



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

PÂMELA MONIQUE VALÕES DA CRUZ

**USO DO *Trichoderma harzianum* COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) NO CARIRI PARAIBANO**

**SUMÉ - PB
2023**

PÂMELA MONIQUE VALÕES DA CRUZ

**USO DO *Trichoderma harzianum* COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) NO CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

**SUMÉ - PB
2023**



C957u Cruz, Pâmela Monique Valões da.

Uso do *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento na cultura do milho (*Zea mays*) no Cariri Paraibano. / Pâmela Monique Valões da Cruz. - 2023.

38 f.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Milho *Zea mays*. 2. Cultura do milho 3. Cariri Paraibano - cultura do milho. 4. *Trichoderma harzianum*. 5. Fungicida. 6. Análise de variância. 7. Semente de milho - qualidade sanitária. I. Medeiros, José George Ferreira. II. Título.

CDU: 633.1(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

PÂMELA MONIQUE VALÕES DA CRUZ

**USO DO *Trichoderma harzianum* COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO
NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) NO CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.
Orientador – UATEC/CDSA/UFCG**

**Professora Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho.
Examinadora Externa – CPCE/UFPI**

**Professora Dra. Carina Seixas Maia Dornelas.
Examinadora Interna I – UATEC/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Júnior.
Examinador Interno II – UATEC/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 20 de junho de 2023.

SUMÉ - PB

*Dedico ao meu pai Perikles Luis, que
partiu de uma maneira inesperada durante
minha graduação. Sinto saudades de conversar
com você!*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria Valcilene que jamais deixou de lutar para que esta conquista fosse alcançada, e a minha irmã Raycca Vitória que amo incondicionalmente.

Ao meu pai Perikles Luis que sempre me incentivou e acreditou em mim e me deu total suporte na busca dos meus objetivos.

Ao meu orientador, Prof^o Dr. José George Ferreira Medeiros, pela oportunidade de poder integrar a equipe de alunos do LAFISA (Lab. de Fitossanidade do Semiárido-CDSA/UFCG), pela amizade, paciência e ensinamentos desde o início das atividades no laboratório.

Aos colegas do LAFISA pelos momentos de trabalho, descontração e ajuda nos experimentos.

Aos meus amigos, Brendo Jr, Danilo Geovanny, Maria Lívia, Verônica Thaís, Maria das Graças, Ana Carolina, Lisyane Andressa, Milena Freitas, Heloisa Dantas, Vanessa Íris, Jarlean Lopes, Levi Wallace, José Walber, Diego Gomes e Armando Henrique pelo apoio, sorrisos e por me incentivar a nunca desistir.

Em especial, quero agradecer a Tainá Eponina, Osmar Antônio e José Hugo por me darem todo o suporte durante o período de implantação e coleta de dados da monografia.

À Eponina, mãe de Tainá, mas que no meu coração também se tornou um pouco minha mãe, por todo carinho, dedicação e paciência comigo, eu agradeço.

Minha Tia Ninha, meus primos Cássia e Tony no qual tenho muita consideração, espero que saibam o quando o carinho de vocês comigo me tornaram uma pessoa melhor.

Minha professora Marilúcia Lopes Moura, do 1^o ano até o 5^o ano do fundamental I, na qual sempre me recordo com carinho, agradeço.

À todo corpo docente do CDSA, que compartilharam os seus conhecimentos e ampliaram o meu aprendizado em diferentes áreas, a todos o meu muito obrigado.

Aos funcionários do CDSA, pelos excelentes serviços prestados e atitudes de companheirismo.

Em especial a Durval, Edilson e Paulinho, agradeço.

À Deus pela dádiva da vida e por ter me mantido firme até aqui, com a cabeça no lugar e pés no chão.

RESUMO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas mais importantes do mundo, produzindo anualmente bilhões de toneladas. No Brasil, o milho é uma cultura estratégica para a economia, sendo a segunda com maior número de área plantada no país, tornando-o terceiro maior produtor dessa cultura em todo mundo. Então o desenvolvimento da cultura na região Nordeste vem aumentando significativamente nos últimos anos, principalmente por meio da elaboração e aplicação de novos insumos e máquinas na agricultura moderna. O objetivo desse trabalho foi avaliar o uso de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*, no desenvolvimento de milho no Cariri Paraibano. A semeadura da cultura foi realizada de forma manual, após o preparo da área do experimento. Durante o estágio vegetativo da cultura foi realizado três avaliações da fase de crescimento da cultura até o início da fase reprodução. Foram avaliadas 5 plantas de cada parcela dos tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200ml) sendo um total de 100 plantas avaliadas. O delineamento experimental utilizado no experimento foi o bloco casualizado (DBC). Os dados foram submetidos a análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com significância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Os resultados obtidos mostraram um índice de 95% de germinação no tratamento de 200ml, para a altura da planta as doses de 100 e 200 ml tiveram ambas uma média de 1,60m, as variáveis de diâmetro do caule, número de folhas e área foliar mostraram o tratamento de 100ml.

Palavras-chave: avaliação vegetativa, caatinga, Cariri Paraibano, milho, *Trichoderma harzianum*.

CRUZ, P.M.V. **Utilization of *trichoderma harzianum* as a promoter of development of maze (*zea mays*) culture in the Cariri Paraibano.** Sumé-PB, 2023. 37p. Monografia (Graduação em Engenharia de Biosistemas) - Universidade Federal de Campina Grande.

ABSTRACT

Maze (*Zea mays*) is one of the most important cultures in the world, producing a billion of tons every year. In Brazil, the maze is an strategic culture to the economy, being the second most cultivated area in the country, and in that way, Brazil is the third biggest produtor of maze in the world. The development of this culture in the Northeast region have been meaningly increasing in the last years due to elaboration and applications of new inputs and machines in the modern agriculture. The objective of this research was to evaluate the application of different doses of *Trichoderma harzianum* on the develepment of maze at the Cariri Paraibano. The sowing of the culture were made manually, after the preparation of the area of experimentation. During the vegetative state of the maze, three evaluations were made in the vegetative growth to the beggining of the reproductive state. Were evaluated 5 plants to each trial plots of the treatments (0, 50, 100, 150 and 200ml), finishing with the total amount of 100 evaluated plants. The experimental design utilized was the randomized block design (RBD). After the data analysis of variance, was made the regression analysis with significance by the F test ($p \leq 0,05$). The obtained results showed an index of 95% of germination at the 200ml application, to the plant height, both doses of 100 and 200 ml had an average of 1,60 m, the stem diameters variables, numbers of leaves and leaf area showed that the 100ml treatment was the most.

Key words: vegetative evaluation, caatinga, Cariri Paraibano, maze, *Trichoderma harzianum*

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Parâmetros físicos e de fertilidade do solo da área experimental..... **22**
- Tabela 2** - A tabela abaixo apresenta dados de parâmetros físicos e químicos obtidos através da análise de qualidade da água..... **23**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Nesta figura, apresenta-se um mapa mostrando a área de estudo localizada no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA, situado na região do cariri ocidental no município de Sumé, Estado da Paraíba, Brasil..... **20**
- Figura 2** - Croqui do delineamento experimental, localizado na área de estudo do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA, situado na região do cariri ocidental no município de Sumé, Estado da Paraíba, Brasil. **21**
- Figura 3** - Emergência de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*..... **26**
- Figura 4** - Altura de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*..... **27**
- Figura 5** - Diâmetro do caule de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*..... **28**
- Figura 6** - Número de folhas de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*..... **29**
- Figura 7** - Área foliar de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*..... **30**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1	ASPECTOS BOTÂNICOS DO MILHO.....	13
3.2	ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA.....	14
3.3	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E DA PRODUÇÃO DO MILHO.....	15
3.4	ASPECTO DA QUALIDADE DA PRODUÇÃO DO MILHO.....	17
3.5	QUALIDADE DA SEMENTE.....	17
3.5.1	Qualidade sanitária da semente.....	18
3.5.2	Qualidade fisiológica da semente.....	18
3.6	ASPECTOS GERAIS DE <i>TRICHODERMA</i> SPP.....	19
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	20
4.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E DE FERTILIDADE DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
4.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.....	22
4.4	CORREÇÃO DO SOLO.....	23
4.5	SEMEADURA E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i>	24
4.6	AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS.....	24
4.7	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas mais importantes do mundo, com uma produção global que ultrapassou 1 bilhão de toneladas em 2020 (FAOSTAT, 2021). No Brasil, o milho é uma cultura estratégica para a economia, com uma produção de mais de 100 milhões de toneladas em 2020 (CONAB, 2021).

A cultura do milho é a segunda mais importante em termos de área plantada no Brasil, com cerca de 18 milhões de hectares plantados na safra 2020/2021. O país é o terceiro maior produtor mundial de milho, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Além de ser um importante produto de exportação, o milho é uma das principais fontes de alimentação do gado brasileiro. O país é o segundo maior produtor mundial de carne bovina e um dos maiores produtores de carne de frango e suína, animais que dependem em grande parte do milho para alimentação. O milho é, portanto, uma cultura de importância econômica para o Brasil, tanto para o mercado interno quanto para a exportação (CONAB, 2021).

O aumento da produção de milho no Brasil está relacionado a diversos fatores, como aumento da área plantada, uso de técnicas agrícolas avançadas, melhorias na infraestrutura e logística e políticas públicas voltadas para o setor. O Brasil em 2021 produziu cerca de 111,5 milhões de toneladas de milho, sendo o segundo maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (IBGE, 2021).

A região nordeste do Brasil possui características climáticas diferenciadas, variando de um clima desde tropicais úmidos, na costa oriental, a tropicais semiáridos. Nesse sentido, a complexa geografia climática regional representa desafios para o planejamento territorial, pois a disponibilidade e diversidade de recursos naturais estão estreitamente vinculadas às tipologias climáticas. Essas mudanças afetaram a produção agrícola e a disponibilidade de água na região (WANDERLEY, 2020).

A cultura do milho no Nordeste brasileiro tem se desenvolvido significativamente nos últimos anos. Segundo dados da CONAB, na safra 2022/23, a região Nordeste do Brasil deverá produzir 9,8 milhões de toneladas de milho, representando um aumento de 13,1% em relação à safra anterior (CONAB, 2022).

Esse aumento na produção do milho no Nordeste pode ser atribuído a transformação na base técnica da produção de milho. Anteriormente cultivada de forma tradicional, esta cultura passa a seguir o receituário do pacote tecnológico da agricultura moderna: mecanização intensiva em todas as fases da lavoura, uso de agroquímicos (fertilizantes de alta solubilidade,

defensivos biológicos e agrotóxicos) e uso de cultivares de alto desempenho (OLIVEIRA, 2011).

A utilização de agentes de controle biológico tem se mostrado uma alternativa promissora para o manejo de doenças nas culturas agrícolas, incluindo o milho. Entre os agentes biológicos utilizados para esse fim, destacam-se os fungos do gênero *Trichoderma* spp. Esses fungos são conhecidos por sua capacidade de promover o crescimento das plantas e de controlar patógenos do solo, por meio de diferentes controles de ação (HARMAN *et al.*, 2004).

Os fungos do gênero *Trichoderma* também merecem destaque, pois estes têm capacidade de aumentar a resistência das plantas a estresses abióticos e bióticos, solubilizar nutrientes, produzir fitohormônios e elevar o crescimento e a produtividade das culturas (HARMAN *et al.*, 2004), logo, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum* como fator de crescimento no desenvolvimento do milho no Cariri Paraibano.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays*) cultivadas no Cariri Paraibano, utilizando diferentes doses de *Trichoderma harzianum*.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Analisar o desempenho vegetativo do milho;
- Definir a melhor dose de *Trichoderma harzianum* para produção econômica de milho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ASPECTOS BOTÂNICOS DO MILHO

O milho pertence à divisão Anthophyta, classe Monocotiledônea, ordem Poales, família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Maydeae, gênero *Zea*, espécie *mays* (PINHO et al., 2015). As plantas contêm inflorescências diferentes, assim possuem órgãos femininos e masculinos, com estrutura floral monóica. A reprodução da planta ocorre por meio de polinização cruzada, suas características tanto vegetativas quanto reprodutivas podem ser alteradas mediante a interação com fatores ambientais, sendo capazes de variar em função da temperatura, disponibilidade de luz, água e incidência de vento (MAGALHÃES et al., 2002).

O milho é uma gramínea de ciclo anual e possui características que apresentam crescimento cespitoso, porte alto, colmo ereto, de consistência herbácea, e contém nós e entrenós (INÔ, 2021). Pertencente a espécie das monocotiledôneas, o milho possui pendão ou inflorescência masculina situado no ápice da planta, no qual a espiga ou inflorescência feminina está situada na parte média da planta. O milho se reproduz por meio de polinização cruzada, onde acontece grande interação genética entre as plantas, contribuindo assim para uma grande variedade genética de indivíduos. Novas cultivares são criadas por meio do material genético de duas ou mais plantas, por intermédio da proximidade das variáveis e do vento onde acontece o cruzamento natural, dificultando assim a criação de uma cultivar específica para determinados fins no qual o pesquisador quer obter (TAIZ et al., 2017).

A planta possui folhas alternadas, lanceoladas, lisas e com serosidade, posicionadas quase horizontalmente ou verticalmente em relação ao colmo. Composta por bainha e lâmina ou limbo foliar. Possui raiz fasciculada, primária, secundária e adventícia. Na planta adulta, aproximadamente 75% das raízes posicionam-se na camada superficial do solo (0,20 cm) (PINHO et al., 2015).

O sabugo é composto por tecidos de células parenquimáticas e são envoltos por uma camada fibrosa e resistente formada por feixes vasculares. O sabugo é capaz de armazenar nutrientes e também é responsável pelo transporte destes nutrientes para o desenvolvimento e enchimento dos grãos. Além destas estruturas, cada fruto se liga ao sabugo por uma estrutura chamada pedicelo (GARCIALARA et al., 2019).

As sementes são formadas essencialmente por amido (72%), proteínas (8 a 10%), fibras (10%) e óleo (5%) (PAES, 2006). O milho é classificado como cariopse sendo formado

por pericarpo, endosperma e embrião. Se houver condições climáticas favoráveis, a germinação da semente pode ocorrer entre cinco ou seis dias (BARROS et al., 2014).

Fazendo parte do grupo de plantas fotossintéticas C4, o milho tem capacidade de se desenvolver em ambientes variados, assim favorecendo o cultivo em ambientes diversificados em todo território brasileiro, logo, as fases vegetativa e reprodutiva, por meio de interações com fatores ambientais, podem influenciar o controle morfológico no seu desenvolvimento (OLIGINI et al., 2019), visto que, quando avaliado sob a ótica fisiológica é tido como uma cultivar eficiente, além da alta capacidade produtiva, sendo o cereal de maior capacidade produtiva de grãos, o milho é uma cultivar que se mostra sensível a condições ambientais, principalmente ao estresse hídrico (BENGALA, 2019).

3.2 ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

As fases de crescimento das plantas de milho são divididas em vegetativo (V1 a VT) e reprodutivo (R1 a R6), correspondendo a escala reconhecida internacionalmente. A importância do reconhecimento da planta em vários estágios é relevante para o clima, pois a luminosidade, temperatura e pluviosidade se alteram de acordo com cada ano agrícola. A aparência de cada estágio dependerá do ambiente e é correto planejar quaisquer medidas de gerenciamento de acordo com os seguintes níveis de desenvolvimento (número ou estágios de folhas formadas) (CRUZ et. al., 2011).

Com o elevado potencial produtivo, o milho expõe acentuada sensibilidade a estresses durante o seu desenvolvimento, como por exemplo, a temperatura, sendo mais sensível durante a fase do plantio até a emergência, durante a fase de antese e no período de enchimento dos grãos. Já a fase reprodutiva iniciasse no pendoamento (VT), onde irá iniciar o processo de polinização seguindo até o estágio final (R6) (GARCIA-LARA e SERNASALDIVAR, 2019).

É no estágio V5 que todos os primórdios de folhas e espigas já se formaram e um pendão microscópico já se existe no ápice do caule, que ainda permanece debaixo ou ao nível do solo. Este estágio é crítico, pois todo o potencial de rendimento pode ser afetado caso a lavoura sofra algum estresse. Na fase V9, muitos primórdios de espigas já são visíveis por dissecação, em cada nó acima do solo, exceto nos 6 a 8 nós abaixo do pendão (BERGAMASCHI et al., 2014).

O período de pendoamento e desenvolvimento da espiga acontece nos períodos (VT – R1) em que o potencial de grão é fixado. É nesta fase que a planta não pode sofrer com déficit

hídrico, pois é nesse período que a planta passa por altas taxas de metabolismo. No estágio R2 ao R6 que ocorre o processo de enchimento dos grãos, sendo a principal fase da cultura, é neste período que também é definido o depósito de matéria seca do grão que serve para aumentar o seu peso, assim, o estresse nessa fase afetará o peso dos grãos. O milho pode ser cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5000mm anuais, porém a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600mm (SILVA et al., 2019). A escassez prolongada de água nas lavouras pode afetar negativamente o vigor nutricional das plantas, os processos fisiológicos e o rendimento de grãos. Isso resulta em perda de produção, então os produtores tiveram que buscar auxílio para evitar falhas nas diferentes fases de desenvolvimento do milho (FANCELLI, 2015).

3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E DA PRODUÇÃO DO MILHO

Nas últimas décadas, o milho atingiu o patamar de maior safra agrícola mundial, tornando-se a única cultura a ultrapassar a marca de 1 bilhão de toneladas, desbancando antigos concorrentes como o arroz e o trigo. Junto com sua importância na produção, o cultivo ainda é conhecido por seus diversos usos e estima-se que o grão tenha sido utilizado mais de 3.500 vezes em diversos tipos de produtos, passando por diferentes processos. Além de sua relevância para a segurança alimentar, nutrição humana e principalmente animal, uma grande variedade de produtos como combustíveis, bebidas, polímeros, etc. podem ser produzidos a partir do milho (MIRANDA, 2018).

A produção mundial de milho da safra de 2021/22 é estimada em 1.190,3 milhões de toneladas, representando um aumento de 5,9% em relação ao ano anterior. A expectativa de aumento na demanda mundial por milho em 2021/22 foi impulsionado pelo aumento no consumo de ração animal e uso em biocombustíveis. No entanto, o relatório também destaca a possível influência do clima nas safras de milho em alguns países, como a seca na América do Sul e as inundações na Austrália, que podem afetar a produção e a oferta global de milho (USDA, 2022). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, para a safra 2021/22 é estimada em 118,5 milhões de toneladas, um aumento de 5,5% em relação à safra anterior. Logo, o aumento na produção de milho se deve principalmente ao aumento na área plantada, que é estimada em 20,1 milhões de hectares, um aumento de 4,6% em relação à safra anterior. Além disso, as condições climáticas favoráveis em algumas regiões produtoras também contribuíram para a expansão da produção (CONAB, 2022).

O milho é um dos cereais mais importantes do mundo, tanto do ponto de vista

econômico quanto alimentar, com 42% da produção de milho em 2021 destinada à alimentação humana e animal (FAO, 2022). O milho é uma cultura versátil, utilizada na produção de diversos produtos alimentícios, como farinha, óleo e xarope, além de ser importante matéria-prima para a produção de ração animal, também é utilizado para a produção de biocombustíveis como o etanol. A importância do milho no cenário mundial é evidenciada pelos números de produção e consumo, onde os maiores produtores mundiais de milho em 2021 foram Estados Unidos, China e Brasil, enquanto os maiores consumidores são China, Estados Unidos e União Europeia (FAO, 2022)

Os principais estados brasileiros produtores de milho são o Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. Em 2021/22, o Mato Grosso foi o estado com a maior produção de milho do país, com uma estimativa de colheita de 34,5 milhões de toneladas, seguido pelo Paraná, com uma estimativa de colheita de 17,5 milhões de toneladas, e pelo Rio Grande do Sul, com uma estimativa de colheita de 11,1 milhões de toneladas. Os estados do Centro-Oeste, como Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, são responsáveis por cerca de 46% da produção de milho do país, enquanto a região Sul, composta pelos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, responde por cerca de 34% da produção (CONAB, 2022).

A produção de milho é de grande importância para o Nordeste brasileiro, tanto para a economia regional quanto para a segurança alimentar da população. O milho é uma cultura diversificada e bastante utilizada na alimentação humana e animal, além de ter uma importante participação na produção de biocombustíveis e na indústria alimentícia. A produção de milho na região Nordeste consumiu cerca de 12,7 milhões de toneladas na safra 2020/2021, com um aumento de 7,7% em relação à safra anterior (CONAB, 2021).

Os principais estados produtores de milho no Nordeste são a Bahia, Piauí e Ceará. Sendo a Bahia o maior produtor dessa região, com uma estimativa de produção de 3,8 milhões de toneladas em 2021/22 (CONAB, 2022). O Piauí vem em seguida, com uma produção prevista de 1,7 milhão de toneladas, seguido pelo Ceará, com 1,1 milhão de toneladas (CONAB, 2022).

A principal demanda de milho é a indústria de ração animal (suínos, aves, bovinos e peixes). O processamento industrial preserva a casca rica em fibras do grão (ao contrário do trigo e do arroz, que precisam ser refinados para consumo humano), resultando em uma gama de produtos como: milho enlatado, óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais. O milho também tem outras aplicações nas indústrias de biocombustíveis, farmacêutica e química (COELHO, 2018).

3.4 ASPECTO DA QUALIDADE DA PRODUÇÃO DO MILHO

Na produção agrícola, a qualidade de sementes é um dos principais fatores a serem considerados na implantação da cultura do milho, havendo consenso sobre a importância de estudos relacionados a germinação, ao vigor e à necessidade de avaliá-las em relação a qualidade fisiológica e sanitária (STEFANELLO, 2014).

A qualidade fisiológica é avaliada por testes de germinação, que são realizados em condições ideais para permitir uma germinação mais regular, rápida e completa das amostras. Análise sanitária é realizada pelo teste de sanidade, que determina o estado de saúde da amostra de sementes e é importante por vários motivos, entre eles, o patógeno que está sendo avaliado pode ser transmitido através da semente como um inoculo inicial para o desenvolvimento da doença no campo e, dessa forma, causar epidemias em locais isentos (BRASIL, 2009).

Segundo Aguilera et al. (2000) é extremamente desejável nas sementes de milho a uniformidade de forma e tamanho, para facilitar tratamentos químicos e a semeadura; porém, existe grande variação na uniformidade das sementes na própria espiga, quanto à forma e tamanho, o que torna necessária a classificação pela largura, espessura e comprimento.

3.5 QUALIDADE DA SEMENTE

Para Inô (2021), a qualidade de uma semente pode ser caracterizada como o resultado dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam sua capacidade de se originar plantas com uma alta produtividade. Para que a lavoura obtenha um bom desempenho, faz-se necessário investir em sementes de excelente qualidade, assim, as plantas geradas terão alto rendimento produtivo.

A propriedade física das sementes diz respeito a caracteres visíveis ou externos, como pureza física, ou seja, livre de sementes de outras espécies e contaminantes físicos (SANTOS et al., 2018). O potencial fisiológico é a capacidade de desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. A redução nesse atributo resulta no decréscimo na porcentagem de germinação e aumento de plântulas anormais (TOLEDO et al., 2009). A qualidade genética envolve pureza, potencial de produtividade, resistência a condições climáticas adversas, adaptação a diferentes tipos de solo, resistência ou tolerância a pragas e doenças (SANTOS et al., 2018). O potencial sanitário se refere a proteção de outras sementes, de plantas daninhas, insetos e patógenos (FRANÇA-NETO et al., 2016).

A semente é o principal insumo agrícola, uma vez que transporta para o campo todo o potencial genético da espécie, e, para que este se expresse, é necessário, dentre outros fatores, que a semente possua elevado potencial fisiológico e ausência de patógenos (RAMOS, 2014).

3.5.1 Qualidade sanitária da semente

Dentre os componentes que expressam qualidade, a sanidade se destaca, pois, microrganismos como fungos, bactérias, vírus e nematoides se refugiam na superfície ou no interior das sementes, podendo transmitir doenças que causam deterioração, comprometem a germinação, além de reduzir vigor e consequentemente o rendimento da cultura (CARDOZO; PINHÃO NETO, 2019).

O atributo de qualidade higiênica das sementes é de grande importância, pois afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes e a sanidade das lavouras, pois diversos patógenos causam diminuição da germinação e do vigor quando associados às sementes. Sementes infectadas podem causar problemas de deterioração após o plantio, efeitos no tombamento das mudas, além de afetar a velocidade de emergência, vigor da planta e produção de microtoxinas (EMBRAPA, 2017).

3.5.2 Qualidade fisiológica da semente

A qualidade de sementes é determinada com base em aspectos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos, por meio de testes conduzidos em laboratório e em condições de campo. Dentro do aspecto fisiológico, o vigor é um componente fundamental da qualidade de sementes, sendo utilizado para mensurar seu potencial fisiológico (viabilidade e vigor) e identificar lotes que venham a apresentar bom desempenho, a exemplo da uniformidade e velocidade com que ocorre a germinação (TOLEDO et al., 1999).

Dentre os atributos da qualidade de produção do milho, destaca-se o potencial fisiológico das sementes, pois este gere a capacidade das sementes em expressar suas funções vitais sob condições ambientais favoráveis e desfavoráveis, sendo diretamente responsável pelo desempenho no campo e também pela manutenção da qualidade das sementes após a colheita, em condições adequadas de armazenamento (MARCOS FILHO, 2015).

O teste de germinação tem por finalidade determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, possibilitando comparar a qualidade fisiológica entre lotes, bem como estimar o seu valor para a semeadura em campo (BRASIL, 2009). De acordo com Guimarães

et al. (2019), o teste de sanidade é importante para avaliar a qualidade das sementes de milho e detectar a presença de patógenos que podem prejudicar o seu desenvolvimento. O teste pode ser realizado por meio de diferentes métodos, como o teste de germinação em substratos de papel ou em campo, o teste de tetrazólio e o teste de envelhecimento acelerado.

Segundo a Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES), a avaliação do potencial fisiológico das sementes é essencial para garantir a qualidade das mesmas, uma vez que sementes com baixo potencial fisiológico resultam em plantas fracas, com baixo rendimento e susceptíveis a doenças e pragas.

3.6 ASPECTOS GERAIS DE *TRICHODERMA* SPP.

O fungo *Trichoderma* spp. é classificado como um Ascomyceto anamórfico do gênero *Hypocrea* sp. que pertence ao filo Ascomycota (AGRIOS, 1997, 635 p, *apud* MOREIRA, 2014, p. 22a). Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* possuem um papel de grande importância tanto na agricultura quanto no meio ambiente, já que apresentam capacidade de atuar como agentes de controle biológico de pragas e doenças em diversas plantas cultivadas, além de serem promotores de crescimento e indutores de resistência das plantas a esses agentes negativos (MOHAMED e HAGGAG, 2006; FORTES, *et al.*, 2007).

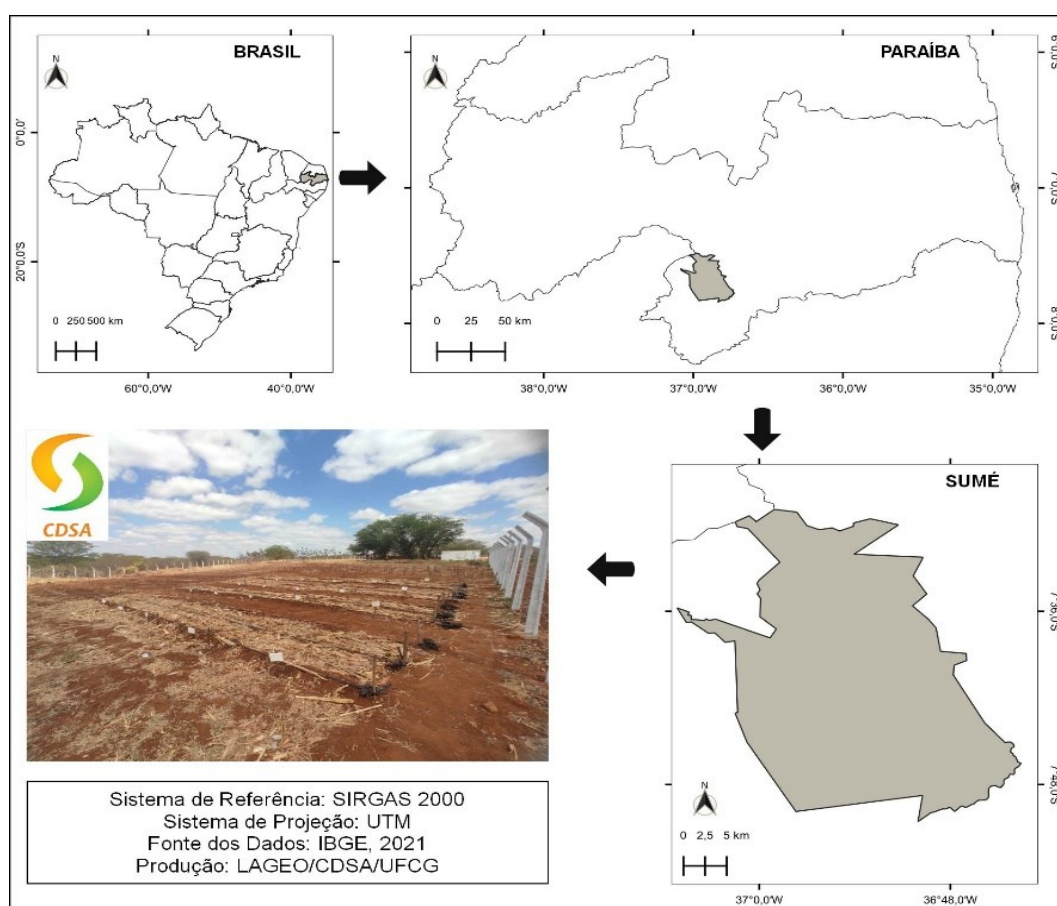
As espécies de *Trichoderma* estão entre os microrganismos mais comumente estudados como agentes de biocontrole que apresentam, também, atividade como promotores de crescimento, uma vez que ele é capaz de produzir fithormônios, solubilizar fosfatos e outros minerais (ALTOMARE *et al.*, 1999; FRANÇA, *et al.*, 2017). Normalmente, esses fungos são encontrados em quase todos os tipos de solos, especialmente os orgânicos, incluindo a cama de húmus das florestas, solos agrícolas e pomares, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos (MELO, 1991 388 p, *apud* MOREIRA, 2014, p. 22b).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental do LAFISA Laboratório de Fitossanidade do Semiárido, pertencente ao CDSA/UFCG, Campus de Sumé – PB, com localização na microrregião do Cariri Ocidental, no período de outubro de 2022 a janeiro de 2023. Segundo a Köppen e Geiger a classificação do clima é BSh e suas coordenadas geográficas são 07°40'19'' Sul e 36° 52' 48'' Oeste e com 538 m de altitude.

Figura 1 - Nesta figura, apresenta-se um mapa mostrando a área de estudo localizada no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA, situado na região do cariri ocidental no município de Sumé, Estado da Paraíba, Brasil.

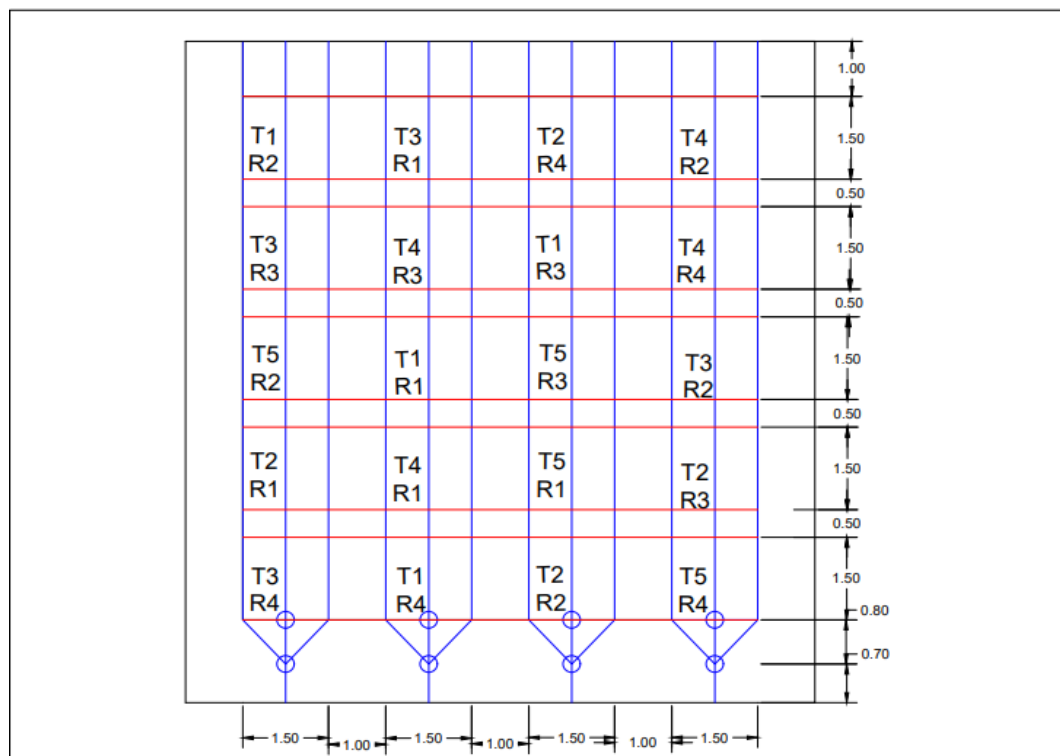


Para Santos et al. (2006), o solo da região é classificado com Luvissole Crômico Órtico típico. Sendo que o Luvissole é mais abrangente, solos compostos por materiais minerais apresentando estrutura B camada de argila com alta atividade e alta saturação alcalina, imediatamente abaixo da camada A de qualquer tipo, exceto chernozem A ou abaixo da camada

E, e atendem aos seguintes requisitos: Plinthosols, Vertisols, Planosols se presentes, respectivamente, não atendem aos critérios para Plinthosols, Vertisols, Planosols; ou seja, Eles não coincidem com a porção de superfície da camada de textura B.

Após a capina inicial da área, feita de forma manual com o uso de enxadas, foi definido o delineamento experimental, onde a área do experimento compreende o dimensionamento de 9 m de largura e 12 m de comprimento (108m²), enquanto as parcelas experimentais possuíam dimensões de 1,5 m de largura por 1,5 m de comprimento, com espaçamento de 0,75 m entre linhas e 0,3 m entre os berços. Ela continha três (3) linhas de semeadura de 1,5m cada; englobando em cada uma delas, 5 berços. Foi definido que a distribuição de sementes por linha ocorreria da seguinte forma, em cada berço foram semeadas 2 sementes de milho e após a emergência realizou-se o desbaste da planta menos vigorosa. Além disso, o quantitativo das parcelas do experimento foi de 100 plantas de milho, distribuídas em 20 parcelas instaladas na área experimental onde avaliou-se 5 plantas da linha central de cada parcela.

Figura 2 - Croqui do delineamento experimental, localizado na área de estudo do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - CDSA, situado na região do cariri ocidental no município de Sumé, Estado da Paraíba, Brasil.



4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E DE FERTILIDADE DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

Os dados dos parâmetros físicos e de fertilidade do solo da área experimental são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros físicos e de fertilidade do solo da área experimental.

Parâmetro	Resultado
Cálcio (meq/100g de solo)	7,75
Magnésio (meq/100g de solo)	5,85
Sódio (meq/100g de solo)	0,38
Potássio (meq/100g de solo)	0,68
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00
Matéria Orgânica %	1,34
Nitrogênio %	0,08
pH (Extrato de Saturação)	7,75
Salinidade	Não salino

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Fez-se a coleta da água para análise dos parâmetros com o intuito de conhecer acerca de compostos presentes que consequentemente poderiam interferir no desenvolvimento das cultivares. As análises foram realizadas no Laboratório de Fenômenos, Hidráulica, Irrigação e Drenagem (LAFHID/CDSA/UFCG) e no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo (LASOL/CDSA/UFCG).

Tabela 2 - A tabela abaixo apresenta dados de parâmetros físicos e químicos obtidos através da análise de qualidade da água.

Parâmetro	Resultado
Condutividade Elétrica	1,345 dS/m
Temperatura	22.6 °C
Sódio	1,2 mmolc/L
Potássio	0,12 mmolc/L
Salinidade	0,71 ppt
Resistência	774 Ohm
Sólidos Totais Dissolvidos	731 ppm
Cálcio	2.2 mmolc/L
Magnésio	4.2 mmolc/L

Segundo os dados obtidos por meio da análise do laboratório, fez-se o cálculo da Razão de Adsorção de Sódio (RAS) obtendo os seguintes resultados:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \Rightarrow RAS = \frac{1,2}{\sqrt{\frac{2,2 + 4,2}{2}}} = \frac{1,2}{1,76} \quad RAS = 0,68$$

Segundo a classificação da água para irrigação quanto a risco de salinidade, constatou que ela apresenta características do tipo C3S1 onde C3 indica água com salinidade alta (CE entre 0,75 dS/m a 2,25 dS/m) e S1 na faixa de (0 – 10) representa o RAS com baixo risco de problema causado por sodicidade da água (RICHARDS, 1954).

4.4 CORREÇÃO DO SOLO

Para o preparo da área de experimento foi feita uma adubação de NPK com concentração de 16-16-16; 4 dias antes da semeadura da cultura foi aplicado 100g de NPK por linha incluindo as bordaduras. Após 22 dias da semeadura foi feita uma aplicação de adubação por cobertura. Foi diluído 500g de NPK em 4L de água, com a solução pronta foi adotada a seguinte metodologia, 333mL de solução adicionada a 2L de água e com um regador foi

aplicado 2,333L de solução em cada linha do experimento.

4.5 SEMEADURA E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS DE *TRICHODERMA HARZIANUM*

Os procedimentos realizados na implantação em campo foi o plantio da cultura, sendo, o milho de uma semente híbrida de variedade 095 e a aplicação da solução do *Trichoderma harzianum* de concentração 10^{10} no solo, que abrangeu as seguintes atividades: abertura do sulco de plantio, aplicação da solução do *Trichoderma* spp., plantio da cultura.

O procedimento de abertura do sulco de plantio consistiu em realizar de forma manual a abertura de sulcos no terreno, com o auxílio de uma inchada, o dimensionamento de 1,5 m de comprimento, 10 cm de largura e 5 cm de profundidade. A aplicação do fungo foi particionada em quatro (5) tratamentos ou dosagens. Cada dosagem (0, 50, 100, 150, 200 ml) foi definida também, que cada dosagem do tratamento seria dissolvida em 5L de água, assim cada tratamento foi aplicado 250 ml na sua parcela correspondente, abrangendo quatro (4) repetições. O processo de plantio da cultura foi efetuado de forma manual, aplicando primeiro a solução *Trichoderma harzianum* no solo e depois fazendo a semeadura.

4.6 AVALIAÇÕES BIOMÉTRICAS

Foram realizadas quatro avaliações do estágio vegetativo da cultura, entre o estágio (V3) e o estágio (V12). É no estágio (V3) que começa a definição de produção potencial, na fase V12 o número de óvulos (grãos em potencial) em cada espiga, assim como o tamanho da espiga, é definido neste estágio, quando ocorre perda de duas a quatro folhas basais. Identificou-se no estágio VE, rapidez na germinação com cerca de 85% do surgimento do coleóptilo na superfície do solo com cinco dias após a semeadura. Escolheu-se para serem avaliadas as cinco plantas da linha central de cada parcela totalizando 100 plantas avaliadas. Tendo os seguintes parâmetros a serem avaliados: altura da planta (m), diâmetro de caule (mm), número de folhas e área foliar (cm^2).

A altura de planta (AP, m), foi determinada com auxílio de uma trena graduada em centímetros, consistiu na medição de distância do nível do solo até a última folha totalmente expandida.

O diâmetro do caule (DC, mm) foi obtida com o auxílio de um paquímetro digital com as medições no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias. A medição feita

a nível de solo deve ser evitada pelo fato de haver possíveis problemas de pragas nas raízes que consequentemente afetariam nos resultados.

O número de folhas (NF), foi obtido após a contagem do número de folhas por planta avaliada de cada parcela, a contagem foi realizada apenas das folhas que apresentaram desenvolvimento completo.

A área foliar (AF cm²), foi obtida após a medição e o cálculo da largura vezes o comprimento de três folhas por cada planta. $AF = C \times L$

AF = Área foliar

C = Comprimento da folha

L = Largura da folha

Todos os dados coletados de AP, DC, NF e AF foram submetidos a uma média das três repetições de cada cultivar.

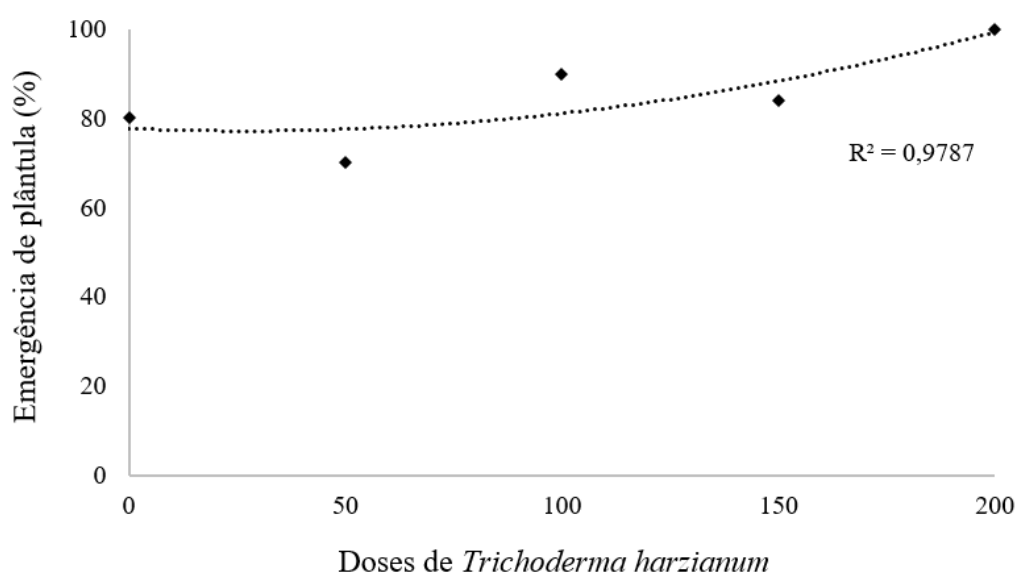
4.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado no experimento foi o bloco casualizado (DBC). Os dados foram submetidos a análise de variância. Realizou-se análise de regressão para ps dados quantitativos com significância pelo teste F ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

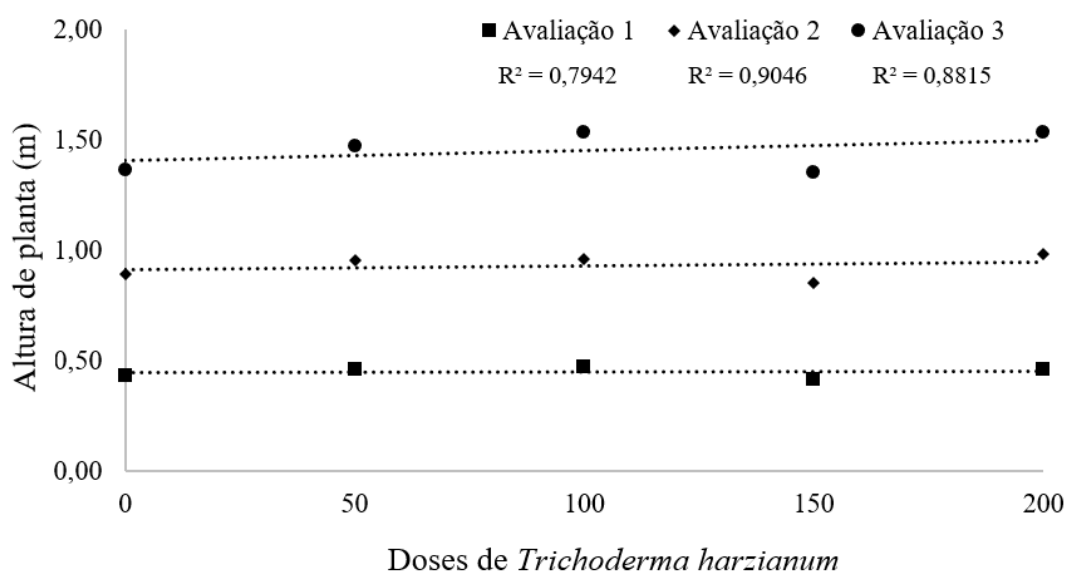
Os dados referente a emergência de plantas de milho submetidas a diferentes dosagens de *T. harzianum* estão apresentados na Figura 3, onde o maior valor encontrado foi na dosagem de 200ml, correspondendo a 95%. Verificou-se que não houve um efeito crescente no percentual de emergência ao utilizar as doses de 50, 100 e 150 ml do fungo. De acordo com Luz (2001) e Melo (1998), o fungo *T. harzianum* através do processo de microbiolização foi responsável pelo aumento significativo na emergência de plântulas de milho (*Zea mays*), onde, o uso de *T. harzianum* não proporciona aumentos significativos somente na porcentagem, mas também na precocidade e velocidade de germinação, corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho. Estudos realizados por Altomar e Tringovska (2011), mostram que através de aplicação no solo o *T. harzianum* promoveu melhores benefícios nos processos de germinação e no crescimento inicial de plantas. Segundo Lisboa (2018), fungos do gênero *Trichoderma ssp* por meio da produção de metabólitos secundários e hormônios vegetais fornecem maior vigor à semente e à plântula, acelerando seu processo de germinação, emergência e desenvolvimento.

Figura 3 - Emergência de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*.



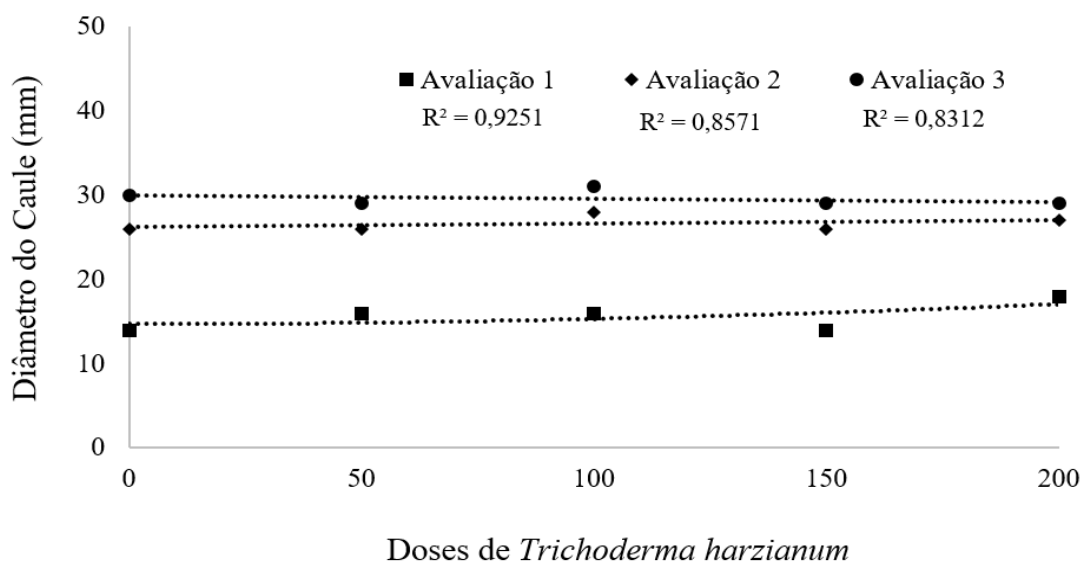
Na avaliação da altura de planta, mostrada pela Figura 4, constatou-se melhor eficiência das aplicações nas concentrações 100 e 200ml, atingindo os maiores comprimentos (1,60m) dentre todas as amostras analisadas. Observou-se que não houve resultados satisfatório nas aplicações de 50 e 150ml de *T. harzianum*. Para Ethur et al., (2012), esta espécie possui mecanismos de ação com efeitos benéficos de maneiras variadas, tais como a produção de substâncias antimicrobianas que garantem um amplo espectro de atividade contra diferentes fitopatógenos além de, proporcionar a promoção de crescimento das plantas por meio, do aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios de crescimento. O uso de *T. harzianum* como fator de crescimento foi observado em estudos de Kleifeld & Chet (1992) e Yedidia et al. (2001) onde, os mesmos constataram um aumento de 20% no comprimento de mudas de pepineiros. Machado et al. (2012), relata que trabalhos recentes apresentam os benefícios de *Trichoderma* na promoção de crescimento em diversas culturas com importância agronômica. Através de estudos Becker e Cook (1988) notaram que, os mecanismos pelos quais fungos desse gênero atuam são: antibiose, parasitismo, competição e degradação de parede celular fúngica.

Figura 4 - Altura de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*.



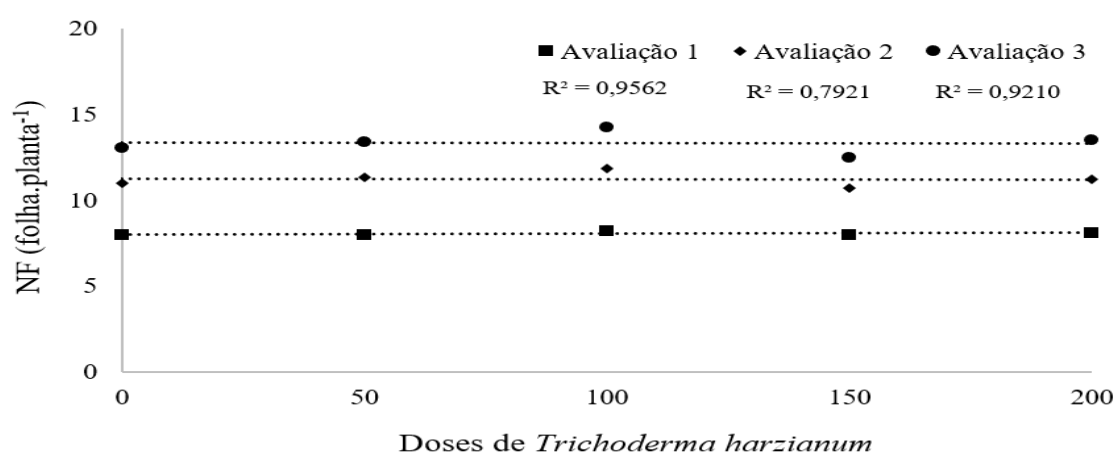
Na Figura 5, é apresentado as avaliações do diâmetro do caule onde, o maior diâmetro encontrado (32mm) foi na aplicação de 100ml de volume. O menor diâmetro foi percebido na aplicação de 200ml, com 28mm. Em trabalho realizado por Harman (2000) mostrando aplicação de nitrogênio em solos e utilizando o isolado *T. harzianum*, observou-se que não foi encontro diferenças entre áreas inicialmente com e sem nitrogênio, mas na presença dos nutrientes, as plantas adultas tiveram maiores diâmetros médios de caule e rendimentos de grãos e silagem. Resende et al. (2004) observou em estudos com sementes de milho que houve aumento no diâmetro do caule e na produção de grãos e forragem com a aplicação de *T. harzianum* em solo pouco arenoso. Altomare et al., (1999) e Harman et al. (2004) apresentaram estudos mostrando que o uso de *T. harzianum* para promover o desenvolvimento vegetal em plantas se deve à sua capacidade de dissolver muitos nutrientes importantes que podem estar envolvidos na produção de hormônios, na produção de vitaminas ou na conversão de materiais em formas útil para a planta, absorção e transporte de minerais, a capacidade de dissolver muitos nutrientes importantes é essencial para as plantas devido à sua capacidade de se estabelecer nas raízes. O caule desempenha não apenas a função de sustentar folhas e inflorescências, mas também atua como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis, que são posteriormente utilizados na formação dos grãos. Assim, plantas com diâmetros de caule maiores durante o estágio inicial de desenvolvimento tendem a se tornar mais vigorosas e produtivas ao longo do tempo (BRITO et al., 2014).

Figura 5 - Diâmetro do caule de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*.



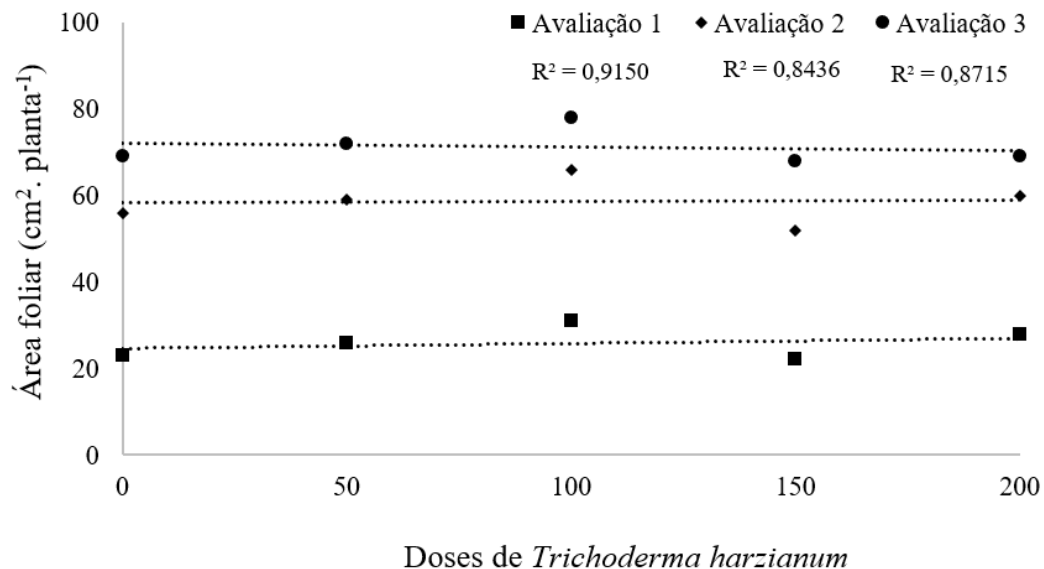
Em relação ao número de folhas observou-se na Figura 6, que na aplicação 100ml, houve um maior número de folhas (14). Já na aplicação 150ml, observou-se o menor número (12). Piekielek e Fox (1992) observaram que plantas de milho, por vezes derivadas de sementes tratadas com *T. harzianum*, promoveram aumento da produção de folhas, fato associado a altos níveis de absorção de nitrogênio, para Gomes (2016), a duas formas de atuação dos microorganismos como promotores de crescimento através de suas ações diretas, que ocorre por meio da mobilização e transporte de nutrientes do solo, aumento da área de absorção das raízes, produção de hormônios vegetais como a auxina e tolerância à salinidade e seca, ou por suas ações indiretas, promovidas principalmente por meio do controle biológico de microrganismos prejudiciais às plantas. Chagas (2019) observou resultados que corroboram com valores os encontrados, variando de 10 a 14,53 folhas por plantas, em cultivares de milho. O autor Macan et al. (2019), apontando também para o aumento o aumento do número de folhas nas lavouras de milho pode estar associado a um eficiente processo de mineralização do N orgânico para o inorgânico (absorvido pela planta) e à nitrificação, disponibilizando esse nutriente para a planta. Para Taiz e Zeiger (2009), a redução no número de folhas pode estar relacionada a um dos mecanismos pelos quais as plantas se adaptam ao estresse salino, incluindo redução da produção de área foliar, fechamento estomático, senescência acelerada e perda de folhas. O papel não apenas limita o tamanho de uma única folha, mas também limita o número de folhas.

Figura 6 - Número de folhas de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*.



Na Figura 7, observou-se que entre as diferentes doses de *T. harzianum*, foi na aplicação de 100ml que houve melhores resultados obtidos na variável de área foliar com média de 79 cm². Estudos realizados por Saito et al. (2013), com diferentes tipos de manejos do solo na cultura da batata, mostrou que solos infestados de fungos da espécie *T. harzianum* houve aumento na área foliar da cultura. Stefanello e Bonetti (2013), comprovaram em estudos realizados que o aumento vegetativo do milho sob a influência da inoculação de fungos do gênero *Trichoderma* onde, observaram um efeito positivo da ação do fungo pelo aumento no acúmulo de matéria verde e seca das plantas, além de um melhor desenvolvimento radicular. Estudando a área foliar de acordo com as etapas, dias depois da emergência, observasse que área foliar é dependente do número, do tamanho de folhas e do estágio vegetativo, onde a área foliar cresce até o limite máximo, de modo que ela permanece ativa assim, inicia o crescimento em seguida pelo decréscimo em razão da senescência das folhas (MANFRON et al., 2003). Para Mata et al. (2010) a capacidade de desenvolvimento do milho e sua produção está relacionada com sua área foliar, logo, folhas bem desenvolvidas têm a maior capacidade de converter CO₂ e sintetizar a fotossíntese, que resulta em maior acúmulo de biomassa.

Figura 7 - Área foliar de plantas de *Zea mays* em função de diferentes doses de *Trichoderma harzianum*.



6 CONCLUSÃO

A dosagem de 200ml de *Trichoderma harzianum* apresentou a melhor eficiência na emergência (95%).

Para as variáveis, altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, observou-se os melhores resultados na dosagem de 100ml.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, Líder Ayala. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 211-215, abr. 2000. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782000000200003>. Acesso em: 05 mar. 2023
- ALTOMARE, C. *et al.* Solubilização de fosfatos e micronutrientes pelo fungo promotor de crescimento e biocontrolador de plantas *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Microbiologia aplicada e ambiental**, v. 65, n. 7, pág. 2926-2933, 1999.
- ALTOMARE, C. *et al.* Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, p. 2926-2933, 1999.
- ANDRADE, M.A *et al.* Qualidade sanitária de sementes de milho produzidas em diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 39, n. 4, pág. 1-8, 2017.
- ARAÚJO, C. A. *et al.* Seleção varietal de *Phaseolus vulgaris* quanto à tolerância ao estresse salino com base em variáveis de crescimento. *Revista Ceres*, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 132-139, fev. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2010000100021>.
- BARROS, J. F. C. CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora. Departamento de fitotecnia, 2014.
- BECKER, J. O.; COOK, R. J. Role of siderophores in suppression of *Pythium* species and production of increased growth response of wheat by fluorescent *Pseudomonas*. **Saint Paul, Phytopathology**, v. 59, n. 8, p. 1147-1151, Aug. 1988.
- BENGALA, P. S. P, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Influência dos cultivos de 1ª e 2ª safras no crescimento e na produtividade de silagem de milho e sorgo**. Orientador: Leonardo Duarte Pimentel. Coorientadores: Rodrigo Oliveira de Lima e Luís Cláudio Inácio da Silveira. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/24685/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2023.
- BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, v. 84, p. 85, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 399p.
- BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V.; DOS SANTOS, L. G. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 244–250, 2014.

CARDOZO, LV de F.; PINHÃO NETO, MV Extrato de Neem para tratamento de sementes de tomate. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 14, n. 1, pág. 01–04, 2019. DOI: 10.18378/rvads.v14i1.5772. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5772>. Acesso em: 1 jun. 2023.

CHAGAS, Luciely Bordallo da Conceição. **Características agronômicas de cultivares de milho na Região Sudeste do Pará**. Orientador: Raylon Pereira Maciel. 2019. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas, 2019.

COÊLHO J. D. **Produção de grãos – feijão, milho e soja**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 3, n.33, jun., 2018. (Caderno Setorial Etene).

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - safra 2020/21, 9º levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento, 2021.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos - safra 2022/23, 7º levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento, 2023.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 9, n. 2, safra 2021/22. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 4 mar. 2023.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 8º levantamento - janeiro 2021. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acessado em: 04 mar. 2023

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; FILHO, I. A. P.; MOREIRA, J. A. A.; Milho: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. 338 p., 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/921542>. Acesso em: 28 fev. 2023.

DIAS, Nildo da S. et al. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, Hans Raj et al. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. 2. ed., 2016. Cap. 11. p. 151-161. Disponível em: <https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

EMBRAPA. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2017/2018/ LXII Reunião técnica Anual de Pesquisa do Milho; XLV reunião Técnica anual da Pesquisa do Sorgo**, Sertão, RS, 17 a 19 de julho de 2017. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; LUPATINI, M.; MUNIZ, M. F. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; LORENTZ, L. H. Trichoderma asperellum na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. Scientia Agraria Paranaensis, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 73–84, 2013. DOI: 10.18188/sap.v11i4.5347. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/5347>. Acesso em: 2 jun. 2023.

FANCELLI, A. L. **Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo**. BOREM, et al. Milho: do plantio à colheita. Viçosa: Ed. UFV, p. 5076, 2015.

FAO. FAOSTAT - Crops. 2022. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 04 mar. 2023.

FAOSTAT. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 de março de 2023.

FEIJÃO, A. R. et al. Nitrato modula os teores de cloreto e compostos nitrogenados em plantas de milho submetidas à salinidade. *Bragantia*, [S.L.], v. 72, n. 1, p. 10-19, 14 maio 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052013005000021>.

FORTES, Fabiano de Oliveira et al. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, v. 31, p. 221-228, 2007.

FRANÇA, Danilo Vieira Cardozo et al. *Trichoderma* spp. isolates with potential of phosphate solubilization and growth promotion in cherry tomato. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 360-368, 2017.

FRANÇA-NETO, J. B; et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta 35 qualidades. Londrina-PR, 2016. Documentos 380 (82 p.) ISSN 2176-2937. Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

GARCÍALARA, S.; CHUCKHERNANDEZ, C.; SERNASALDIVAR, S.O. Development and Structure of the Corn Kernel. *In: Corn: Chemistry and Technology*. **AACC International Press**. 3 Ed. p. 147-163. 2019.

GARCÍA-LARA, S.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Corn History and Culture. *In: Corn: Chemistry and Technology*. **AACC International Press**. 3 Ed. p. 1-18. 2019.

GOMES, E. A. Microrganismos promotores do crescimento de plantas. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, n.208. 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1063799/1/doc208pdf>

HARMAN, G. E. et al. Espécies de *Trichoderma* – simbiontes de plantas avirulentos e oportunistas. **Nature Reviews Microbiology**, v.2, p.43-56, 2004.

Harman, G., Howell, C., Viterbo, A. et al. Espécies de *Trichoderma* — simbiontes vegetais avirulentos e oportunistas. **Nat Rev Microbiol** 2 , 43–56 (2004). <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>

HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol – changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* – T22. **Plant Disease**, v. 84, n. 4, p. 377- 392, 2000

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. *In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 43-61.

HOLANDA, José S. de. et al. Qualidade da água para irrigação. In : GHEYI, Hans Raj et al. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. 2. ed., 2016. Cap. 4. p. 35-50. Disponível em: <https://ppgea.ufc.br/wp-content/uploads/2018/04/manejo-da-salinidade-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.

INÔ, Claudiney Felipe Almeida. ADUBAÇÃO ORGÂNICA COM ESTERCO BOVINO NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) NO CARIRI PARAIBANO. 2021. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia em Agroecologia, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, mar. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>. Acesso em: 22 mar. 2023.

KLEIFELD, O.; CHET, I. *Trichoderma harzianum* – interacion with plants and effect on growth response. **Plant. and Soil**, v. 144, p. 267-272, 1992

LISBOA, D. M. de. **Isolados de *Trichoderma* spp. na inibição de fitopatógenos, na germinação de sementes e no desenvolvimento de plantas de tomateiro. Orientador: Gilmar Franzener.** 2018. 43p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2912/1/LISBOA.pdf>

LUZ, W.C. da. **Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho.** *Fitopatologia Brasileira* 26:16-20. 2001.

MACAN, G. P. F.; PINTO, D. F. P.; e HOMMA, S. K. (2019). Eficiência de diferentes adubos orgânicos na adubação do milho. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, 9(04), 6674. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i04.8749>.

Machado, D.F.M.; Parzianello, F.R.; Silva, A.C.F.; & Antonioli, Z.I. (2012) -*Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 35, n. 1, p. 274-278.

MAGALHÃES, P. C. DURÃES, F. O. M. CARNEIRO, N. P. PAIVA, E. Fisiologia do milho. Sete Lagoas, 2002. (23 p.) Circular Técnica, 22. Disponível em: Acesso em: 23 fev. 2023.

MANFRON, Paulo Augusto et al. Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 333-342, 2003.

MARCOSFILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n.4, p.363374, 2015.

MATA, J. F.; SILVA, J. C. da ; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v. 3 no 3 set. Dezembro/2010.

Melo, I.S. (1998) - Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. *In*: Melo, I.S. & Azevedo, J.L. (Eds.) - Controle biológico. Jaguariúna, **Embrapa**, p. 17-60.

- MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.
- MOHAMED, Hassan Abdel-Latif A.; HAGGAG, Wafaa Mohamed. Potencial de biocontrole de mutantes tolerantes à salinidade de *Trichoderma harzianum* contra *Fusarium oxysporum*. **Revista Brasileira de Microbiologia**, v. 37, p. 181-191, 2006.
- MOREIRA, Suya Samara et al. **Aspectos do desenvolvimento em feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)** inoculados com *Trichoderma* spp. 2014.
- OLIGINI, K. F. et al. **Relação entre épocas de semeadura e grupos de maturação de cultivares de soja na viabilidade técnica e econômica do milho safrinha no sul do Brasil**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- OLIVEIRA, Osmundo Soares de. **Relações entre tecnologia e sustentabilidade da produção de milho em Sergipe a partir de indicadores biológicos da qualidade do solo**. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.
- PAES, Maria Cristina Dias. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas- MG, 2006. Circular técnica 75. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2023.
- Piekielek, W.P. and Fox, R.H. (1992). **Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for mayze**. *Agronomy J.*, 84,59-65.
- PINHO, R. G. V.; SANTO, A. O.; PINHO, I. V. V. Botânica. In: BORÉM, A; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M, A. **Milho do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. cap.1, p 9-23.
- RAMOS, D. P.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, B. G. T. L.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. Infecção por *Fusarium graminearum* e *Fusarium verticillioides* em sementes de milho. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v.44, n.1, p.24-31, jan. /mar. 2014
- RESENDE, Maria de Lourdes *et al.* **Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento**. *Ciência e Agrotecnologia*, [S.L.], v. 28, n. 4, p. 793-798, ago. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542004000400010>.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos**. Mexico: USDA, 1954. 174 p. (Manual de Agricultura, 60).
- SAITO, L. R. et al. Formas de mecanização e manejo do solo para a cultura da batata II - desenvolvimento vegetativo. **Engenharia agrícola**, v. 33, n. 5, p. 993–1002, 2013.
- SANTOS, D. M.; BALDONI, A. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho**. **GETEC**, v.7, n.19, p.19, dez. 2018.

SANTOS, H. G. Dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. Dos; OLIVEIRA, V. A. De; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistemas brasileiro de classificação de solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SILVA, W. C. B. Avaliação da fertilização orgânica na cultura do milho (*Zea mays* L.) E SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Região do Cariri paraibano. 2019. 44f. Sumé-Monografia (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – PB, 2019.

SOUZA, FG; FARIAS, SAR; FERREIRA FILHO, JG de A.; BRITO, KQD Comportamento dos teores de sais em perfil de solo com vegetação nativa e cultura irrigada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.] , v. 11, n. 2, pág. 60–65, 2016. DOI: 10.18378/rvads.v11i2.4049. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4049>. Acesso em: 1 jun. 2023.

STEFANELLO, R. **Composição química e qualidade de sementes de variedades crioulas de milho no armazenamento**. 118f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad.: Eliane R. Santarém et al., 4
TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TOLEDO, F. F. de et al. VIGOR DE SEMENTES DE MILHO (*Zea mays* L.) AVALIADO PELA PRECOCIDADE DE EMISSÃO DA RAIZ PRIMÁRIA. *Scientia Agricola*, [S.L.], v. 56, n. 1, p. 191-196, 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90161999000100026>.

TOLEDO, M. Z; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) report, February 2022. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/wasde0222.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2023.

WANDERLEY, L. S. A. **Proposta de classificação climática da Região Nordeste do Brasil baseada na abordagem sinótica dos tipos de tempo**. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, A. K.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, v.235, p.235-242, 200