

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DE TRÊS BIOPRODUTOS EM PARÂMETROS
AGRONÔMICOS DE CULTIVAR DE MILHO PARA SILAGEM**

Autor: Hygor Neves Berquó de Passos

Goiânia

2023

HYGOR NEVES BERQUÓ DE PASSOS

**INFLUÊNCIA DE TRÊS BIOPRODUTOS EM PARÂMETROS
AGRONÔMICOS DE CULTIVAR DE MILHO PARA SILAGEM**

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientador: Prof. Me. Rodrigo Martinez Castro

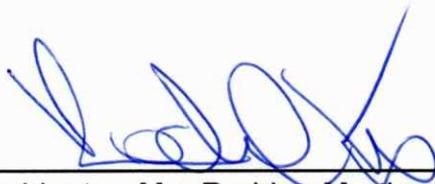
Goiânia

2023

HYGOR NEVES BERQUÓ DE PASSOS

**INFLUÊNCIA DE TRÊS BIOPRODUTOS EM PARÂMETROS
AGRONÔMICOS DE CULTIVAR DE MILHO PARA SILAGEM**

BANCA EXAMINADORA



Presidente - Me. Rodrigo Martinez Castro
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Membro I – Dra. Roberta Paula de Jesus
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Membro II – Dr. Fábio José Gonçalves
AGROLAB Análises de Sementes

Aprovada em 14 / DEZ / 2023.

Sumário

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6. CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19

INFLUÊNCIA DE TRÊS BIOPRODUTOS EM PARÂMETROS AGRONÔMICOS DE CULTIVAR DE MILHO PARA SILAGEM.

INFLUENCE OF THREE BIOPRODUCTS ON AGRONOMIC PARAMETERS OF CORN CULTIVATION FOR SILAGE.

Hygor Neves Berquó de Passos ¹

¹ Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola Politécnica e de Artes, Goiânia, GO, Brasil

RESUMO

O milho (*Zea mays*) é um cereal de abundante produção no Brasil, com grande escala na segunda safra do ano, ou “safrinha” como é conhecida popularmente. Para atingir picos de produtividade, são aplicadas diversas tecnologias e dentre essas destacam-se as que se valem do uso de bioprodutos, que auxiliam o crescimento vegetativo e a produtividade da lavoura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de produtos biológicos formulados a partir de duas espécies de bactérias (*Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*), e um fungo (*Trichoderma asperellum*) nas características agronômicas da planta e no aumento da produtividade de silagem de milho híbrido, utilizando a cultivar LG36720VIP3 (empresa LIMAGRAIN). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de uma Testemunha (T0 - água), e da aplicação de produtos biológicos (T1 – *Bacillus subtilis*, T2 – *Serratia marcescens*, e T3 – *Trichoderma asperellum*). Nos resultados obtidos, os tratamentos T3 e T1, se diferiram estatisticamente no aumento da produtividade final de silagem, influenciados pelos bioprodutos.

Palavras-chave: Fungos, bactérias, nutrição, nutrição animal.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) is a cereal characterized by abundant production in Brazil, particularly during the second harvest of the year. In pursuit of optimal productivity, a myriad of technologies is employed, prominently featuring bioproducts that enhance vegetative growth and overall crop yield. The primary objective of this study was to assess the impact of applying bioproducts formulated from two bacterial species (*Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*) and a fungus (*Trichoderma asperellum*) on the agronomic traits of the plant and the subsequent enhancement of hybrid corn silage productivity, utilizing the cultivar LG36720VIP3 (LIMAGRAIN company). The experiment adhered to a completely randomized design (CRD), encompassing four distinct treatments, each replicated four times. These treatments comprised a control (T0 - water) and the application of bioproducts (T1 – *Bacillus subtilis*, T2 – *Serratia marcescens*, and T3 – *Trichoderma asperellum*). The outcomes revealed statistical distinctions between treatments T3 and T1 statistically differed in the increase of final silage productivity, influenced by the bioproducts.

Keywords: Fungi, bacteria, nutrition, animal nutrition.

1. INTRODUÇÃO

O milho é um cereal de abundante produção no Brasil, com grande escala na segunda safra do ano, ou “safrinha” como é conhecida popularmente. Por ter características fisiológicas favoráveis, a cultura tem um alto potencial produtivo, com registros médio de 4.417 kg.ha⁻¹ na safra, e, 4.045 kg.ha⁻¹ na safrinha, com a cultura sendo cultivada em diversas formas de produção (sequeiro, irrigado, com influência de bioprodutos por exemplo), mostrando que diversos sistemas de produção do milho, são estudados com o intuito de aumentar a produtividade e rentabilidade que a cultura pode proporcionar. O milho está presente em todo o cotidiano como alimento, e na indústria como matéria prima para subprodutos (CRUZ, *et al.* 2010).

Além da alimentação humana, o cereal compõe uma grande parte da alimentação animal, e preparado até mesmo nas propriedades rurais, aparece como principal fonte de energia para bovinos e outros animais, também nas fazendas de leite podem ser usados como volumoso aos animais através da silagem de milho curtida. A ensilagem (ou silagem) é um subproduto originado através da técnica de mesmo nome, utilizando da planta inteira moída na sua constituição. No decorrer de ciclo de desenvolvimento, a cultura atravessa uma série de estágios que requerem diferentes necessidades nutricionais, de água e de temperatura.

Sendo essencial o conhecimento dos estágios fenológicos do milho (figura 1) para orientar as práticas de manejo, desde o momento do plantio até as fases finais da cultura, a fim de maximizar a produtividade e a rentabilidade da colheita (MAGALHÃES & DURÃES 2006). O ponto ideal de colheita para esta finalidade é aquele em que os grãos atingem o estágio entre fim do “leitoso para o início do farináceo” que se enquadra no estágio reprodutivo R3 a R5, com a plantas atingindo teores que proporcionem resultados entre 30 a 35% de matéria seca (MS) na silagem final. Se todos os manejos e tratos forem corretamente conduzidos na lavoura, será obtido, em média, uma produção de 65 a 70 toneladas por hectare de silagem de milho (EMBRAPA 2021).

Figura 1. Estágios fenológicos do milho.



Fonte: Ciampitti, *et al* 2016.

Para atingir picos de produtividade, produtores investem em diversas tecnologias como, uso da agricultura de precisão e uso de insumos biológicos. Destaca-se, as que se valem do uso de bioprodutos (como o uso da bactéria *Azospirillum brasilienses*, que promove o crescimento da planta, fixando nitrogênio), que auxiliam o crescimento vegetativo e consequentemente interferem na produtividade. Microrganismos usados como inoculantes promovem crescimento de plantas por mecanismos diretos (como produção de fitormônios, solubilização de fósforo) e indiretos (produzindo substâncias que combatem patógenos da planta), (DA SILVA, 2017).

2. OBJETIVO

Avaliar a influência da aplicação de produtos biológicos formulados a partir de duas espécies de bactérias (*Serratia marcescens*, *Bacillus subtilis*), e um fungo (*Trichoderma asperellum*) nas características agrônômicas da planta e da espiga de milho (*Zea mays*) do tipo híbrido comercial LG36720VIP3, e no aumento da produtividade da silagem feita a partir dessas plantas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Milho (*Zea mays*).

O milho é um cereal que pertence à família Poaceae, e ao gênero *Zea*, recebendo o nome de *Zea mays*. Além de ser uma planta monoica (ambos os sexos na mesma planta), Barro (2014) afirma ainda que o milho pertence ao grupo das angiospermas, caracterizadas pela presença de sementes protegidas

em frutos. A cultura possui um período de crescimento e desenvolvimento restritos, pois ele precisa que os fatores térmico, climático, fotoperíodo e índice pluviométrico sejam ótimos, para que atinja o máximo de seu potencial genético, e conseqüentemente obtendo esses fatores adequados surpreendera nos resultados de sua produção (CRUZ, 2010).

Atualmente o milho é cultivado em grandes partes do mundo, devido a sua grande adaptabilidade e suas variedades que foram selecionadas através do melhoramento genético (BIANCHETTO, *et al.*, 2017). Devido a essas variedades que foram surgindo ao decorrer dos estudos com o cereal, atualmente ele é extensivamente utilizado como alimento humano e na alimentação animal, devido a suas qualidades nutricionais.

Na alimentação animal, ele é usado tanto em rações (concentrados), silagens, e até como grão inteiro. A silagem de milho tornou-se a principal fonte de forragem utilizada na dieta de vacas leiteiras, por ser palatável e contribuir com fornecimento de energia e fibra, resultando em maiores produções dos animais (PEREIRA, *et al.* 2007).

Na produção de milho destinado para silagem são utilizados processos diferentes do milho para produção de semente ou uso do grão endurecido, sendo que a principal diferença está no começo da condução da lavoura, utilizando plantio com mais sementes por metro, para que atinja maior número de plantas e gere mais biomassa na silagem, além de algumas aplicações de fungicidas e inseticidas que não são feitas devido a época em que o milho é colhido.

Outra diferença é o ponto de colheita, pois a silagem ainda é colhida com a planta viva, no início dessa desaceleração do metabolismo da cultura, ponto em que grão se torna ideal para a finalidade.

3.2 Ensilagem de milho e características.

Para uma silagem obter alta qualidade, o processo começa desde a escolha da semente da planta de milho, que deve levar em consideração a escolha de um híbrido que apresente alta produção de matéria seca e de grãos, de altas taxas de digestibilidade da parte de fibra da planta (Tabela 1), (MARCONDES, *et al.* 2012). Deve-se também considerar que o solo da região onde for plantar esteja com um pH de aproximadamente 5 a 6, a recomendação

de adubação também deve ser bem rigorosa, isso para que a planta não sofra no seu desenvolvimento (INAGAKI, 2014).

Tabela 1. Características agronômicas produtivas e parâmetros bromatológicos de um híbrido de milho para silagem.

Parâmetros	Faixa ideal
Características Agronômicas	
Número de folhas secas por plantas na colheita	> 5
Altura de espiga (m)	0,8 a 1,2
Altura de planta (m)	1,9 a 2,6
Produção de matéria verde (kg/ha)	> 55.000
Produção de matéria seca (kg/ha)	> 18.000
Produção de grão (kg/ha)	> 7.000
Taxa de secagem de planta (%/dia)	< 0,50
Janela de Colheita (dias)	> 10
Constituintes físicos estruturais da planta, % na MS	
Colmo	< 25
Folhas	> 15
Brácteas mais sabugos	< 25
Grãos	> 35
Composição química da silagem:	
Matéria seca, %	30 a 35
Protéina bruta, % na MS	7 a 10
Amido, % na MS	> 30
Nutrientes digestíveis totais, %	> 70
Fibra em detergente ácido, % na MS	< 30
Fibras em detergentes neutros, % na MS	< 52
Extrato etéreo, % na MS	2 a 5

Fonte: Adaptado de NELIMANN, 2011.

A colheita e o armazenamento da silagem carecem de um cuidado, sendo que a colheita quando feita mecanizada, deve obedecer ao ponto de maturação dos frutos, contendo no mínimo de 65 a 70% de umidade ou então quando a plantas já possuir de 30 a 35% de matéria seca (NUSSIO *et al.* 1998). Já o armazenamento dessa silagem, deve ser feito utilizando-se de camadas bem compactadas no silo, e bem vedadas, para que se tenha uma boa fermentação do material. Na silagem leva-se em conta o tamanho da partícula e para uma boa qualidade da silagem e necessário que mantenha essa partícula em média de 8 mm (CAMPOS, 2015). Visando a produção final, com uma melhor qualidade, são usados alguns métodos que acrescentam aditivos na produção, esses aditivos podem ser classificados como aditivos químicos (adubação), aditivos biológicos (microrganismos) que podem ser inoculados na semente e podem ser aplicados ao decorrer do desenvolvimento da planta.

A fertilização do milho voltado para a produção de silagem pode ser feita baseando se nos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela planta, são

Nitrogênio (N), o Fósforo (P), e o Potássio (K). E por serem os mais absorvidos citam que eles são os principais macronutrientes, além dos demais que também são necessários para a cultura do milho (BARROS, 2014).

Embora a silagem seja um processo muito conhecido, ainda existem algumas dúvidas sobre como o milho pode ter a produção potencializada pela utilização de produtos que são adicionados, seja com intuito de uma qualidade ou produtividade maiores. Esse aumento está relacionado com o sistema nutricional da planta e aos nutrientes fornecidos para o milho, destacasse entre os macronutrientes mais exigido pela cultura o nitrogênio (N), que está ligado a produção de matéria seca do milho, que é uma das características mais exigidas na produção de silagem (GIARETTA, 2015). Também como uma forma de potencializar a produção, os produtos biológicos podem influenciar, na obtenção de maiores produções de silagem.

3.3 Produtos biológicos.

A aplicação de microrganismos na agricultura brasileira está em direção a um impacto significativo no setor, pelo motivo de cada vez mais produtores enfrentarem demandas por maiores rendimentos, tornando claro que a produção em larga escala não pode depender exclusivamente de insumos e defensivos convencionais. Estudos comprovam que o uso destes microrganismos regenera o solo, auxiliam na produção de mudas, reduz o estresse hídrico em algumas culturas, estimulam o crescimento vegetal. Alguns microrganismos benéficos isolados da natureza, são de total importância agrônômica e econômica para o produtor. Estes microrganismos são importantes, também, do ponto de vista ambiental, pois captam N_2 não assimilável que está na atmosfera e o transformam em formas assimiláveis para as plantas, dispensando a adubação nitrogenada (EMBRAPA, 2019), também auxiliam para a redução das aplicações de produtos fitossanitários. Bactérias e fungos isolados de plantas e solo, vem sendo utilizados como alternativa para minimizar impactos ambientais causados pelos produtos químicos usados na agricultura.

3.3.1 Bactérias

As bactérias desempenham uma função fundamental na agricultura influenciando diretamente no solo. Na decomposição de matéria orgânica por exemplo, transformam resíduos vegetais e animais em nutrientes que podem ser absorvidos pela planta. E dentre as bactérias que atuam beneficiando a agricultura o *Bacillus subtilis* e *Serratia marcescens*, são temas de grandes estudos envolvendo a agricultura.

O *Bacillus subtilis* é uma variedade de bactéria que pertence ao grupo das gram-positivas, caracterizada por sua forma de sobreviver em ambientes que contêm oxigênio, mas sem a necessidade absoluta dele, e de sua forma semelhante a um bastonete. É comumente encontrada no solo, onde estabelece uma relação favorável com as raízes das plantas, beneficiando os dois meios. É importante notar que o *Bacillus subtilis* recebeu o reconhecimento da agência “Food and Drug Administration (FDA)” dos Estados Unidos como uma substância geralmente considerada segura (GRAS), significando seguro para consumo e manipulação, uma vez que não é conhecido por causar doenças em humanos e não é considerado patogênico (EARL, *et al.* 2008).

Entre suas inúmeras aplicações, o *Bacillus subtilis* revelou um vasto potencial na agricultura devido aos numerosos benefícios que podem proporcionar aos sistemas agrícolas, entre elas estão a promoção de crescimento vegetal, aumento de biomassa, solubilização de nutrientes, estimulação de perfilhamento e brotação, controle de patógenos radiculares e vasculares, indução de resistência a doença, aumento da produtividade.

A *Serratia marcescens* é uma bactéria gram-negativa, da família das enterobactérias, elas na presença de oxigênio, realizam respiração aeróbia e, na ausência desse gás, realizam os processos anaeróbios, se caracterizando como bactérias anaeróbias facultativas, esses microrganismos possuem o formato cilíndrico característico, assemelhando-se à forma de um bastonete ou de uma varinha sendo classificados como bacilos, (WILLIAMSON *et al.*, 2006).

Na agricultura *Serratia marcescens* é de vasta importância, sendo um produto biológico benéfico para as culturas, trazendo benefícios como a promoção de crescimento radicular, aumento da biomassa da planta, maior solubilização de nutrientes (N, P, K e Fe), fixação de nitrogênio, controle de nematoides, indução a resistência de doenças foliares, supressão de praga e

aumento da produtividade. Devido à sua natureza patogênica a bactéria destinada ao emprego na agricultura possui genes de avirulência, desativando sua patogenicidade, e não causa doenças, mas é de extrema importância seguir rigorosamente os protocolos de segurança ao lidar com esse microrganismo na agricultura.

3.3.2. Fungo

O uso de fungo na agricultura é uma estratégia importante para diminuir o uso de aplicações de defensivos agrícolas, tendo uma melhor eficiência e sustentabilidade no cultivo, e dentre os fungos usados nessa prática, o *Trichoderma asperellum*, se destaca em estudos que abordam esta tese.

Trichoderma é um fungo, que tem como uma das características, o crescimento rápido produzindo colônias esverdeadas, também é um fungo filamentosos que pode ter hifas septadas ou conócíticas. Por possuírem vários microrganismos de sua espécie e pelo potencial que exercem, este fungo, é utilizado frequentemente por indústrias químicas, de alimentos e de papel por exemplo, além de estar presente em grande parte da atividade agrícola mundial. Como se alimenta de matéria orgânica morta ou em processo de decomposição, ele é encontrado em praticamente todos os tipos de solos, mas rotineiramente encontrado nas regiões de clima temperado e tropical, associados as raízes e matérias em decomposição (LUCON, *et al*, 2014), e na agricultura tem sido muito usado como biofertilizantes e biocontrole, (YASSIN *et al.*, 2021).

Trichoderma asperellum, através do controle de patógenos, reciclagem de nutrientes e interação com plantas e organismos do solo, é frequentemente listado como relevante para a restauração do equilíbrio do solo e melhoria na performance das culturas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na segunda safra (safrinha), com semeadura em 25 de fevereiro de 2023, em sistema de plantio convencional, e, para o preparo do solo foram realizadas duas gradagens para incorporar o resto da safra anterior (também de milho), na fazenda Paineiras, em uma área destinada

a lavoura de milho para produção de silagem, localizada na Cidade de Goiás-GO, 15°53'32.04" de latitude sul e 50°12'35.43" de longitude oeste, com altitude de 496 m em relação ao nível do mar.

A cultivar utilizada foi do híbrido LIMAGRAIN 36720 VIP3 da empresa LG Sementes (Figura 2), sendo características da cultivar: híbrido do tipo ereta, com grão semiduro alaranjado, recomendado para plantio de verão para a produção de silagem, possui um bom empalhamento e uma resistência à nicosulfuron, e material responsivo ao uso de tecnologia.

Figura 2 – Rótulo da semente. Goiás, GO - 2023



Foram coletadas amostras de solo para análises químicas e físicas com fins de fertilidade, cujos resultados direcionaram os tratos culturais de fertilização. No preparo do solo foi realizada aplicação de calcário dolomítico anterior ao plantio, na dosagem de 2t.ha⁻¹. Para fertilização foram feitas adubação de plantio com uma formulação comercial 4-30-10 (N-P-K), em dosagem de 250 kg.ha⁻¹, distribuído em linha abaixo do sulco de plantio, e uma adubação de cobertura com 20 dias após o plantio, com sulfato de amônia, na dosagem de 200 kg.ha⁻¹, sendo também aplicada em linha.

No plantio, foi utilizado um tratamento de sementes, desenvolvido e aplicado pela própria empresa produtora, denominado de "cruiser turbo", contendo thiametoxan 60% em uma dose de 70 ml/60.000 sementes, e "Epivio Vigor" (bioestimulante) na dosagem de 100 ml/60.000 sementes. Durante o desenvolvimento da cultura foi realizado o controle químico de plantas daninhas, com a aplicação de glifosato na dose de 3 l.ha⁻¹, aplicados entre linhas com pulverizador costal.

4.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos e quatro repetições, constituindo-se em 16 blocos. Cada parcela experimental continha seis linhas de seis metros (Figura 3), com seis sementes por metro linear, e espaçamento de 80 cm entre linhas, constituindo um *stand* de 36 plantas por linha e 216 plantas em uma área de 28,8 m² (parcela experimental), resultando em uma população final de 75 mil plantas por hectare.

Figura 3 – Croqui da área experimental. Goiás, GO - 2023

6 linhas	6 linhas	6 linhas	6 linhas	
13	21	23	41	6 m
22	14	33	11	6 m
31	43	42	34	6 m
44	32	24	12	6 m

Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha (T0 - água), e da aplicação de produtos biológicos (em fase de registro no MAPA) desenvolvidos pela empresa Agrolab Laboratório de Análises de Sementes LTDA (T1 – *Bacillus subtilis*, T2 – *Serratia marcescens*, e T3 – *Trichoderma asperellum*), (Tabela 2 e Figura 4). Os aditivos biológicos irão atuar em uma associação simbiótica com a raiz, em que se espera promoção do crescimento vegetal, aumento da biomassa, e a decomposição de matéria orgânica.

Figura 4 – Produtos aplicados. Goiás, GO - 2023



4.2 Condução do experimento e componentes das análises

Foram realizadas duas aplicações de produtos biológicos, sendo a primeira aos 25 DAS (dias após sementeira, no estágio V3), coincidindo com a data da aplicação de herbicida para controle de plantas daninhas (Figura 5), e a segunda aplicação das doses no início do ciclo reprodutivo (estádio VT) aos 55 DAS. As aplicações foram feitas com as bombas costais, com a ponta do bico de pulverização do tipo jato plano, direcionado à linha de plantio e à base da planta (Figura 5). As diluições dos produtos para a obtenção da calda, bem como o volume aplicado foram realizados conforme as especificações do fabricante (Tabela 2), e a quantidade de calda utilizada foi o equivalente a 100 litros por hectare em todas as aplicações.

Figura 5 – Aplicação de produto biológico. Goiás, GO - 2023



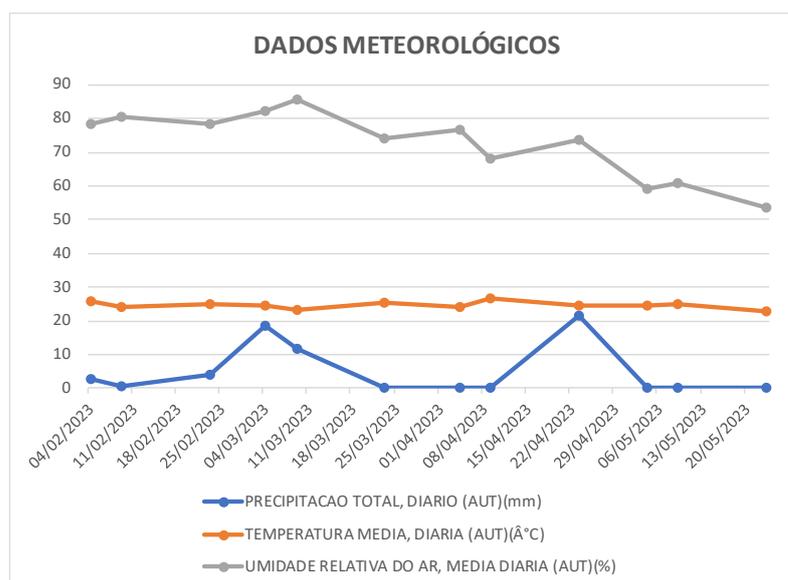
Tabela 2 – tratamentos e dosagem utilizados

INGREDIENTE ATIVO	DOESIS DO PRODUTO (l/ha)	VOLUME DE CALDA (l/ha)	TRATAMENTOS
Testemunha	0	0	T0
<i>Bacillus subtilis</i>	1l	100l	T1
<i>Serratia marcescens</i>	1l	100l	T2
<i>Trichoderma asperellum</i>	1l	100l	T3

Após a semeadura, houve as intervenções de adubação e fertilização e de controle de plantas invasoras. O controle de umidade foi feito apenas com o acompanhamento das chuvas e do ciclo hídrico natural, que foi suficiente para a condução da cultura e seguiu conforme o gráfico da Figura 6. Nota-se que apenas em maio as chuvas cessaram.

A colheita foi realizada manualmente aos 90 DAS, sendo coletadas todas as plantas de um 1m² de cada bloco, escolhendo-se sempre as quatro linhas centrais do bloco. As plantas foram identificadas e acondicionadas de acordo com cada bloco, e levadas até a sede da propriedade para início das avaliações.

Figura 6 – Dados meteorológicos mensais (fevereiro a maio). Goiás, GO - 2023



Fonte: INMET (2023)

Foram realizadas as análises dos componentes de produção de altura de planta, altura da inserção de espiga na planta, diâmetro do 5º colmo da planta, diâmetro de espiga, comprimento de espiga e o peso da matéria verde (produtividade total por hectare) do material coletado e triturado (produção de silagem). Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise de

variância e médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%, utilizando-se o Software Sisvar, desenvolvido pela DAS-UFLA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 3, o tratamento T3 apresentou melhores resultados e se diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, para avaliação da altura de inserção da espiga (Figura 7) e diâmetro de espiga, distando em média 18% acima dos demais tratamentos em ambas as características, sendo que o tratamento T1 e T2 obtiveram as menores médias dentre o grupo, sendo menor que a própria testemunha (T0).

Tabela 3 – Características agronômicas da espiga. Goiás, GO – 2023

Tratamentos	Espiga		
	Altura de inserção (m)	Diâmetro (cm)	Comprimento (m)
T0 - Testemunha	1,31 a	3,33 a	19,30 a
T1 - <i>Bacillus subtilis</i>	1,24 a	3,40 a	18,93 a
T2 - <i>Serratia marcescens</i>	1,25 a	3,55 a	18,20 a
T3 - <i>Trichoderma asperellum</i>	1,42 b	4,13 b	18,62 a
CV%	4,80	5,78	6,52

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo “teste de Skott-Knott” a 5% de significância.

No parâmetro comprimento de espiga nenhum tratamento se diferiu estatisticamente, sendo todos iguais perante o teste de Skott-Knott, apenas aparecendo o tratamento testemunha numericamente superior. O tratamento T3 obteve resultados positivos, influenciando diretamente na altura de inserção da espiga e diâmetro da espiga, segundo os métodos aplicados.

SIQUEIRA *et al.* (2009), cita que um dos desafios associados ao atraso na colheita da safra de milho é o risco potencial de acamamento das plantas devido a condições de vento forte, e sabe-se ainda que a altura da inserção da espiga é fator crítico que aumenta consideravelmente a probabilidade de acamamento, ou seja, quanto mais elevada for a inserção, mais vulnerável a planta se torna ao acamamento. Na produção de milho para silagem a altura da inserção de espigas está correlacionada diretamente à altura de planta (PAZIANI

et al. 2009), sendo a sua avaliação importante quando se busca maior facilidade e redução de perdas durante a colheita (figura 7).

Figura 7 – Medição de altura de espiga. Goiás, GO - 2023



O tamanho da espiga está diretamente relacionado à qualidade final da silagem, conforme indicado por ALMEIDA FILHO *et al.* (1999). A obtenção de componentes da espiga no material ensilado é considerada desejável, contribuindo para aprimorar a qualidade final da silagem. Além do diâmetro da espiga, o comprimento também influencia a qualidade da silagem. No entanto, de acordo com a Tabela 3, nenhum tratamento apresentou diferença estatística perante o teste de Skott-Knott. O tratamento T3 se destacou nos parâmetros altura de inserção e diâmetro da espiga, apresentando uma média que enquadrou no limite da altura ideal de inserção de espiga, chamado de “altura do peito”, resultando em uma maior estatura da planta e um aumento no diâmetro do colmo, fatores que influenciam ainda para prevenção do acamamento da planta.

Tabela 4 –Características agrônômicas da planta. Goiás, GO – 2023

Tratamentos	Planta	
	Altura (m)	Diâmetro do 5º colmo (cm)
T0 - Testemunha	2,62 a	2,07 a
T1 - <i>Bacillus subtilis</i>	2,65 a	2,28 a
T2 - <i>Serratia marcescens</i>	2,53 a	2,35 b
T3 - <i>Trichoderma asperellum</i>	2,34 a	2,55 b
CV%	6,22	6,49

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo “teste de Skott-Knott” a 5% de significância.

De acordo com a Tabela 4, nenhum tratamento se diferiu estatisticamente, para altura de planta, sendo que o tratamento T1 apresentou a maior média desta característica, seguido de T0 e T2, com médias de 1% e 4% abaixo, respectivamente. O tratamento T3 obteve a menor média em altura da planta, mas mesmo com as diferenças numéricas apresentadas, não houve diferença significativa estatisticamente entre os resultados.

A altura de planta influencia na produção final da silagem, no índice de matéria seca por exemplo, de acordo com NUSSIO *et al.* (2001), a parte superior da planta de milho apresenta uma silagem com maior concentração de fibras digestíveis e conteúdo energético, sendo indicada para utilização em sistemas que envolvem animais de alta produção. Isso se deve ao fato de que essa parte da planta oferece um valor nutricional significativo, embora apresente custos de produção elevados, para estruturar o solo com uma porosidade e profundidade ideal para que as raízes sustentem a planta até o ponto de colheita, em grande parte devido ao rendimento de matéria seca. Mesmo os tratamentos não tendo influência neste parâmetro, os resultados da altura de planta foram positivos para a produção final da silagem, segundo MENDES *et al.* (2006), existe uma correlação positiva entre a altura da planta e da espiga, assim como a produção de massa verde e seca, e correlações significativas entre a altura da planta e a produção de grãos.

Conforme a Tabela 4, os tratamentos T3 e T2 apresentaram melhores resultados e se diferiram estatisticamente dos demais, para avaliação diâmetro do 5º colmo, e ao mesmo tempo, seguidos da mesma letra, foram estatisticamente iguais entre si. O diâmetro do colmo está diretamente ligado a sustentação da planta, reduzindo o acamamento da planta. Uma planta com um colmo bem desenvolvido apresenta uma maior sustentação, traz possibilidades de maior área foliar, mais espigas por planta, maior diâmetro da espiga (JAREMTCHUK *et al.* 2005). De acordo com a Tabela 4, os tratamentos T3 e T2 influenciaram estatisticamente no diâmetro da planta, que podem por sua vez influenciar no diâmetro da planta, na sua área foliar, e nas outras características já citadas, que estão ligadas a esse parâmetro, podendo ainda se afirmar que essa planta tende a ser mais resistente também ao acamamento.

A Tabela 5 apresenta as médias de produtividade geral de biomassa de todo o material (planta inteira) triturado, obtida por tratamento, extrapoladas em um hectare.

Tabela 5 – Produção de silagem por hectare. Goiás, GO – 2023

Tratamentos	Produtividade t/ha
T0 - Testemunha	66,00 a
T1 - <i>Bacillus subtilis</i>	88,25 c
T2 - <i>Serratia marcescens</i>	71,25 a
T3 - <i>Trichoderma asperellum</i>	76,75 b
CV%	5,82

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo “teste de Skott-Knott” a 5% de significância.

Para produtividade final da silagem (Figura 8), observa-se que, conforme a Tabela 5, os tratamentos T1 e T3 apresentaram maiores médias, e se diferiram estatisticamente, tanto entre eles, quanto dos demais tratamentos, segundo o teste de Skott-Knott. O tratamento T1 apresentou melhor resultado dentre os tratamentos, obtendo um aumento significativo na produção média da lavoura e distando 33% acima da produção testemunha (T0), com seu elevado potencial na agricultura se reflete de maneira notável, resultando em uma maior produtividade, seguido de T3 com 15% acima de T0, e com T2 e T0 obtendo as menores médias do grupo. Segundo a EMBRAPA (2021), a média da produção de silagem é de 70 toneladas por hectare de massa verde, dado que comparado com a Tabela 5 mostra que os tratamentos T0 e T2 enquadraram-se na média do autor, e que os tratamentos T1 e T3 se destacaram acima daquela média.

Figura 8 – Silagem pronta. Goiás, GO - 2023



Para produtividade final da silagem, se observou que conforme as Tabelas 3 e 4, o tratamento T3 se destacou em ao menos um parâmetro avaliado em cada tabela, e na Tabela 5 também se destacou com uma maior produtividade, com quantidade e qualidade aumentada em relação aos demais tratamentos.

6. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia aplicada, pode-se concluir que a influência dos bioprodutos nas características agronômicas foi estatisticamente verificado, sendo que para os parâmetros agronômicos de espiga, apenas o tratamento T3 foi capaz de ocasionar um aumento de 24% nas características de altura e diâmetro da espiga. Com relação às características da planta de milho, foi possível confirmar que o tratamento T3 e T2, foram capazes de ocasionar um aumento de 12% no parâmetro diâmetro do colmo, quando comparado ao tratamento testemunha T0.

Já com relação à produtividade, o presente trabalho pode medir, com nível de confiança de 95% no “teste de Skott-Knott”, que os tratamentos T3 e T1 ocasionaram um aumento de 20% na produtividade final da silagem, quando comparado aos demais tratamentos. Portanto, o tratamento T3 apresentou maior desempenho nos testes, demonstrando capacidade de influenciar no aumento dos parâmetros agronômicos medidos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OBEID, J. A.; OLIVEIRA, J. S. e. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999

BARROS, José F. C. *et al.* A Cultura do Milho. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas, Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral. Évora - Portugal, p. 1-52, jun. 2014.

CAMPOS, Andressa Fernanda. Efeito do tamanho de partícula na ensilabilidade e no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar para bovinos de corte. 2015.

CIAMPITTI, Ignacio A.; ELMORE, Roger W.; LAUER, Joel. Fases de desenvolvimento da cultura do milho. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, 2016.

CRUZ, José Carlos *et al.* CULTIVARES DE MILHO PARA SILAGEM. Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia, Viçosa - MG, p. 93-114, novembro 1998.

DA SILVA, Luziano Lopes *et al.* Crescimento vegetativo e teor de fósforo em cultivares de cebola. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada à Ciência Agrária/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v. 3, 2017.

EARL, Ashlee M.; LOSICK, Richard; KOLTER, Roberto. Ecologia e genômica de *Bacillus subtilis*. *Tendências em microbiologia*, v. 16, n. 6, pág. 269-275, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Milho para silagem. Disponível em: <www.embrapa.br/busca-de-noticias/>. Acesso em: 15 de nov. 2023.

GIARETTA, PATRIQUE. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE DE SILAGEM E GRÃOS DE MILHO. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de

Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul., Chapecó - SC, p. 1-48, dez. 2014.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. 2023. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 20 de out. 2023.

JAREMTCHUK, A.R.; JAREMTCHUK, C.C.; BAGIOLI, B. et al. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. *Acta Scientiarum*, v.27, n.2, p.181-188, 2005.

LUCON, C.M.M., CHAVES, A.L.R. and BACILIERI, S., 2014. Trichoderma: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura. São Paulo: Instituto Biológico.

MARCONDES, Mariana *et al.* Aspectos do melhoramento genético de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, Guarapuava-PR, v. 5, n. 2, p. 173-192, 2012.

NEUMANN, M. Parâmetros para análise de qualidade da silagem. 2011.

NUSSIO, Luiz Gustavo; CAMPOS, FP de; DIAS, Francisco Nogueira. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. *Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas*, v. 1, p. 127-145, 2001.

PAZIANI, S. F.; DUARTE, A. P.; NUSSIO, L. G.; GALLO, P. B.; BITTAR, C. M. M.; ZOPOLLATTO, M.; RECO, P. C. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 411-417, 2009.

PEREIRA, E.M.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; et al. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, p.216-224, 2007.

SIQUEIRA, Bruno Carvalho et al. Ação dos fertilizantes Bacsol e Orgasol na altura de inserção da espiga e coloração dos grãos na cultura do milho orgânico. II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG CAMPUS BAMBUÍ. II Jornada Científica, Bambuí, 2009.

WILLIAMSON NR, SIMONSEN HT, AHMED RAA, GOLDET G, SLATER H, WOODLEY L, LEEPER FJ, SALMOND GPC. 2005. Biosynthesis of the red antibiotic, prodigiosin, in *Serratia*: identification of a novel 2-methyl-3-n-amylopyrrole (MAP) assembly pathway, definition of the terminal condensing enzyme, and implications for undecylprodigiosin biosynthesis in *Streptomyces*. *Molecular Microbiology* 56(4): 971–989.

YASSIN, MT, MOSTAFA, AAF, AL-ASKAR, AA, SAYED, SH. R.M. & RADY, AM 2021, Antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* strains against some fusarial pathogens causing stalk rot disease of maize, in vitro. *Journal of King Saud University, Science* 33, 101363.