

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

**EFEITO DO USO DE BACTÉRIAS MULTIFUNCIONAIS NA
CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.).**

Autor: RAFAEL BRITO BARROS

Goiânia
(2024)

RAFAEL BRITO BARROS

**EFEITO DO USO DE BACTÉRIAS MULTIFUNCIONAIS NA
CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.).**

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina AGR1096 - Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Martha Nascimento Castro

Goiânia

(2024)

RAFAEL BRITO BARROS

EFEITO DO USO DE BACTÉRIAS MULTIFUNCIONAIS NA
CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.).

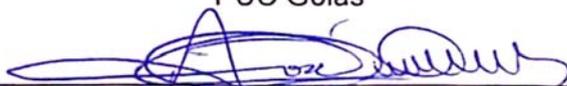
BANCA EXAMINADORA



Presidente (Dr^a Martha Nascimento Castro)
PUC Goiás



Membro I (Dr^a Roberta Paula de Jesus)
PUC Goiás



Membro II (Dr Fábio José Gonçalves)
Agrolab Laboratório de Análises de Sementes LTDA

Aprovada em 21 / 06 / 2024

Sumário

RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1.7. Bactérias multifuncionais:	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
6. CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS.....	21

Efeito do uso de bactérias multifuncionais na cultura do milho (*Zea mays* L.).

Effect of using multifunctional bacteria in corn culture (*Zea mays* L.).

Rafael Brito Barros¹

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

RESUMO

Considerando a relevância das bactérias multifuncionais na agricultura, juntamente com seu importante papel na promoção de crescimento vegetal e na supressão de doenças, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho agrônômico do milho, em função da inoculação das sementes com *Bacillus subtilis*, *Serratia sp.* e *Serratia marcescens*. O objetivo desse trabalho foi verificar a influência do uso dessas rizobactérias nos componentes de produção do milho. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram representados por T1 (testemunha), T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Serratia sp.*) e T4 (*Serratia marcescens*). Os resultados demonstraram que houve aumento de produtividade de grãos do milho com a inoculação das sementes com a *S. marcescens*.

Palavras-chave: cereal; produtividade; *Serratia marcescens*; inoculação.

ABSTRACT

Considering the relevance of multifunctional bacteria in agriculture, together with their important role in promoting plant growth and suppressing diseases, this work was carried out with the objective of evaluating the agronomic performance of corn, due to the inoculation of seeds with *Bacillus subtilis*, *Serratia sp.* and *Serratia marcescens*. The objective of this work was to verify the influence of these rhizobacteria on corn production components. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 treatments and 4 replications. The treatments were represented by T1 (control), T2 (*Bacillus subtilis*), T3 (*Serratia sp.*) and T4 (*Serratia marcescens*). The results demonstrated that there was an increase in corn grain productivity with the inoculation of seeds with *S. marcescens*.

Keywords: cereal, productivity, *Serratia marcescens*; inoculation.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) tem grande importância no ponto de vista nutricional tanto para a alimentação de seres humanos como para a de animais, pois esse cereal pode ser processado e resultar em diferentes variedades de alimentos. Podendo ser aproveitado de diversas formas, sendo matéria-prima na fabricação de subprodutos em grandes indústrias de bebidas, químicas, farmacêuticas, e de combustível. O milho também pode ser consumido *in natura*, por meio de alimentos industrializados como a farinha, óleo, cereal, entre outros, assim como alimentos preparados em casa como a pamonha, mingau, cuscuz, entre outros. Também é um dos principais componentes energéticos de rações para aves, suínos e bovinos, no processo de produção de carnes que são destinadas a alimentação dos seres humanos.

Por ser uma *commoditie* de grande importância internacional, esse cereal é bastante exportado pelos produtores brasileiros, fazendo com que a maior parte vá para o mercado externo. O cultivo do milho é feito em praticamente todo o território nacional. Porém, 92% da produção concentraram-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo que a região Sul participou com 47% da produção; Sudeste com 21% da produção e Centro-Oeste com 24% da da produção (Landau et al., 2011).

Ao final de 2023, com uma produção nacional total de 131,9 milhões de toneladas (CONAB, 2023) ficando atrás apenas da soja no *ranking* de maior produção no Brasil, a produção de milho vem sendo uma importante “chave” para fazer com que a economia do país não deixe de crescer em alguns aspectos. Sendo um deles, a exportação, que é uma área de forte representação do Brasil, do qual ocupa o primeiro lugar nesse quesito, tendo exportado cerca de 55 milhões de toneladas de milho na safra 2022/2023 (CONAB, 2024).

Com enfoque no objetivo de ganhos em produtividade na cultura do milho, um aliado à biotecnologia é o emprego de produtos biológicos. Por se tratar de uma alternativa interessante para muitas culturas, em especial para o milho, é possível alcançar incrementos de produção de maneira sustentável, econômica e rentável. A adoção dessa prática no manejo da cultura propõe a utilização de produtos agrícolas oriundos de bactérias multifuncionais capazes

de elevar o comprimento de espigas, crescimento das raízes das planta, número de fileiras por espigas, podendo fazer com que a planta melhore na absorção de nutrientes e conseqüentemente acarrete em um aumento na produtividade por exemplo.

2. OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agrônômico do milho (*Zea mays* L.) submetido a aplicação de bactérias multifuncionais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O milho (*Zea mays* L.), um dos cereais mais cultivados no planeta, por ser muito utilizado, tanto no consumo humano, como no consumo animal (REHAGRO, 2023). No Brasil, a produção chegou a 131.892,6 milhões de toneladas na safra 2022/23 em uma área total de 22.267 milhões de hectares tendo uma média de produtividade de 5.922 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2023). Da produção nacional total, a região centro-oeste foi responsável pela produção de cerca de 72 milhões de toneladas e o Goiás teve em torno de 13 milhões de toneladas de milho produzidas (“RELATÓRIO AGROECONÔMICO DO CENTRO-OESTE 4º trimestre de 2022”, [s.d.]). Nesta região, o estado de Goiás, apresenta condições de solo muito favoráveis para o cultivo de milho por ter solos com texturas médias a argilosas e também por serem situados em grandes planícies e chapadões, com uma precipitação pluvial concentrada de setembro a maio, tendo uma média anual em torno de 1.600 mm (Nunes, 2020).

O cultivo do milho apresenta características particulares que permitem o seu posicionamento entre as mais propícias e recomendadas à agricultura de subsistência. O milho tem uma grande relevância econômica por causa das várias maneiras de aproveitá-lo, desde a nutrição animal até a indústria de alta tecnologia. Na verdade, o consumo do milho em grão como ração animal corresponde à maior parte da demanda por esse cereal, ou seja, cerca de 70% desse cereal é destinado a essa atividade no mundo (EMBRAPA, 2021).

Sob o prisma do contexto de agricultura moderna, em que a associação de técnicas de manejo para aumento de produtividade rege as pautas das inovações e sustentabilidade, as abordagens biotecnológicas ganham destaque ao buscar um sistema integrado e sustentável para a gestão da produção agrícola. Práticas de manejo que preservam a qualidade do solo e repõem nutrientes essenciais às plantas são cruciais para uma produção mais sustentável. Microrganismos benéficos, como as rizobactérias promotoras de crescimento, desempenham um papel importante ao reduzir a necessidade de fertilizantes químicos. Esse processo não apenas conserva os recursos hídricos e a saúde do solo, mas também resulta em um aumento na produção, ao mesmo tempo em que reduz os custos de manejo (Monteiro et al., 2009; Oliveira, 2015). Com isso o uso de biorreguladores, inoculantes, fertilizantes biológicos e bioestimulantes emerge como alternativas importantes na estratégia de manejo das lavouras (Cárdenas Palacios, 2022).

O uso de produtos biológicos é uma prática que vem crescendo muito nas lavouras nos últimos anos, e um dos motivos é por oferecer menos gastos potenciais para a produção das culturas em geral e proporcionar um alimento que é livre de agentes químicos. Esses produtos contêm microrganismos vivos ou inativos, como bactérias, fungos ou derivados de vegetais, que permitem aos agricultores aumentar sua produtividade através do controle integrado de doenças e do combate a resistência das pragas presentes na lavoura. Muito se discute a respeito da eficiência dos produtos biológicos e da capacidade dos mesmos de fazer com que a produção em uma determinada área seja tão boa quanto seria se tivesse sido realizada a aplicação de produtos químicos na mesma situação (FAPESP, 2022)

Diante dos desafios impostos pela demanda crescente, pela escassez de recursos naturais, pelas mudanças climáticas e pela necessidade de reduzir os impactos ambientais da agricultura, torna-se essencial buscar alternativas sustentáveis para o manejo da cultura do milho. Nesse contexto, os produtos biológicos, que são insumos à base de microrganismos ou substâncias de origem natural, têm se destacado como uma opção promissora para aumentar a produtividade e a rentabilidade das lavouras, além de promover a saúde do solo e das plantas (Lenner, 2023).

3.1. Tipos de produtos biológicos:

Os produtos biológicos podem ser classificados em diferentes categorias, de acordo com sua composição, função e modo de ação. As principais categorias são: inoculantes, biofertilizantes, bioestimulantes e agentes de biocontrole.

Os inoculantes são produtos que contêm microrganismos vivos, geralmente bactérias ou fungos, que estabelecem uma relação de simbiose ou de associação com as plantas, beneficiando seu crescimento e desenvolvimento. Os inoculantes mais conhecidos são os que promovem a fixação biológica de nitrogênio (FBN), que é o processo pelo qual algumas bactérias conseguem captar o nitrogênio atmosférico e transformá-lo em formas assimiláveis pelas plantas, reduzindo ou eliminando a necessidade de adubação nitrogenada. Outros inoculantes podem atuar na solubilização de fósforo, na produção de hormônios vegetais, na indução de resistência sistêmica, no controle de patógenos, entre outros mecanismos (Florencio et al., 2022).

Os biofertilizantes são produtos que contêm substâncias orgânicas ou minerais, de origem animal, vegetal ou microbiana, que fornecem nutrientes essenciais para as plantas, melhorando sua nutrição e produtividade. Os biofertilizantes podem ser obtidos a partir de processos de compostagem, de fermentação, de extração, de hidrólise, entre outros. Alguns exemplos de biofertilizantes são: o composto orgânico, o biochar, o extrato de algas, o ácido húmico, o ácido fúlvico, entre outros (Florencio et al., 2022).

Os bioestimulantes são produtos que contêm substâncias orgânicas ou inorgânicas, de origem natural ou sintética, que atuam na fisiologia das plantas, estimulando processos como a fotossíntese, a respiração, a divisão celular, a síntese de proteínas, a absorção de água e nutrientes, entre outros. Os bioestimulantes podem melhorar a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos, aumentando sua qualidade e produtividade. Alguns exemplos de bioestimulantes são: os aminoácidos, os microrganismos, os peptídeos, os ácidos orgânicos, os extratos vegetais, os reguladores de crescimento, os silicatos, entre outros (Dos Santos et al., 2013)

Os agentes de biocontrole são produtos que contêm microrganismos, insetos, ácaros, nematoides ou substâncias de origem natural, que atuam no controle de pragas e doenças das plantas, reduzindo ou eliminando a necessidade de uso de agrotóxicos. Os agentes de biocontrole podem atuar por meio de diferentes mecanismos, como a competição, a antibiose, a predação, o parasitismo, a indução de resistência, entre outros. Alguns exemplos de agentes de biocontrole são: o *Bacillus thuringiensis*, o *Trichoderma spp.*, o *Beauveria bassiana*, o *Metarhizium anisopliae*, o *Trichogramma spp.*, o *Cotesia flavipes*, entre outros (Florencio et al., 2022).

3.1.1. Mecanismos de ação:

Os produtos biológicos atuam por meio de diversos mecanismos de ação, que podem ser diretos ou indiretos, dependendo do tipo de interação que estabelecem com as plantas, os microrganismos e o solo. Os mecanismos de ação diretos são aqueles que envolvem uma relação de simbiose, de associação ou de antagonismo entre os organismos, resultando em benefícios ou prejuízos para um ou ambos os parceiros. Os mecanismos de ação indiretos são aqueles que envolvem uma alteração no ambiente, na disponibilidade de recursos ou na expressão gênica das plantas, afetando seu crescimento e desenvolvimento (Florencio et al., 2022).

Um exemplo de mecanismo de ação direto é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), que ocorre quando algumas bactérias, como as do gênero *Azospirillum*, se associam às raízes do milho e convertem o nitrogênio atmosférico em formas disponíveis para as plantas, como o amônio e o nitrato. Esse processo pode aumentar a produtividade do milho, pois o nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura. Além disso, a FBN pode reduzir ou substituir a adubação nitrogenada, diminuindo os custos de produção e os impactos ambientais (Hungria, 2010; Adesemoye et al., 2010).

Já um outro exemplo, porém de mecanismo de ação indireto é a solubilização de fósforo, que ocorre quando alguns microrganismos, como as bactérias do gênero *Bacillus*, produzem ácidos orgânicos que liberam o fósforo presente em formas insolúveis no solo, como os fosfatos de cálcio e de ferro.

Esse processo pode melhorar a nutrição e a produtividade do milho, pois o fósforo é um dos nutrientes mais limitantes para a cultura. Além disso, a solubilização de fósforo pode reduzir ou complementar a adubação fosfatada, diminuindo os custos de produção e os impactos ambientais (Beneduzi et al., 2008).

3.1.2. Efeitos na cultura do milho:

Os produtos biológicos podem causar diversos efeitos positivos na cultura do milho, dependendo do tipo, da dose, da forma, do momento e da frequência de aplicação, bem como das condições edafoclimáticas e do manejo da lavoura. Alguns dos efeitos mais relatados na literatura são: aumento da germinação, da emergência, do vigor, da altura, do número de folhas, do diâmetro do colmo, da área foliar, do índice de área foliar, da biomassa, do número de espigas, do número de grãos, do peso de grãos, do teor de proteína, do teor de óleo, da qualidade fisiológica, da qualidade sanitária, da tolerância a estresses, da eficiência no uso de água e de nutrientes, e da produtividade do milho (Araujo, 2008; Ratz et al., 2017; Luz, 2001; Spolaor et al. 2016; Freitas e Pizzinatto, 1991; De Souza Moreira et al., 2010).

3.1.3. Condições de aplicação:

As condições de aplicação dos produtos biológicos na cultura do milho devem ser adequadas para garantir a eficácia e a segurança dos mesmos, evitando perdas de viabilidade, de atividade e de compatibilidade dos organismos ou das substâncias envolvidas. Alguns dos fatores que devem ser considerados são: a qualidade e a origem dos produtos, a forma de armazenamento, o prazo de validade, a dose recomendada, o método de aplicação, o horário de aplicação, o estágio fenológico da cultura, a interação com outros insumos, o monitoramento dos efeitos, entre outros (Monnerat et al., 2018).

Os microrganismos multifuncionais vem ganhando cada vez mais espaço no mercado agrônomo e uma opção biológica promissora para melhorar a produtividade das culturas (Araujo, 2019, Fernandes et al., 2024) e diminuir o uso de fertilizantes em agroecossistemas (Adesemoye et al., 2009) é o uso de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCPs). As RPCPs são um grupo diverso de bactérias que podem ser encontradas na rizosfera, ou seja, nas superfícies das raízes e em associação com as raízes (Ahmad et al., 2008). Alguns dos gêneros mais pesquisados desse tipo de bactéria são: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Serratia*, e *Azotobacter* (Zaady et al., 1993; Rodríguez e Fraga, 1999; Araujo, 2008).

Muitas culturas, como: milho (Ratz et al., 2017), soja (Araujo e Hungria, 1999), trigo (Luz, 2001), feijão (De Araújo et al., 2012), arroz (Beneduzi et al., 2008), tomate (Freitas e Pizzinatto, 1991) e alface (De Souza Moreira et al., 2010) apresentaram relatos de crescimento promovido pelo emprego de rizobactérias nas plantas. Nesses casos, o crescimento está relacionado a fatores como: maior produção de grãos, melhor germinação em estufa e no campo, melhor aproveitamento dos nutrientes, aumento do peso seco e da altura dos cultivares, entre outros.

Quando aplicadas ao solo, em formulações simples ou combinações de inoculantes, as rizobactérias promotoras de crescimento das plantas (RPCPs) podem provocar diferentes efeitos no desenvolvimento das plantas, como, aumentar a germinação das sementes, a emergência das plântulas e favorecerem o crescimento das mesmas (Lazzaretti e Bettioli, 1997). O crescimento vegetal pode ser estimulado de várias maneiras, entre elas, fixação biológica de nitrogênio, síntese de hormônios e outras moléculas, controle biológico de patógenos e pela solubilização de nutrientes com consequente aumento da disponibilidade de fósforo e outros oligoelementos para absorção pelas plantas (Glick, 1995; Vessey, 2003; Adesemoye et al., 2010; Hungria, 2010; Canellas et al., 2015).

3.1.4. *Bacillus subtilis*:

Essas rizobactérias têm mecanismos diretos que aumentam a fixação de nitrogênio, tornam os nutrientes mais disponíveis, produzem fitohormônios e aprimoram as propriedades do solo. Além disso, *Bacillus sp.* tem um mecanismo indireto que inibe o crescimento de microrganismos nocivos às plantas. A interação positiva entre plantas e *Bacillus sp.* também favorece o aumento fisiológico de metabólitos que tornam o sistema radicular mais receptivo às condições ambientais, potencializando a captação e a utilização de nutrientes e água (Ribeiro et al., 2011). Ribeiro et al. (2011) afirmaram que *Bacillus sp.* estimulou o desenvolvimento das plantas desde a rápida germinação das sementes, emergência das plântulas até o crescimento e maturação das plantas, o que permitiu que a planta alcançasse o estágio adulto mais cedo, ficando menos tempo exposta a pragas e doenças. Junior e Moreira (2015) constataram que isolados de *Bacillus sp.* foram eficientes em promover o crescimento de soja e feijão caupi, medido pelo maior acúmulo de biomassa seca. Araujo (2008) estudou o efeito da inoculação de sementes de milho com *B. subtilis* e encontrou concentrações de fósforo significativamente maiores nas folhas das plantas inoculadas, em comparação com o tratamento controle.

3.1.5. *Serratia sp.*:

As espécies do gênero *Serratia* podem ser encontradas em diversos habitats, como água doce, salgada ou poluída, no solo e nas plantas. Quando associadas às plantas, são capazes de promover o crescimento dessas por diferentes mecanismos, como a produção de fitohormônios e sideróforos, bem como o controle de doenças. El-Esawi et al. (2020) sugerem que a inoculação de *Serratia sp.* promove potencial de fitorremediação e tolerância ao estresse causado pelos metais pesados, modulando os atributos fotossintéticos e a biossíntese dos genes relacionados aos estresses. Os autores desse estudo relataram que a utilização de *Serratia sp.* reduziu o estresse causado por metais pesados na soja, uma vez que aumentou o acúmulo de biomassa seca

de parte aérea, intensificou as trocas gasosas, aumentou a taxa de absorção de nutriente, da capacidade antioxidante e do teor de clorofila nas plantas.

3.1.6. *Serratia marcescens*:

É uma bactéria gram-negativa pertencente à família das enterobactérias. Na presença de oxigênio, ela realiza respiração aeróbia, enquanto na ausência desse gás, executa processos anaeróbios, caracterizando-se como uma bactéria anaeróbia facultativa. Esses microrganismos possuem um formato cilíndrico característico, assemelhando-se a bastonetes ou varinhas, sendo classificados como bacilos (Carvalho et al., 2010).

É uma bactéria importantíssima no que se diz respeito ao desempenho das plantas, pois dentre muitos benefícios, ela atua de uma forma que pode influenciar diretamente quanto à capacidade de solubilizar fósforo não-lábil do solo, assim como nitrogênio, ferro, fósforo e potássio. Tem um papel de colonizar endofiticamente e modificar a arquitetura do sistema radicular gerando resultados agronomicamente positivos para a planta. Atua também como um importante fixador de nitrogênio na planta, potencializando o crescimento tanto das plantas em si, como de seus componentes, como por exemplo as espigas. A *Serratia marcescens* também oferece diversos outros benefícios, dentre eles: aumento da biomassa da planta, o que contribui para o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas; controle de nematoides, o que auxilia na redução da população de nematoides prejudiciais no solo; indução de resistência a doenças foliares, pois ajuda a fortalecer as plantas contra doenças nas folhas, além de também ajudar a suprimir o desenvolvimento de pragas (De Oliveira et al., 2022)

É importante ressaltar que, devido à sua natureza patogênica, essa bactéria possui genes de avirulência, o que desativa sua capacidade de causar doenças. No entanto, neste trabalho foi fundamental seguir os protocolos de segurança ao lidar com esse microrganismo.

3.1.7. Bactérias multifuncionais:

Bactérias multifuncionais são microrganismos que desempenham diversos papéis benéficos no ambiente agrícola, contribuindo significativamente para o crescimento e a saúde das plantas. Elas operam através de diversos mecanismos, tanto diretos quanto indiretos, para promover o desenvolvimento vegetal. Algumas de suas principais funções são:

- **Fixação de Nitrogênio:** Algumas bactérias multifuncionais, como as rizobactérias, podem fixar o nitrogênio atmosférico, convertendo-o em formas utilizáveis pelas plantas, reduzindo assim a necessidade de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

- **Solubilização de Nutrientes:** Estas bactérias podem solubilizar nutrientes no solo, como fósforo e potássio, tornando-os mais disponíveis para a absorção pelas raízes das plantas.

- **Produção de Fitohormônios:** Elas produzem fitohormônios, como auxinas, citocininas e giberelinas, que regulam e promovem o crescimento das plantas, melhorando o desenvolvimento radicular e a biomassa aérea.

- **Indução de Resistência Sistêmica:** Bactérias multifuncionais podem induzir a resistência sistêmica nas plantas, preparando-as para resistir melhor a patógenos e pragas, reduzindo assim a necessidade de pesticidas químicos.

- **Degradação de Poluentes:** Algumas bactérias têm a capacidade de degradar poluentes orgânicos e compostos tóxicos no solo, contribuindo para um ambiente agrícola mais saudável e sustentável.

- **Competição e Antagonismo:** Elas competem com patógenos por espaço e nutrientes, além de produzirem substâncias antimicrobianas que inibem o crescimento de organismos nocivos.(Lugtenberg & Kamilova, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Aragoiânia-GO, as coordenadas geográficas do local de instalação são 16° 52 '49" de latitude Sul e 49° 26' 01" de longitude Oeste, com altitude de 861m, a área fica às margens da rodovia GO - 040, a 1km e 70 metros da cidade de Aragoiânia-GO e à 5km da capital goiana, com solo do local classificado como areno argiloso (CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS, 1999). Previamente a instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental a profundidade de 0,0-0,20 m para análise química de acordo com a metodologia de Raij & Quaggio (1983) cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

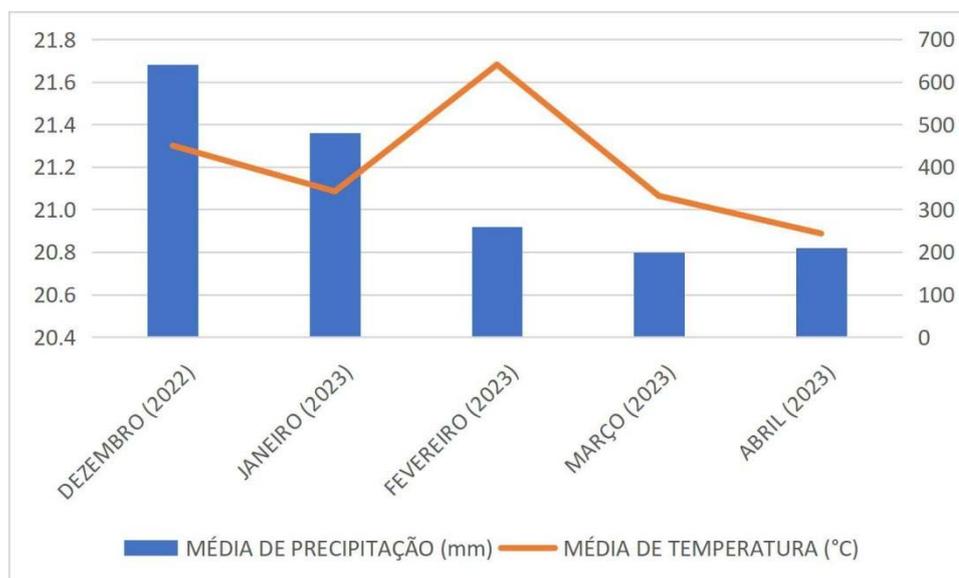
Tabela 1 – Caracterização dos atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m.

P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂			mmol _c /dm ³				(%)
8	16	5,5	3,89	31	11	17	0	62,9	73
		S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
		(mg/dm ³)							
		4	0,25	1,4	234	10	1,9		

SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; v= saturação de bases; M.O = matéria orgânica.

Os dados meteorológicos do período de condução do experimento foram obtidos junto à estação meteorológica pertencente ao local de estudo, e apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados mensais de precipitação pluvial e médias de temperaturas durante o período de condução do experimento, Goiânia-GO, 2022-2023.



A necessidade hídrica do milho varia de 400 a 700 mm a depender da duração do ciclo que pode ser de 110 a 140 dias. (Bergamaschi & Matzenauer, 2014). No experimento realizado neste estudo, a precipitação pluvial média entre todos os meses foi de 358 mm (Figura 1.) o que não atende à demanda hídrica da cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o D.I.C. (Delineamento Inteiramente Casualizado) com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos de: Testemunha (T1), e do uso de produtos biológicos à base de *Bacillus subtilis* (T2), *Serratia sp.* (T3) e *Serratia marcescens* (T4). A semeadura foi realizada no sistema convencional de cultivo, utilizando a plantadora manual AllAgri AG60 e a cultivar de milho BM 3066, a qual é uma cultivar de ciclo precoce, além de apresentar resistência a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida Glifosato, além de promover proteção para a raiz do milho contra o ataque da *Diabrotica speciosa* (larva alfinete). Durante o desenvolvimento da cultura a área experimental foi monitorada quanto às pragas, doenças e plantas daninhas.

As parcelas foram constituídas de 4 linhas com 3m de comprimento, espaçadas entre si por 0,50 m entre linhas, 0,25 m entre plantas, totalizando quatro plantas por metro e, 1,00 m entre as parcelas. Foram plantadas quatro fileiras ao longo do experimento para formação de bordadura.

Por ocasião da semeadura ter sido realizada em 19 de dezembro de 2022 realizou-se o tratamento de sementes utilizando proporcionalmente 300ml dos produtos comerciais para cada 100 quilos de sementes.

Além do tratamento de sementes, também foi realizada uma pulverização via sulco de plantio de produto biológico, aos 14 dias após a emergência das plantas, na concentração de 1 litro de produto para cada 100 litros de calda, resultando em 1 litro de produto por hectare.

Para controle de plantas daninhas foi realizada a aplicação do herbicida Glifosato no dia 5 de fevereiro de 2023 (14 dias após a emergência – DAE). Também foi realizada uma adubação nitrogenada de cobertura no estágio fenológico V4 do milho, na proporção de 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônia .

A colheita foi efetuada manualmente no dia 2 de abril de 2023 (70 dias após a emergência – DAE), antes a maturação completa em função do ataque de aves, a área útil da parcela considerando apenas as 2 fileiras centrais de cada parcela.

Para a análise dos componentes de produção foram coletadas as espigas de cerca de 20 plantas por parcela, considerando como área útil as duas linhas centrais.

As variáveis analisadas foram:

Comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileira por espiga (NFE), massa de 100 espigas (M100E), massa de mil grãos (M1000G) e produtividade (P) de milho (Kg ha⁻¹).

Para a avaliação desses componentes de produção, utilizou-se um paquímetro tanto para medir o comprimento como o diâmetro das espigas, o número de fileiras foi contado manualmente espiga por espiga, a massa de 100 espigas e a massa de mil grãos foram obtidas através da pesagem em uma balança e por fim, a produtividade foi obtida por meio de cálculo considerando os demais componentes de produção com o tamanho da área do experimento.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do experimento demonstraram diferenças no comprimento de espigas, massa de mil grãos e produtividade (Tabela 2) identificando como mais relevante no ponto de vista estatístico o resultado apresentado pelo Tratamento 4 (*Serratia marcescens*) o qual teve melhor resultado em relação aos demais tratamentos, para estas variáveis.

Tabela 2- Comprimento de espiga (CE), massa de mil grãos (M1000G) e produtividade (P) de milho submetido ao uso de rizobactérias, Aragoiânia - GO, 2022/23.

Tratamentos	Comprimento da espiga - CE (cm)	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1 - Testemunha	10,37d	325,00b	12.978b
T2 - <i>Bacillus subtilis</i>	14,02c	324,75b	13.479b
T3 - <i>Serratia sp.</i>	15,10b	326,25b	14.872a
T4 - <i>Serratia marcescens</i>	16,90a	331,25a	15.245a
F	101,69**	5,93**	30,62**
CV	3,87	0,76	2,78

**; * e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação.

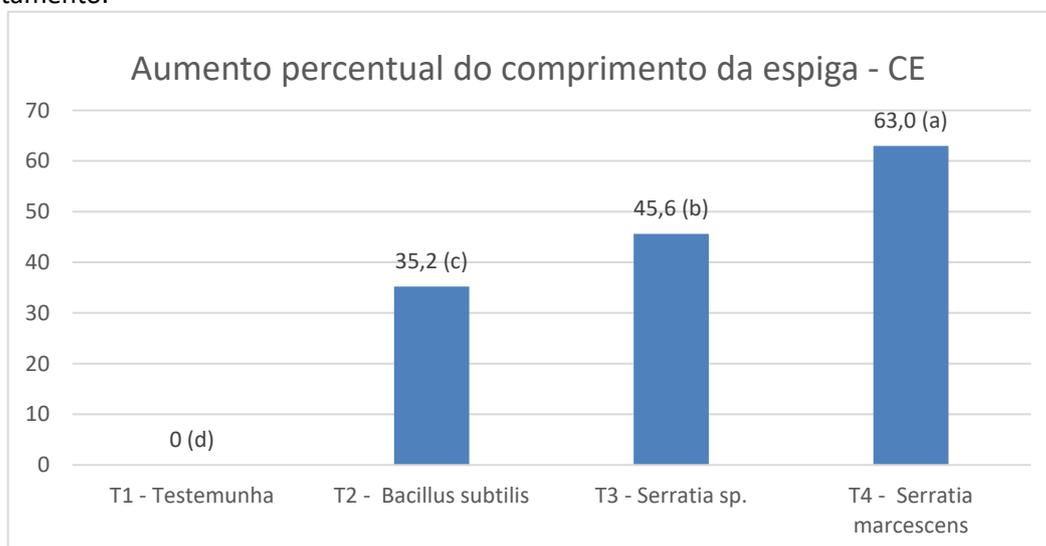
Com relação ao comprimento de espigas (Tabela 2), os resultados demonstraram que as plantas que receberam o tratamento com *Serratia marcescens* (T4), que obtiveram os maiores comprimentos possuindo a maior média (16,9 cm) diferindo significativamente de todos os outros tratamentos e apresentando um aumento de 63% de comprimento em relação a testemunha (Figura 2). Além do tratamento T4, a análise estatística também comprovou a que o tratamento com T3 (*Serratia sp.*) obteve um resultado superior ao tratamento com T2 (*Bacillus subtilis*), apresentando 1,08 cm de diferença comparando o resultado de 15,10 do T3 com o resultado de 14,02 do T2, já o tratamento testemunha foi o que apresentou a menor média com 10,37 cm.

Observou-se que quando comparados os demais tratamentos ao testemunha (T1) todos apresentaram um aumento significativo de comprimento de espigas segundo a análise estatística e quando calcula-se quanto foi esse aumento em percentual obteve-se que assim como foi informado anteriormente sobre o o incremento em 63% do T4 em relação ao T1, o T3 (*Serratia sp.*) também apresentou um aumento percentual que foi de 45,6% e o T2 (*Bacillus subtilis*) apresentou um aumento percentual de 35,2%. Provavelmente isso ocorreu devido a presença de bioestimulantes nos produtos biológicos, dos quais auxiliaram no processo de crescimento das espigas das plantas.

Esse comportamento de maior média de comprimento de espigas provavelmente se deve ao fato de que a associação milho com *Serratia marcescens* promove uma maior fixação de nitrogênio que é um macronutriente capaz de influenciar diretamente no comprimento tanto da planta em si como também das espigas.

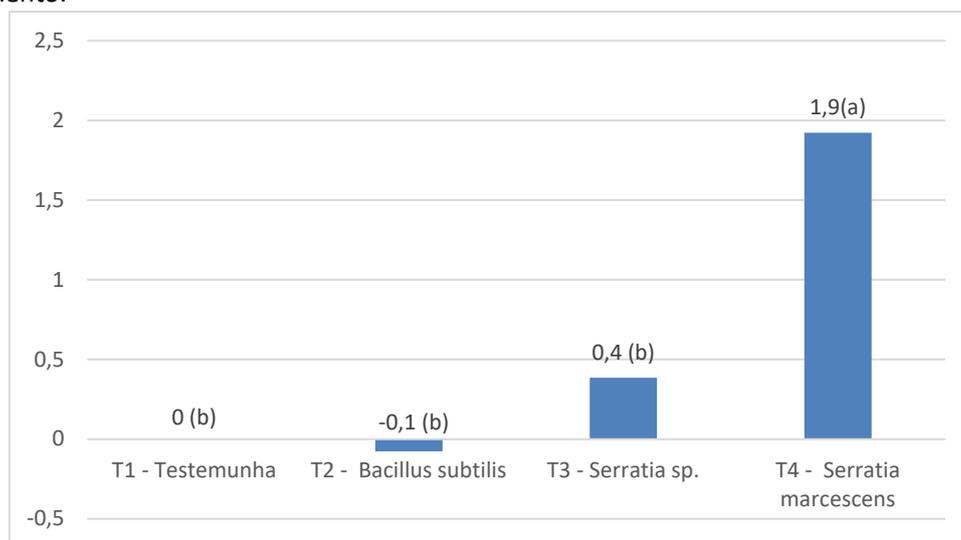
Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al.(2021), que testaram efeito de rizobactérias no milho. Os autores encontraram que o uso de *Azospirillum brasilense*, que assim como a *Serratia marcescens* é uma rizobactéria de grande relevância na agricultura, promoveu maiores médias de comprimento de espiga alcançando 17,27 cm quando empregada juntamente com a máxima dosagem de nitrogênio recomendada que foi o caso do experimento do autor.

FIGURA 2 - Percentual de aumento do comprimento de espiga (CE) de acordo com cada tratamento.



Ao que se refere a massa de mil grãos, houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que a maior média foi de 331,25g, obtida no tratamento *Serratia marcescens* (T4). Porém mesmo diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, a maior diferença numérica que foi entre o T4 (*Serratia marcescens*) e o T2 (*Bacillus subtilis*), apresentando 6,5 g de diferença o que permite inferir que, em relação a massa de mil grãos pode-se optar por não adotar o tratamento com *Bacillus subtilis*, levando em consideração que o tratamento testemunha obteve um valor numérico maior. Dessa forma pode-se observar o aumento percentual de cada tratamento em relação à testemunha (T1) exceto o tratamento com *Bacillus subtilis* (T2) que foi o único que apresentou um decréscimo percentual conforme pode-se observar na Figura 3.

FIGURA 3 - Percentual de aumento da massa de mil grãos (M1000G) de acordo com cada tratamento.



Segundo estudo realizado por De Oliveira et al. (2022) os resultados utilizando a *Serratia marcescens* também foram produtivos na cultura do arroz, promovendo um aumento no crescimento das plantas, gerando a solubilização de fósforo não-lábil. No caso do milho não é muito diferente, pois a planta recebe benefícios como o aumento de crescimento de seus componentes.

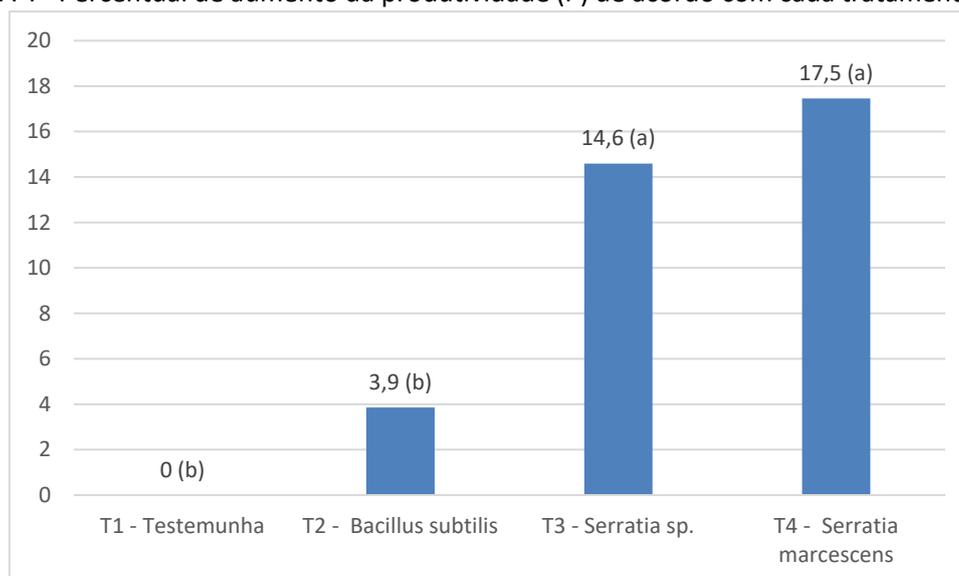
Diferentes resultados foram encontrados por Araújo et al. (2015) que testaram efeito de rizobactérias no milho. Nesse trabalho, os autores não verificaram efeito para a variável massa de mil grãos com a inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* associada à adubação nitrogenada em cobertura.

Em relação à variável produtividade, nota-se que dois tratamentos se destacaram, tendo a mesma relevância no ponto de vista estatístico, mesmo o tratamento T4 (*Serratia marcescens*) tendo um valor numérico de 15.245 kg ha⁻¹ (15,2 toneladas por hectare) que é superior aos 14.872 kg ha⁻¹ (14,9 toneladas por hectare) do T3 (*Serratia sp.*), já os resultados que diferiram estatisticamente do T4 e do T3, porém tiveram efeito significativo do ponto de vista estatístico foram os 13.479,77 (13,5 toneladas por hectare) kg ha⁻¹ referente ao T2 (*Bacillus subtilis*) e os 12.978,92 kg ha⁻¹ (13 toneladas por hectare) do T1(testemunha).

Como é possível observar na Figura 4, todos os tratamentos foram relevantes se comparados com o testemunha, o T2 teve um aumento percentual de 3,9%, o T3 obteve um aumento de 14,6% e por último e também mais relevante o T4 garantiu um aumento de 17,5% na produtividade do milho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Passos et al. (2023) que testaram o efeito de rizobactérias na produção de milho para silagem. O autor obteve 71.250 kg/ha de produtividade de silagem oriundos do tratamento de milho com *Serratia marcescens*, constatando um aumento percentual em relação a testemunha que foi equivalente a 7,95%.

FIGURA 4 - Percentual de aumento da produtividade (P) de acordo com cada tratamento.



Na tabela 3, pode-se verificar as médias de massa de 100 espigas, a qual não houve diferenças estatísticas significativas, porém seus resultados mostraram diferentes valores numéricos, a maior média de massa de 100 espigas foi de 147,07g para o tratamento com inoculação de *Serratia sp.* e a menor média foi obtida pela testemunha com 121,77g.

Tabela 3- Massa de 100 espigas (M100E), diâmetro de espiga (DE) e número de fileira por espiga (NFE) de milho submetido à inoculação das sementes com rizobactérias, Aragoiânia - GO, 2022/23.

Tratamentos	Massa de 100 espigas -M100E (g)	Diâmetro de espiga - DE (cm)	Número de fileiras por espiga - NFE
T1 - Testemunha	121,77a	4,37a	12a
T2 - <i>Bacillus subtilis</i>	143,85a	4,65a	14a
T3 - <i>Serratia sp.</i>	147,07a	4,65a	13a
T4 - <i>Serratia marcescens</i>	137,40a	4,47a	14a
F	1,58 ^{ns}	2,65 ^{ns}	3,66 ^{ns}
CV	12,99	3,68	7,84

**; * e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação.

O diâmetro de espigas também não apresentou diferenças estatísticas, mas o T2 e T3 foram os tratamentos que apresentaram os maiores valores numéricos, sendo ambos 4,65 cm, em seguida o T4 com 4,47 cm e por último o T1 com 4,37 cm.

O número de fileiras não obteve diferença estatística, assim como as outras duas últimas variáveis, mas os maiores valores foram do T4 e do T2 resultando em uma média de 14 fileiras por espiga, sendo que o segundo maior valor numérico foi o do T3 sendo de 13 fileiras por espiga e em último lugar no que se diz respeito a maior média do número de fileiras por espigas ficou o T1 com 12 de média.

6. CONCLUSÃO

A inoculação das sementes do milho (BM 3066) com *Serratia marcescens* foi a que apontou o melhor desempenho agrônômico, se comparada aos demais tratamentos que foram realizados nesse trabalho. Os resultados permitem concluir que o tratamento do milho com a *S. marcescens* apresentou aumentos significativos do ponto de vista estatístico quando comparados a testemunha no que diz respeito ao comprimento de espiga (63%), massa de mil grãos (1,9%) e produtividade (17,5%), esse aumento de produtividade está diretamente relacionado ao aumento significativo do comprimento de espiga promovido pelo tratamento com essa bactéria multifuncional na cultura do milho, além de ter se mantido no mesmo nível que os demais tratamentos quando as variáveis analisadas foram diâmetro de espiga, número de fileira por espiga e massa de cem espigas.

Portanto, pode-se concluir que os efeitos do uso de bactérias multifuncionais evidenciou que a *Serratia marcescens*, é uma alternativa interessante para o produtor agrícola que busca reduzir custos com insumos químicos, incluindo os fertilizantes.

REFERÊNCIAS

ADESEMOYE, A. O.; TORBERT, H. A. ; KLOEPPER, J. W. Aumento da absorção de nitrogênio pelas plantas a partir de fertilizantes empobrecidos em 15N usando rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. **Ecologia Aplicada do Solo**, v. 46, n. 1, pág. 54-58, 2010.

ADESEMOYE, A. O.; TORBERT, H. A.; KLOEPPER, J. W. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas permitem taxas reduzidas de aplicação de fertilizantes químicos. **Ecologia microbiana**, v. 58, p. 921-929, 2009.

AHMAD, F.; AHMAD, I; KHAN, M. S. Triagem de bactérias rizosféricas de vida livre para suas múltiplas atividades de promoção do crescimento de plantas. **Pesquisa microbiológica** , v. 163, n. 2, pág. 173-181, 2008.

ARAÚJO, E. O.; MERCANTE, F. M.; VITORINO, A. C. T. Effect of nitrogen fertilization associated with inoculation of *Azospirillum brasilense* and *Herbaspirillum seropedicae* on corn. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 10, n. 3, p. 137-145, 2015.

ARAUJO, F.F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulada com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 2, pág. 456-462, 2008.

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/*Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 34, p. 1633-1643, 1999.

ARAUJO, V. S. **Microrganismos potenciais e incremento de biomassa em grama esmeralda** (*Zoysia japonica* Steud.). 2019. Tese de Doutorado. UFRA.

BENEDUZI, A.; PERES, D.; VARGAS, L. K.; BODANESE-ZANETTINI, M. H.; PASSAGLIA, L. M. P. Avaliação da diversidade genética e atividades promotoras de crescimento vegetal de bacilos fixadores de nitrogênio isolados de arrozais no Sul do Brasil. **Ecologia Aplicada do Solo**, v. 39, n. 3, pág. 311-320, 2008.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, v. 84, p. 85, 2014.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A. MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Ácidos húmicos e fúlvicos como bioestimulantes na horticultura. **Scientia horticultrae**, v. 15-27, 2015.

CÁRDENAS PALACIOS, Jhayr. Efectos de enmiendas orgánicas y bioestimulantes en los componentes de rendimiento forrajero de cebada dística (*Hordeum distichum* L.) en siembra tardía. 2022.

CARVALHO, R. G. C.; CARNEIRO, I. C. R. S.; PINHEIRO, M. S. PINHEIRO, S. C.; AZEVEDO, P. S. R.; SANTOS, S. D. COSTA, A. R. F.; RAMOS, F. L. P.; LIMA, K. V. B. Caracterização fenotípica e genotípica de *Serratia marcescens* provenientes de Unidade Neonatal de Referência em Belém, Pará, Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v. 1, n. 1, p. 101-106, mar. 2010.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS (BRAZIL). Sistema brasileiro de classificação de solos. Serviço de Produção de Informação, 1999.

Conab - **Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas#:~:text=A%20safra%20de%20gr%C3%A3os%20no>>, Acesso em: 2024.

CHAMANGASHT, S.; O efeito das rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR) na germinação, crescimento e produtividade do milho. **Revista Africana de Biotecnologia**, v. 124, pág. 14792-14799, 2012.

DE ARAÚLO, F. F.; DE ARAÚJO, A. S. F.; DE SOUZA, M. R. Inoculação do feijão-caupi com rizobactérias promotoras de crescimento e desempenho na produção de biomassa. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v. 17, n. 1, p. 53-58, 2012.

DE OLIVEIRA, R. S.; LANNA, A. C.; DE FILIPPI, M. C. C. Potencial de *Serratia marcescens* na colonização endofítica, solubilização de fósforo e arquitetura do sistema radicular de plantas de arroz. 2022.

DOS SANTOS, V. M.; DE MELO, A. V., CARDOSO, D. P., GONÇALVES, A. H., VARANDA, M. A. F., & TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 307-318, 2013.

EL-ESAWI, M. A.; ELKELISH, A.; SOLIMAN, M.; ELANSARY, H. O.; ZAID, A.; WANI, S. H. *Serratia marcescens* BM1 aumenta a tolerância ao estresse do cádmio e o potencial de fitorremediação da soja por meio da modulação de osmólitos, trocas gasosas foliares, maquinaria antioxidante e expressão de genes responsivos ao estresse. **Antioxidantes**, v. 9, n. 1, pág. 43, 2020.

Estatística de Produção - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/estatistica-de-producao#:~:text=O%20milho%20%C3%A9%20cultivado%20em>>, 2021.

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). 2022. **Uso de biofertilizantes na soja brasileira é destaque em publicação científica.** Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/uso-de-biofertilizantes-na-soja-brasileira-e-destaque-em-publicacao-cientifica/39156/>. Acesso em 22 jun. de 2024.

FERNANDES, J. P. T. Microrganismos promotores de crescimento de plantas-Trichoderma e Azospirillum: otimizando a cultura do milho em sistemas integrados de produção agropecuária. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 2, p. e5090-e5090, 2024.

FLORENCIO, C.; BORTOLETTO-SANTOS, R.; FAVARO, C. P.; BRONDI, M. G.; VELLOSO, C. C.; KLAIC, R.; MATTOSO, L. H. Avanços na produção e formulação de inoculantes microbianos visando uma agricultura mais sustentável. **Química Nova**, v. 45, p. 1133-1145, 2022.

FREITAS, S. S.; PIZZINATTO, M. A. Efeito de rizobactérias na germinação e crescimento de plântulas de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 1, pág. 89-94, 1991.

GLICK, Bernard R. O aumento do crescimento das plantas por bactérias de vida livre. **Revista Canadense de Microbiologia**, v. 2, pág. 109-117, 1995.

DE SOUZA MOREIRA, F. M.; DA SILVA, K., NÓBREGA, R. S. A., & DE CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74-74, 2010.

HUNGRIA, M. A inoculação com cepas selecionadas de *Azospirillum brasilense* e *A. lipoferum* melhora a produtividade de milho e trigo no Brasil. **Planta e solo**, v. 331, pág. 413-425, 2010.

JÚNIOR, Braga; MOREIRA, Gaspar. **Eficiência de *Bacillus subtilis* no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, L. S.; PENNA, L. B. Variação da produção estadual de milho no Brasil entre 2000 e 2009. 2011.

LAZZARETTI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado à base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agricola**, v. 54, p. 89-96, 1997.

LUGTENBERG, B. J. J.; KAMILOVA, F. "Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria." **Annual Review of Microbiology**, 2009.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 9, p. 1-49, 2001.

MONNERAT, R.; PRAÇA, L. B.; DA SILVA, E. S.; MONTALVÃO, S. C. L.; MARTINS, E. S.; SOARES, C. M. S.; QUEIROZ, P. R. **Produção e controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Bacillus thuringiensis* para uso na agricultura**. 2018.

MONTEIRO, J. E. B. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

NUNES, L. R. **A produção de milho em Goiás**. Disponível em: <<https://www.fgi.edu.br/post/a-producao-de-milho-em-goias>>, 2020. Acesso em: 21 maio. 2024.

OLIVEIRA, A. L. M. Microrganismos benéficos às plantas: aspectos morfológicos, bioquímicos e moleculares. In: MAHESHWARI, DK (Ed.). **Crescimento das plantas e bactérias promotoras da saúde**. Berlim: Springer, 2015. p. 445-486.

PASSOS, Hygor Neves Berquó De et al. Influência de três bioprodutos em parâmetros agrônômicos de cultivar de milho para silagem. 2023.

PENNACCHI J. P. **Defensivos químicos e biológicos: tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <<https://agroreceita.com.br/defensivos-quimicos-e-biologicos/>>. Acesso em: 21 maio. 2024.

RAIJ, B. V; QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. Campinas: **Instituto Agrônomo**, 1983. 31 p. (IAC. Boletim técnico, 81).

RATZ, R. J.; PALÁCIO, S. M.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R., Vicentino, R. C.; Michelim, H. J.; Richter, L. M. **Potencial biotecnológico de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas no cultivo de milho e soja**. Engevista, v. 19, n. 4, p. 890-905, 2017.

RELATÓRIO AGROECONÔMICO DO CENTRO-OESTE 4o trimestre de 2022.

[s.l: s.n.]. Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/sites/default/files/boletimcasapdf/Relatorio%20Alian%C3%A7a_4_tri_22.pdf>, 2022. Acesso em: 21 maio. 2024.

RIBEIRO, R. D.; SEI, F .B.; LEITE, M .S .P. Bacillus subtilis: agente de controle biológico e promotor de crescimento em plantas. *Jornal Dia de Campo*, 2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24104&secao=Agrotemas>>. Acesso em: 21 maio. 2024.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Bactérias solubilizadoras de fosfato e seu papel na promoção do crescimento das plantas. *Avanços da biotecnologia* , v. 4-5, pág. 319-339, 1999.

SILVA, D. C. Avaliação da adubação nitrogenada associada à inoculação com bactérias *Azospirillum brasilense* na cultura do milho Evaluation of the nitrogen fertilization associated with the inoculation with bacteria *Azospirillum brasilense* in maize. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 99862-99881, 2021.

SPOLAOR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, O. J. A. P. D.; OLIVEIRA, A. L. M. D.; SCAPIM, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; KUKI, M. C. Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca. **Bragantia**, v. 75, p. 33-40, 2016.

VESSEY, J. K. Crescimento de plantas promovendo rizobactérias como biofertilizantes. **Planta e solo** , v. 255, pág. 571-586, 2003.

ZAADY, E.; PEREVOLOTSKY, A.; OKON, Y. Promoção do crescimento vegetal por inóculo com suspensões unicelulares e agregadas de *Azospirillum brasilense* Cd. **Biologia e Bioquímica do Solo** , v. 25, n. 7, pág. 819-823, 1993.