície de 1 a 2 cm) e por fim as raízes adventícias (se formam quando o sistema radicular está totalmente formado, originando-se acima da superfície do solo).

O colmo é composto por quatro a sete nós e depende muito da temperatura e cultivar utilizada. A partir dos colmos, surgem novos colmos que são denominados de perfilhos, podendo ser viáveis ou não. A inflorescência é constituída por uma espiga composta e partir dela formada por espiguetas opostas e alternas, originando se os grãos de trigo (EMBRAPA TRIGO, 2015).

3.3 Estágios de desenvolvimento

Os estágios de desenvolvimento são constituídos por: plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro. Para que haja desenvolvimento adequado durante o estágio reprodutivo da planta, é necessário que a temperatura esteja em torno de 20°C, sendo o trigo uma cultura muito sensível e temperaturas muito amenas ou extremas podem interferir no seu processo fisiológico, causando a diminuição dos fotoassimilados na planta, além de causar danos irreversíveis nesta fase.

A fase de floração e formação dos grãos, é bem sensível a baixas temperaturas (-1°C à 2°C), ocasionando danos na floração, assim como o abortamento de flores. Durante a formação dos grãos, principalmente quando alcança geadas tardias após a emissão da espiga e temperaturas abaixo de -2°C e 4°C, acarretam chochamento dos grãos, necrose do colmo, morte dos tecidos, além de produzir esterilidade dos grãos, prejudicando a planta na fase de

crescimento vegetal (BURGOS 1963).

3.4 Trigo no mundo

Em 2021, o consumo mundial foi de 788,1 milhões de toneladas. De acordo com a análise mensal da Conab (2021), a área colhida de trigo mundialmente foi aproximadamente 278,4 milhões de hectares e a produção mundial ficou em torno de 778,8 milhões de toneladas, na safra 2021/2022, com valor de mercado de R\$1700,00 a tonelada.

3.5 Trigo no Brasil

A produção agrícola do país alimenta quase um bilhão de pessoas, destacando-se para as culturas café, soja e cana de açúcar (EMBRAPA, 2021). O trigo é a principal cultura de inverno cultivada no país, mas ainda não é capaz de atender as necessidades internas de consumo, não sendo autossuficiente, necessitando ainda das importações de outros países, como a Argentina. O Brasil necessita que a demanda interna seja suprida, visto que na safra de 2021 importou 515,3 mil toneladas de trigo. Desse valor, a Argentina contribuiu com um percentual de 77,04%, seguido do Uruguai 12,81% e 10,14 % do Paraguai (CONAB, 2022).

3.6 Biológicos

A tecnologia de insumos sustentáveis cresce em todo o mundo, abrangendo a agricultura em todos os parâmetros. Além disso, é uma forma de manejo sustentável e rentável ao produtor que ao final de sua safra, busca por ótimos resultados, produtividade e maior rentabilidade. A busca por alimentos e manejo mais sustentáveis tem dado espaço aos biológicos na agricultura moderna, com expectativa de crescimento de 11,1 bilhões de dólares até 2025.

Os produtos biológicos são oriundos de microrganismos presentes na classe dos microbiológicos, divididos entre fungos, bactérias e vírus, podendo ser encontrados na microbiota dos solos, associado às raízes das plantas, denominada rizosfera. Dessa forma, são capazes de estabelecer relações com as plantas, podendo promover crescimento radicular, produzir estruturas de resistência contra patógenos, assim como permitir resistências contra fatores abióticos como à seca e a salinidade.

No mundo, o uso de biológicos é liderado pela América Latina, com destaque para o Brasil, liderando maior consumo de produtos biológicos atualmente. No último ano, somente o

país movimentou U\$\$ 800 milhões de dólares seguido dos Estados Unidos e Canadá, que representaram 37% desse total (CROPLIFE BRASIL, 2021). Nos últimos tempos, a linhagem de insumos biológicos não foi diferente, movimentando 1,7 bilhões na safra 20/21, abrangendo aproximadamente 45% em crescimento em 2022 (SPARK INTELIGÊNCIA ESTRATÉGICA, 2022).

3.7 Produtos biológicos no Brasil

Atualmente o uso dos produtos biológicos tem ocupado seu lugar na agricultura brasileira, visto que nos últimos tempos, o novo cenário dos insumos biológicos tem representado a grande força motriz da revolução verde. A grande demanda por insumos químicos a nível mundial e conseqüentemente a alta da oferta, associado ao descompasso da guerra entre Rússia e Ucrânia, colaborou com a alta dos preços e a valores cada vez mais altos, atingindo desde os pequenos aos grandes produtores. Por outro lado, fragmentos crescentes da sociedade tem se deparado e preocupado com os problemas ambientais oriundos dos sistemas de produção, o que vem ocasionando grande demanda por insumos mais sustentáveis (EMBRAPA,2018)

No Brasil, o uso de produtos biológicos gira em torno de 25% em todas as áreas cultivadas. Na safra de 2021, esse segmento teve um aumento de 46%, valor este que reflete essa alta demanda nos últimos anos, contribuindo para a consolidação do mercado. Esse aumento se deve a extensão de experimentos e pesquisas que foram desenvolvidas na busca de resultados concretos na contribuição da produção agrícola, nas diferentes culturas. Neste contexto, torna-se importante o incremento da contribuição dos produtos biológicos, nos diversos segmentos, como na produção agrícola, florestal e pastoril, visando tanto em termos sustentáveis, quanto econômicos (CROPLIFE BRASIL, 2021).

No país, atualmente a área tratada com biológicos, está aproximadamente em torno de 13 milhões de hectares, com movimentação anual de 528 milhões

Os produtos biológicos utilizados e atualizados para uso no Brasil contam com aproximadamente 552 produtos no portfólio de produtos (MAPA, 2022). Desse total, 62% são provenientes de microrganismos, destacando-se 39% à base de fungos, à base de bactérias 19%

e 8% vírus. (CROPLIFE BRASIL, 2021).

O manejo mais sustentável da agricultura se tornou uma ferramenta fundamental, além de estabilizar a microbiota do solo, economiza com insumos químicos, que estão com valores cada vez mais altos, mantém a qualidade dos recursos naturais, além de expandir o mercado com essa tecnologia, que cresce a cada ano. Para expandir ainda mais esse mercado, é necessário metodologias e estratégias, que cheguem até o produtor, além de levar soluções inovadoras capazes de resolver os desafios e limitações encontrados nas lavouras e ainda com o uso de tecnologias e manejos sustentáveis (FARIAS NETO et.,al 2019)

3.7.1 Fungos

Os fungos são encontrados no ambiente de forma natural e grande parte deles sobrevivem nos solos, atuando na biodegradação e biodeteriorização, contribuindo com a ciclagem de nutrientes, além disso podem ser encontrados na água e também em vegetais (ALLSOP; SEAL, 1986; EGGINS; ALLSOP, 1985). Dentre eles, os fungos promotores de crescimento (FPCV), atuam de forma diferentes e estabelecem interações com a planta de forma direta através dos mecanismos. Através das associações com plantas hospedeiras, são capazes de colonizar tecidos das plantas e promover o crescimento radicular e também aumento da área foliar (AZEVEDO, 1998).

A atuação dos diversos mecanismos de ação dos fungos, atuam nas plantas de forma que haja resultados no estande final, devido seu desenvolvimento radicular, a partir de associação. Os fungos endofíticos, promovem interação direta com as plantas promovendo a capacidade de desenvolvimento das plantas, além de contribuir na produção de de fito hormônios, como auxinas e giberelinas, além de atuar no aumento da capacidade de absorção de alguns minerais essenciais no crescimento de plantas (FARIAS et al., 2018). Os fatores bióticos e abióticos, são associados às formas indiretas que atuam contra tolerância à seca, indução de mecanismo de defesa na planta, além de contribuir no desenvolvimento radicular, tem como função chegar nas camadas mais profundas do solo, fazendo com que haja maior interação com a planta, aliado ao condicionamento do solo (MARTÍNEZ-MEDINA et al., 2014).

Os fungos promotores de crescimento, tem potencialidade de atuar em diversos parâmetros, além de crescimento radicular e foliar, contribuem no processo de massa seca e fresca de raízes, como na quantidade de folhas e produtividade final, atuando no número de

espigas e grãos (RODRIGUES et al., 2014). Dessa forma, torna-se importante a utilização desses fungos de solos na agricultura, como uma opção ao uso de insumos químicos na produção agrícola e devido ao grande potencial tecnológico de crescimento vegetal no controle de pragas e aumento da produtividade e economia de recursos (OIKOS, 2016).

Os fungos possuem estruturas bastante resistentes, mas exigem condições de temperatura específicas em torno de 20° a 30° e umidade relativa em torno de 65% a 70 % para que permaneçam no ambiente por um período de tempo maior e assim desenvolvam suas principais funções. No Brasil, existem vários produtos comerciais desenvolvidos e registrados à base de fungos e dentro dessa classe, as espécies mais utilizadas no mercado são *Metarhiziumanisopleae*, *Beauveria bassiana* e *Trichoderma harzianum*.

3.7.1.1 *Trichoderma*

O *Trichoderma* é um gênero de fungos que começou a ser difundido no século XX e se consolidou ao fim da década de 1960 (SAMUELS, 2006). O nome foi dado principalmente pela sua capacidade de crescimento rápido e a produção de colônias com micélios de cor branca, cuja característica marcante desse gênero são os conídios de coloração verde (DA SILVA, et al, 2011)

Diversas espécies desse gênero podem ser encontradas na microbiota do solo, principalmente em regiões de clima temperado e tropical, em que os solos apresentam alta taxa de matéria orgânica, além da alta capacidade de se associar à rizosfera das plantas (ESPOSITO; SILVA, 1998).

As cepas de *Trichoderma* têm grande potencial para controlar patógenos de plantas e solos, além da sua capacidade de interações benéficas com as plantas, possibilitando crescimento de plantas, germinação de sementes e a indução de resistência a fatores abióticos (HARMAN et al., 2004). O mesmo é um fungo oportunista que possui capacidade de colonizar diversos substratos, além de conseguir sobreviver em condições adversas, visto que em sua maioria vivem em climas temperados e solos ácidos com presença de matéria orgânica (HARMAN et al., 2010; SARANDÓN; FLORES, 2014).

Estes microrganismos são conhecidos como agentes de biocontrole, considerados biorreguladores e antagonistas naturais de fitopatógenos. Além disso, atuam como hiperparasitas, colonizando estruturas de reprodução e sobrevivência de patógenos de plantas, reduzindo a entrada do patógeno na planta e a diminuição do nível de infecção da doença na safra subsequente (BETTIOL; GHINI, 1995).

A capacidade de promover o crescimento da parte aérea das plantas é uma característica marcante de *Trichoderma*, com alto potencial de aumentar a eficiência na utilização de nutrientes. Assim, o gênero produz auxinas e metabólitos favorecendo o crescimento das raízes, que crescem com maior profundidade e vigor, proporcionando maior tolerância aos estresses hídricos quando comparado com outros agentes de biocontrole (HARMAN, 2000).

De acordo com Yedidia et al. (2001), os isolados de *Trichoderma* auxiliam na solubilização e absorção de nutrientes e ainda, no aumento de massa seca, eficácia fotossintética, assimilando diretamente com nitrogênio (DOMÍNGUEZ et al., 2016). O aumento da superfície de absorção ocorre devido à aderência hidrofóbica, ocasionada pelo desenvolvimento dos pêlos absorventes das raízes laterais, desencadeado pelo mecanismo das auxinas (SAMOLSKI et al., 2012).

Os produtos registrados no Brasil a base de *Trichoderma*, para o controle de doenças de plantas, são classificados como bionemáticos e biofungicidas, formulados em sua maioria à base de *T. harzianum* e *T. asperellum*. Dentro desse gênero, as duas espécies são muito utilizadas devido à sua grande aptidão e facilidade de isolamento quando em meio artificial. Ademais, possuem capacidade de resistir às condições adversas, atuam na competição do solo e ainda atuam nos diversos mecanismos de ação contra fitopatógenos, sendo eles; microparasitismo, antibiose e competição (MUKHERJEE et al., 2013).

Dessa forma, é necessário que, para garantir maior eficiência dos isolados, metabólitos ou misturas à base de *Trichoderma*, o armazenamento do produto seja de forma adequada e o momento da aplicação e preparação ocorra de acordo com os protocolos estabelecidos, conforme a cultura de interesse. Visto isso, tem-se que o resultado das interações é estabelecer promoção de crescimento vegetal (WOO; PEPE, 2018), e mesmo que não haja doença no campo agrícola, o *Trichoderma* atua aumentando a eficiência de uso dos nutrientes e ainda, modifica a estrutura das raízes, expandindo a área de absorção e conseqüentemente eleva a produtividade da cultura (ALTOMARE et al., 1999; MENDOZA et al., 2018).

3.7.2 Bactérias

As bactérias diazotróficas endofíticas, são consideradas microrganismos que atuam de forma benéfica nas plantas. Encontradas na microbiota dos solos, são distribuídas nas camadas mais profundas das raízes, sendo capazes de fixar o nitrogênio da atmosfera e assim disponibilizar para elas. Assim, possuem diferentes gêneros estudados, como *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia* e *Azoarcus*. Dentro desses gêneros, o *Azospirillum*,

é considerado uma bactéria do tipo facultativa, com função de colonizar os hospedeiros, sobrevivendo nos solos em forma de cistos (BALDANI et al., 1997).

Os solos podem ser reabilitados a partir desses microrganismos, que desempenham endofiticamente a recuperação e sustentabilidade dos ecossistemas, posto que são capazes de incorporar o Nitrogênio, por meio da fixação biológica e a partir desse processo, liberar hormônios como auxinas, citocininas e giberelinas, que vão contribuir para a translocação de água e nutrientes nas plantas, auxiliando no desenvolvimento e crescimento do sistema radicular (BAZZICALUPO; OKON, 2000).

As perspectivas para que ocorra a diminuição dos adubos nitrogenados cresce a cada ano e o uso de bactérias diazotróficas têm contribuído para que ocorra um manejo mais sustentável, além de auxiliar a microbiota do solo, economizando com adubos nitrogenados, diminuindo o custo de produção das lavouras (MOREIRA et al., 2010).

3.7.2.1 *Azospirillum*

Azospirillum brasilense é um gênero composto por bactérias diazotróficas, responsáveis pela fixação biológica de nitrogênio. Esses microrganismos apresentam elevado potencial como biofertilizantes, atuando na produção de hormônios promotores de crescimento para as plantas, como citocininas, auxinas e giberelinas (BARBIERI; GALLI, 1993; BASHAN et al., 1989; FAGES et al., 1994; OKON et al., 1976), principalmente em gramíneas, assim como milho, trigo, sorgo e arroz (DÖBEREINER, 1991; DÖBEREINER; DAY, 1976). Além disso, o *Azospirillum spp.* possui capacidade de associar-se com diversos tipos de plantas, podendo ser encontrado em todos os tipos de solos, com diâmetro aproximado de um micrômetro e comprimento variando de 2,1 a 3,8 m (SILVA et al., 2004).

O gênero é constituído por seis espécies diazotróficas, sendo *Azospirillum brasilense* e *Azospirillum lipoferum* as mais difundidas, além de serem exploradas e isoladas em diversos cereais (OLIVEIRA et al., 2008). De acordo com o Dobereiner (1995) o microrganismo, possui preferências de fontes de carbono, assim como piruvato, malato, ácidos orgânicos, glicose, frutose e succinato e como fontes de nitrogênio podem provir de aminoácidos, nitrato, nitrito, amônia e nitrogênio atmosférico (N²).

Conforme Huergo (2006), essas bactérias conseguem crescer e utilizar o nitrogênio atmosférico como única fonte de nitrogênio, ocorrendo principalmente no interior das raízes, dentro de algumas células das raízes nos espaços intracelulares denominados de protoxilema

(SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Além disso, possuem capacidade de colonizar o sistema radicular, assim como o colmo das gramíneas (CHAVARRÍA et al, 2011).

De acordo com Didonet (1993) as auxinas contribuem para a resposta do rendimento em trigo quando inoculados com *Azospirillum*, uma vez que relacionadas aos fitohormônios tem como função expandir as células vegetais. Com isso, o autor afirma que as sementes de trigo quando inoculadas, conferiu o crescimento das raízes, maior massa de matéria seca e maior número de raízes, evidenciando que mesmo não ocorrendo rendimento de grãos significativo, o sistema radicular obteve crescimento expressivo nos estágios iniciais proporcionado pelas bactérias do gênero *Azospirillum*, engrandecendo a potencialidade do uso dos biofertilizantes (DIDONET et al. 2000).

3.7.2.2 *Pseudomonas*

O gênero *Pseudomonas fluorescens* é um dos microrganismos mais utilizados no controle biológico, agindo como antagonistas efetivos no solo, atuando na supressão de doenças de solos e plantas. Os produtos comerciais à base de bactérias *Pseudomonas fluorescens* possuem capacidade de aumentar o fósforo nas plantas, através da solubilização orgânica ou inorgânica por meio de ácidos orgânicos e produção de fosfatase. A exploração eficiente dessas bactérias consegue aumentar até 47% do fósforo disponível no solo, otimizando os efeitos das plantas, viabilizando o crescimento de raiz, aumentando a área foliar, e ainda melhorando o desempenho ecológico da rizosfera (GAIND, 2013).

Na agricultura, a deficiência de fósforo é um dos principais desafios, principalmente em solos tropicais. Para atingir altas produtividades é realizada aplicação de altas doses de fosfato, contudo parte dele não está disponível para as plantas, que o absorvem na forma solúvel (NOVAIS; SMYTH, 1999). Com isso, torna-se importante a busca por novas formas de tornar o fósforo disponível para as plantas mais rapidamente e o uso de microrganismos benéficos, assim como as *Pseudomonas*, apresentam capacidade de solubilizar os fosfatos minerais, sendo eficientes em diferentes parâmetros nas plantas (NAIK et al., 2008).

As bactérias do gênero *P. fluorescens* presentes na rizosfera possuem elevado potencial de atuar como inoculantes, gerando sustentabilidade à agricultura, além de ampliar a capacidade de solubilizar fosfatos minerais, promover o desenvolvimento das plantas através de hormônios, diminuir a supressão de patógenos na rizosfera, e ainda contribuir para a indução da resistência sistêmica em plantas contra microrganismos patogênicos (COELHO, Luciana Fontes et al, 2007).

3.7.2.3 *Bacillus*

Bacillus é um gênero de bactérias muito estudado e utilizado como agentes de biocontrole em pragas e doenças, além disso, possui um alto número de bactérias na forma de endósporos, que são estruturas de resistência, apresentando concentrações de lipopeptídeos, com ação microbiana, formando uma camada de biofilme em volta de cada bactéria. (WANG;WANG; YANG, 2017).

Esse grupo de bactérias apresentam algumas estirpes estudadas, como *Bacillus subtilis*, *Bacillus Megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus Thuringiensis*, como as mais pesquisadas. Quando submetidas a temperaturas extremas, (altas ou baixas), ausência de nutrientes, dessecação de plantas e a outras condições adversas, conseguem se adaptar apresentando alta resistência, devido seus esporos (HOSSEINI-ABARI et al., 2016). Além disso, são encontrados na água e também na microbiota dos solos e além disso, são estudados e reconhecidos por sua capacidade de possuir amplo espectro para produzir metabólitossecundários de ação antimicrobiana, compostos orgânicos e enzimas líticas.

O *Bacillus spp* , atuam na promoção de crescimento vegetal, como no biocontrole e na antibiose de forma direta e indireta. Na forma direta, possui função de antibiose, atuando na síntese de substâncias antimicrobianas, competição de nutrientes e espaço, como na síntese decompostos voláteis, e de forma indireta atua na resistência sistêmica induzida (LEELASUPHAKUL et.al., 2008).

Contudo, esse grupo de bactérias se distribuem em diversos parâmetros e seus esporos são utilizados para diferentes fins, assim como, probióticos na alimentação humana e animal, vacinas e principalmente como promotores de crescimento em plantas, proporcionando maior solubilização de nutrientes, fixação de nitrogênio, regulação do metabolismo das plantas, alémde melhorar as condições e efeitos dos solos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização

Os experimentos para avaliar a eficiência e a validação do comportamento de diferentes produtos biológicos foram conduzidos em três diferentes locais. O primeiro experimento foi conduzido na Fazenda 3W, na cidade de Carrancas-MG. Já o segundo, foi conduzido Fazenda Muquém, percentente à Universidade Federal de Lavras e situada no município de Lavras-MG. O último foi realizado na Fazenda do Grupo Agropecuária ASF no município de Ijaci/MG. Considerando essas condições, a época de semeadura e o manejo utilizado em ambos os experimentos, como adubação, controle de doenças e pragas e aplicação de defensivos químicos, foram conduzidos e realizados de acordo com os protocolos de cada região e do produtor, alinhado às orientações das Informações Técnicas para Trigo e Triticale (Circular Técnica, Embrapa 2020).

4.2 Tratamentos

As estirpes comerciais testados nos experimentos foram: *Azospirillum brasilense* AbV6 (Azotrop SC; Biotrop - Soluções em tecnologia biológica); *Pseudomonas fluorescens* CCTB03 + *Azospirillum brasilense* AbV6 (Biofree SC; Biotrop - Soluções em tecnologia biológica); Fertilizante mineral misto (StimutropSC; Ca solúvel em água 0,22g/L, S solúvel em água 4,40g/L, Mo solúvel em água 5,50g/L, K₂O solúvel em água 2,20g/L e Zn solúvel em água 8,80g/L; Biotrop - Soluções em tecnologia biológica); *Azospirillum brasilense* AB-V5 e Ab-V6 (Biomamais; Simbiose-Agrotecnologia biológica); *Bacillus subtilis* BRM 119 + *Bacillus megaterium* BRM 2084 (Biomaphos; Simbiose- Agrotecnologia biológica); *Bacillus amyloliquefaciens* CBMAI 1301 (Bioma Fx; Simbiose- Agrotecnologia biológica); e o *Trichoderma harzianum* CCT 7589 (Stimulcontrol; Simbiose-Agrotecnologia biológica). Além desses tratamentos também foi considerado o tratamento controle, totalizando ao todo 8 tratamentos experimentais.

4.3 Experimentos conduzidos em campo

A semeadura dos experimentos foi realizada em abril de 2022 nas três localidades.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições e oito tratamentos. Cada parcela experimental foi constituída de cinco linhas experimentais, com sementes espaçadas de 0,17 metros, (totalizando 5 m²), avaliando 2 linhas centrais de 1 m² linear em cada.

A aplicação dos produtos foi feita utilizando pulverizador costal propelido a Co₂, cuja pressão constante era de 3 MPa, composto por barras laterais alcançando uma faixa de 3 metros. A cultivar utilizada em ambos os experimentos foi a BRS 264, de ciclo precoce de aproximadamente 110 dias e sementes espaçadas a cada 0,17 metros. Os outros manejos realizados nas propriedades foram feitos conforme a recomendação técnica de cada produtor, com exceção da aplicação dos tratamentos biológicos.

Em campo, foram feitas avaliações de altura de plantas e comprimento da folha, com o auxílio de uma régua de medição, analisando 3 plantas de forma aleatória dentro de cada parcela, 60 DAS (dias após a semeadura). Por ocasião do início do espigamento, novas avaliações foram feitas, assim como: altura de plantas, altura da folha bandeira e número de espigas por metro linear. Na maturação foram coletadas duas linhas de 1 m linear. Nas avaliações foram escolhidas três plantas aleatórias dentro de cada parcela, para determinação número médio de espiguetas. Após, foram feitos número médio de grãos, bem como o peso de 1000 grãos e a estimativa de produtividade por hectare (kg/ha).

Para o peso de mil grãos, a pesagem foi determinada a partir de uma subamostra de 100 grãos, com auxílio de uma balança de precisão e posteriormente os resultados multiplicados por 10, para cada repetição. A produtividade final foi avaliada pelo número médio de grãos, avaliados a partir da avaliação dos componentes de produção.

Tabela 1 – Tratamentos, doses e repetições dos experimentos.

Tratamentos	Doses (mL/ha)	Nº de repetições
BP - <i>Bacillus megaterium</i> + <i>Bacillus subtilis</i>)	150	3
BF - <i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Azospirillum brasilense</i>	300	3
ST - <i>Fertilizante mineral misto</i>	300	3
SC- <i>Trichoderma harzianum</i>	500	3
Az- <i>Azospirillum brasilense</i>	200	3
BM- <i>Azospirillum brasilense</i>	200	3
Bfx - <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	500	3
Testemunha ¹	-	

¹Sem aplicação de produto.

Fonte: Do Autor (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O índice de precipitação da safra de trigo na região Sul de Minas e Campo das Vertentes foi menor que o previsto para a região nessa estação do ano. Na fazenda 3 W em Carrancas, o experimento está a uma altitude de 1134 metros, obtendo maior quantidade de orvalho nas plantas, experimento esse que obteve maior desempenho, como altura de plantas e maior número de grãos. Já no experimento 2 na fazenda ASF agropecuária, localizada em Ijaci-MG, o índice de precipitação foi abaixo do esperado, durante todo o desenvolvimento. Já na fazenda Muquém, localizada em Ijaci-MG, foram registrados baixo índice pluviométrico durante o ciclo de desenvolvimento, até a condição de colheita das parcelas do experimento.

Nesse período, as condições climáticas e a baixa precipitação são fatores marcantes na região, visto que quando comparado aos anos anteriores, obteve baixa muito significativa, interferindo no desenvolvimento da cultura. Dessa forma, para que os produtos biológicos desempenhem seu papel e sejam eficientes no metabolismo da planta, é necessário que tenha temperaturas ótimas e clima adequado, visto que a sua base são microrganismos vivos. Visto isso, as empresas recomendam que para obter um ótimo resultado ao final da cultura, as condições de temperatura não podem ultrapassar 30°C e a umidade relativa do ar deve ser > 65%.

Considerando as características separadas dos locais, o maior número de altura de plantas, número de espiguetas, número de perfilhos e maior número de grãos, foi observado em Carrancas, (Tabela 2), devido possivelmente à sua maior precipitação na área experimental e manejos desenvolvidos de forma adequada. Por sua vez, em Ijaci (Tabela 4), obteve menor número de perfilhos e espigas quando comparados com os demais experimentos. Já na Agropecuária Asf, obteve menor número de altura de plantas, quando comparado aos outros experimentos, isso se possivelmente foi decorrente da maior supressão de plantas daninhas no local e falta de precipitação, situação a qual, restringiu a formação de espigas e também a altura de plantas, pela condição de competição de água e nutrientes no local.

Na análise de variância conjunta para os três locais avaliados para as características avaliadas, apenas a fonte de variação dos tratamentos para a característica número médio de espiguetas foi significativa, como demonstra a tabela 2 teve destaque tratamento St, que é um fertilizante mineral, obtendo desempenho superior aos demais. As outras variáveis, como altura de plantas, número de perfilhos, número de espigas total, número médio de grãos e peso de 1000 grãos, não tiveram diferença significativa sob a análise estatística.

Tabela 2 - Médias do experimento realizado em Carrancas/MG para as variáveis: altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de espigas/m², produtividade, número de grãos e peso de mil grãos (PMS).

Tratamento	Altura planta campo	Nº perfilhos/planta	Nº espigas/m²	Nº espiguetas	Nº Grãos	PMS
BP	80	6	88	14	42,4	4,3
BF	80,66	3	74	14,2	39,4	4,1
ST	83,66	9	93	15,2	46,4	4,3
SC	80,33	6	99	14,8	43,6	3,9
AZ	78,33	4	93	14,2	43,6	4,2
BM	79,66	3	69	14	42	4
BFX	77	6	85	14	46,2	4,4
Testemunha ¹	75,66	10	92	13,8	43,4	4,1
Média	61,33	5,87	86,62	14,27	43,37	4,16

¹ Sem aplicação de produto.

Fonte: Do Autor (2023).

Tabela 3 - Médias do experimento realizado em Lavras/MG para as variáveis: altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de espigas, produtividade, número de grãos e peso de mil grãos (PMS) (continua).

Tratamento	Altura planta campo	Nº perfilhos/planta	Nº espigas/m²	Nº espiguetas	Nº Grãos	PMS
BP	21	3	26	13,4	35,4	4,6
BF	24	6	47	14	29,6	4,4
ST	24	3	47	16,8	36,4	5,2
SC	23,3	4	58	11,8	35,2	4,8

Tabela 3 - Médias do experimento realizado em Lavras/MG para as variáveis: altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de espigas, produtividade, número de grãos e peso de mil grãos (PMS) (conclusão).

Tratamento	Altura planta campo	Nº perfilhos/planta	Nº espigas/m²	Nº espiguetas	Nº Grãos	PMS
AZ	24	4	49	13	33,2	4,4
BM	23,33	5	37	15,6	34,6	5,2
BFX	26,33	2	55	14,2	46,2	4,4
Testemunha ¹	24,33	4	37	14,2	34,1	4,1
Média	23,78	3,87	44,5	33,02	31,58	4,63

¹ Sem aplicação de produto.

Fonte: Do Autor (2023).

Tabela 4 - Médias do experimento realizado em Ijací/MG para as variáveis: altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de espigas, produtividade, número de grãos e peso de mil grãos (PMS).

Tratamento	Altura planta campo	Nº perfilhos/planta	Nº espigas/m²	Nº espiguetas	Nº Grãos	PMS
BP	54	1	32	12	30	3,9
BF	57,66	0	24	13,4	33,2	3,9
ST	55,66	3	44	28	25,5	4,1
SC	53	1,5	30,5	11,7	27,8	3,25
AZ	59,33	1	35	12,2	38,4	4,1
BM	48,33	0	24	12,2	27,2	3,7
BFX	59,66	4	34	12,2	29,8	3,1
Testemunha ¹	51,33	1	24	13,4	31	4,1
Média	54,87	1,43	30,93	14,38	30,36	3,76

¹ Sem aplicação de produto.

Fonte: Do Autor (2023).

Os experimentos de campo obtiveram resultados na qualidade experimental variando de 1,1 a 67,8. A precisão do experimento foi medida através do coeficiente de variação (CV %). De acordo com Chaves (1985), quanto menor o erro experimental, maior será a precisão do experimento e conseqüentemente menor o coeficiente de variação. Visto isto, para avaliar o erro experimental, utiliza o padrão de CV %, no qual é considerado a precisão baixa ou alta, para coeficientes de variação menores que 10%. Para coeficientes médios ou de boa precisão, são apontados números entre 10 e 20%. Para coeficientes considerados altos ou de baixa precisão, permanecem na escala de 20% e 30%. Considerando os níveis acima de 30%, são classificados como muito altos ou de precisão muito baixa.

Tabela 5 –Análise de variância para as características: altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de espigas/m², número de espiguetas, número de grãos e peso de mil grãos (PMS).

FV		Altura planta campo	Nº perfilhos/ planta	Nº espigas/m ²	Nº espiguetas	Nº Grãos	PMS (g)
	GL	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Tratamento	7	15,4	5,2	377,7	26,9*	15,3	0,3
Experimento	2	18716,9*	143,2**	18062,1	0,9	111,6	4,3
Rep/Exp	6	4,6	1,5	171,8	11,4	54,8	0,1
Trat/Exp	14	21,6	6,4	176,1	20,0	19,5	0,1

Fonte: Do Autor (2023).

Tabela 6 - Médias conjuntas dos três experimentos para as variáveis: altura de plantas, número de perfilhos por planta, número de espigas/m², produtividade, número de grãos e peso de mil grãos (PMS).

Tratamento	Altura planta campo	Nº perfilhos /planta	Nº espigas/m ²	Nº espiguetas	Peso médio de grãos	Peso mil grãos	Estimativa de produtividade (sacos/ha)
BP	52,6	3,4	51,9	13,4 b	35,7	41,9	32,36
BF	54,3	3,8	51,3	13,4 b	33,5	41,00	29,34
ST	54,8	5,6	64,4	18,5 a	36,9	45,5	45,6
SC	53,4	4,0	67,1	12,8 b	35,3	40,3	39,73
AZ	54,1	3,6	60,6	13,2 b	35,6	41,8	37,50
BM	50,9	3,6	50,0	13,7 b	34,6	43,1	31,033
BFX	53,9	4,9	61,3	13,4 b	37,6	39,8	38,24
Testemunha ¹	52,1	4,6	53,0	13,9 b	34,9	41,00	31,59
Média	53,3	4,2	57,2	14,00	35,5	41,8	35,34

Fonte: Do Autor (2023).

Observando o componente da altura de planta, observa-se que o tratamento 8, destacado como controle não inoculado, obteve altura de planta menor, quando comparado aos demais tratamentos, com exceção do tratamento Bioma Fx. Já no tratamento 4 (*Stimutrop*) para essa variável, o fertilizante mineral obteve maior altura de planta quando comparado aos demais. Para o número de perfilhos (NP), os tratamentos que obtiveram menor desempenho foram o Azotrop e Biomamais, ambos a base *Azospirillum brasiliense*. Já o tratamento 4, denominado como *Stimutrop*, se destaca com maior percentual de perfilhos, sendo fertilizante mineral que desempenha sua função na performance de aprofundamento de raízes, contribuindo para o desempenho de perfilhos.

Analisando o número de espigas por metro linear (NEM²), o tratamento que tem melhor desempenho é o 4, a base de *trichoderma harzianum*, que desempenha papel de desenvolver relação simbiótica com a planta, além de influir na translocação de fotoassimilados na planta, contribuindo para desenvolvimento das espigas. O tratamento que obteve menor desempenho

para essa variável foi *Biomamais*, a base de *azospirillum*.

Para o número médio de espiguetas (NME), o tratamento 4 (*Azospirillum brasilense*) obteve menor desempenho. Para a mesma variável o tratamento 3 (fertilizante mineral), foi maior que os outros tratamentos.

Para número médio de grãos, o tratamento destacado como Biomafx, produto a base de *bacillus subtilis* obteve maior desempenho e os demais tratamentos não obtiveram diferença significativa entre si.

Considerando a estimativa de produtividade de sacos/ha e o peso de mil grãos destaca-se o tratamento fertilizante mineral, como melhor tratamento indicado para a cultura do trigo, podendo ser promissor nas próximas safras, mas ainda sendo necessário, outras pesquisas na cultura, para avaliar outras variáveis e desempenho. Mas em primeira instância se destacou entre os demais tratamentos testados na cultura do trigo.

Considerando as diferentes características avaliadas pela análise de variância, apenas para o número médio de espiguetas foi encontrada diferença significativa, pelo teste F à 5% de probabilidade. Entre os tratamentos considerando as diferentes características destaca-se o tratamento St, fertilizante mineral. Portanto, existe diferença entre os produtos biológicos testados na cultura do trigo e sua resposta nas características de interesse avaliadas.

6 CONCLUSÃO

Para os três experimentos testados e avaliados em campo, considerando todas as características analisadas, apenas para o tratamento (*Stimutrop*), considerado como fertilizante mineral, obteve diferença significativa entre os demais tratamentos, para o parâmetro de número de espiguetas. As outras variáveis não apresentaram diferença significativa entre si. Para a cultura do trigo neste experimento, devido às condições adversas, não houveram respostas significativas para as demais variáveis, impossibilitando respostas positivas dos produtos biológicos na cultura.

Com o intuito de aprimorar o desempenho dos produtos biológicos e seus efeitos na cultura, se faz necessário testar o fertilizante mineral que se destacou entre os tratamentos com *Azospirillum brasillense* e *Bacillus*, cepas essas que se desempenharam muito bem na cultura, mas não obtiveram diferença significativa na análise de variância. Além disso, posicionar os produtos biológicos em consórcio com outros biológicos, além de testar os mesmos em tratamentos de sementes, via drench e aplicação foliar, avaliando o comportamento das plantas em diferentes parâmetros, considerando sempre as condições ideais de aplicação de acordo com cada protocolo da empresa.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H. et al. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v.25, p. 27-32. 2000.
- BRUM, Argemiro Luís; MÜLLER, Patrícia Kettenhuber. A realidade da cadeia do trigo no Brasil: o elo produtores/cooperativas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 145-169, 2008.
- CARGNIN, Adelio et al. Progressos do melhoramento genético do trigo de sequeiro no cerrado de Minas Gerais entre 1976 e 2005. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, 2009.
- CARGNIN, A., DE SOUZA, M. A., FRONZA, V., FOGAÇA, C. M. Contribuições genéticas e ambientais para aumento do rendimento do trigo em Minas Gerais, Brasil. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 3, p. 317-322, 2009.
- CBPTT. **Informações técnicas para trigo e triticale - Safra 2020** / XII Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1123960/informacoes-tecnicas-para-trigo-e-triticale-safra-2020>>. Acesso em: 07 de março de 2023.
- COELHO, M. A. O., CONDÉ, A. B. T., FRONZA, V., & YAMANAKA, C. H. **Avaliação de trigo sequeiro em duas regiões do estado de Minas Gerais**. Embrapa Trigo: Embrapa Transferência de Tecnologia. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2., 2008, Passo Fundo, 2008.
- COELHO, Luciana Fontes et al. Interação de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* spp. com a rizosfera de diferentes plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1413-1420, 2007.
- DE ALVARENGA, Cleyton Batista; SOBRINHO, Joaquim Soares; ALVARENGA, Paulimar Batista de. Comportamento de genótipos de trigo cultivados nos cerrados do Brasil central, em diferentes municípios do estado de Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, 2009.
- DA SILVA, LIDIANNE LEMES et al. Diversidade morfológica e cultural de *Trichoderma* spp. em solos cultivados majoritariamente com o feijoeiro comum.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas, diz estudo da Embrapa**. 2021. Disponível em: O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas, diz estudo da Embrapa - Portal Embrapa. Acesso em: 19 dez 2022
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Boas práticas de inoculação: Uso de produtos biológicos para manejo integrado de nutrientes**. 2020. Disponível em: Boas práticas de inoculação: Uso de produtos biológicos para manejo integrado de nutrientes e aumento - Portal Embrapa. Acesso em 22 jan 2023
- GUPTA, P. K.; MIR, R. R.; A. MOHAN, A.; KUMAR, J. Wheat genomics: present status and future prospects. *International Journal of Plant Genomics*, v. 2008, p. 2-36, 2008.
- GUTKOSKI, Luiz Carlos et al. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 786-792, 2007.
- MAPA- Ministério da Agricultura Pecuária, e Abastecimento. **Mapa soma 69 novos biológicos registrados em 2022**. 2022. Disponível em: Mapa Soma 69 Novos Defensivos Biológicos Registrados Em 2022 (planetacampo.com.br)

MINGOTI, R., HOLLER, W. A., SPADOTTO, C. A. **Produção potencial de trigo no Brasil**. Campinas: Embrapa Gestão Territorial. Embrapa Territorial-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE), 2 p., 2014.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 12., 2018, Passo Fundo. Informações técnicas para trigo e triticales - safra 2019. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 240 p. il.

REZENDE, Gabriel Fernandes et al. Effect of silicon on aphid populations and wheat yield in Minas Gerais, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 6, p. 2481-2494, 2020.

VOGEL, Gabriel Felipe et al. Efeitos na combinação de Azospirillum brasilense com fungicidas no desenvolvimento de trigo. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 8, n. 2, 2015.

ZADOKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, p. 415-421, 1974.