



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

LUIS CEZAR SOUZA SILVA

**PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DO MILHO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE
DIFERENTES DOSAGENS DE *Trichoderma asperellum***

Araguatins - TO

2016

LUIS CEZAR SOUZA SILVA

**PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DO MILHO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE
DIFERENTES DOSAGENS DE *Trichoderma asperellum***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia do Tocantins –
IFTO/Campus Araguatins, como exigência à
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: M.Sc. Janaína Costa e Silva

Araguatins - TO

2016

LUIS CEZAR SOUZA SILVA

**PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DO MILHO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE
DIFERENTES DOSAGENS DE *Trichoderma asperellum***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus* Araguatins, sob a orientação do Professora M.Sc. Janaína Costa e Silva.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Msc. Janaína Costa e Silva
IFTO – *Campus* Araguatins

Dr. Samuel de Deus da Silva
IFTO – *Campus* Araguatins

Dra. Roberta de Freitas Sousa
IFTO – *Campus* Araguatins

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de forma especial, primeiramente à minha família e aos meus amigos e companheiros de classe que sempre me ajudaram nas horas que mais precisei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força e sempre me amparar nos momentos de dificuldades;

Aos meus familiares, por terem tido paciência, compreensão e por ter me ajudado durante esta jornada;

À coordenação do curso de agronomia, pelas lutas e trabalhos realizados para sempre melhorar e atender à todos os alunos do curso;

À minha orientadora, Prof^a. Janaína Costa e Silva, pelo apoio, orientação, incentivo, puxões de orelha, e paciência na elaboração e execução deste trabalho;

À todos os meus amigos que de alguma forma, direta ou indiretamente me ajudaram a vencer essa etapa da vida;

À todos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, por serem uma família durante todos esse período;

À toda a equipe de professores que contribuíram com meu aprendizado, e não somente como docente, mas sim como amigos;

Ao Grupo Capitão (Miqueias Alves, Lafaiete de Sousa e Raimundo Nonato) que foram parceiros e amigos de vários momentos animados de grandes amizades.

À todos, muito obrigado!

“Todos que vivem na sombra derramam suor no chão”

(Tião Carreiro).

RESUMO

Em virtude a crescente demanda por alimentos, em função dos progressivos índices populacionais em todo o mundo, acredita-se que seja necessário a otimização dos sistemas de cultivos adotados na produção agrícola, visando a maior eficiência produtiva com o mínimo de impactos ambientais possíveis. A utilização de inoculantes tem se tornado uma alternativa para aumentar a produtividade de importantes culturas, por proporcionar vantagens para o sistema como um todo, melhorando a qualidade dos solos, reduzindo os custos e a quantidade de adubos, com vistas à preservação ambiental. O *Trichoderma* spp. possui diversos mecanismos de ação, possibilitando obter efeitos benéficos de maneiras variadas, tais como a produção de substâncias antimicrobianas que garantem um amplo espectro de atividade contra diferentes fitopatógenos, a promoção de crescimento em plantas pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios de crescimento. O objetivo do presente estudo foi avaliar a promoção de crescimento de dois genótipos de milho, cultivado em diferentes dosagens de um produto comercial contendo o fungo *T. asperellum*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, sete tratamentos e dois genótipos de milho diferentes (variedade crioula e o híbrido comercial AG -1051), totalizando 70 parcelas. O experimento foi instalado a partir do mês de junho de 2016, sendo analisadas variáveis relacionadas a bromatologia das plantas (massa seca e fresca da parte aérea e sistema radicular), realizadas aos 35 dias após a emergência. Utilizou-se os dados obtidos para a determinação das médias das variáveis referentes as dosagens do produto comercial *Trichoderma asperellum*. Após, procedeu-se a análise de regressão do programa SISVAR versão 5.6 e os gráficos foram gerados com o auxílio do Microsoft Excel 2016. A inoculação com fungo *T. asperellum* proporcionou efeito positivo no desenvolvimento de plantas de milho, pelo aumento do crescimento bromatológico. A dosagem mais viável para a inoculação com o produto comercial Quality foi a de 150 g.L⁻¹ de *T. asperellum*. O híbrido AG-1051 mostrou um desempenho mais acentuado com a inoculação do fungo em comparação a variedade crioula.

Palavras-chave: eficiência, fungo, produtividade, simbiose.

ABSTRACT

Due to the increasing demand for food, due to the progressive population indexes around the world, it is believed that it is necessary to optimize cropping systems adopted in agricultural production, aiming at greater productive efficiency with the minimum possible environmental impacts. The use of inoculants has become an alternative to increase the productivity of important crops, since it offers advantages for the whole system, improving the quality of the soils, reducing the costs and the quantity of fertilizers, with a view to environmental preservation. *Trichoderma* spp. Has several mechanisms of action, allowing to obtain beneficial effects in various ways, such as the production of antimicrobial substances that guarantee a broad spectrum of activity against different phytopathogens, the promotion of growth in plants by the increase in the availability of nutrients and production of growth hormones. The objective of the present study was to evaluate the growth promotion of two maize genotypes, grown in different dosages of a commercial product containing *T. asperellum* fungus. The experimental design was a randomized complete block (DBC), with five replications, seven treatments and two different corn genotypes (Creole variety and commercial hybrid AG -1051), totaling 70 plots. The experiment was installed from June 2016 onwards, analyzing variables related to plant bromatology (dry and fresh mass of shoot and root system), carried out at 35 days after emergence. The data obtained for the determination of the means of the variables referring to the dosages of the commercial product *Trichoderma asperellum* were used. Afterwards, the regression analysis of the SISVAR version 5.6 program was performed and the graphs were generated with the aid of Microsoft Excel 2016. The inoculation with fungus *T. asperellum* provided a positive effect on the development of corn plants by the increase of bromatological growth. The most viable dosage for inoculation with the commercial product Quality was that of 150 g.L⁻¹ of *T. asperellum*. The AG-1051 hybrid showed a more pronounced performance with fungus inoculation compared to the Creole variety.

Keywords: efficiency, fungus, productivity, symbiosis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Área do experimento.....	21
FIGURA 2	Inoculação dos fungos.....	22
FIGURA 3	Massa fresca da parte aérea de dois genótipos de milho (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de <i>Trichoderma asperellum</i> (g.L ⁻¹).....	25
FIGURA 4	Massa seca da parte aérea de dois genótipos de milho (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de <i>Trichoderma asperellum</i> (g.L ⁻¹).....	26
FIGURA 5	Massa fresca do sistema radicular de dois genótipos de milho (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de <i>Trichoderma asperellum</i> (g.L ⁻¹).....	27
FIGURA 6	Massa seca do sistema radicular de dois genótipos de milho (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de <i>Trichoderma asperellum</i> (g.L ⁻¹).....	28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1	Aspectos gerais sobre o milho (<i>Zea mays</i> L.).....	14
3.2	Uso de esporos do fungo na agricultura.....	15
3.3	Considerações sobre a biologia do <i>Trichoderma</i> spp... ..	17
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1	Caracterização da área experimental.....	19
4.2	Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	19
4.3	Condução do experimento.....	20
4.4	Variáveis avaliadas.....	22
4.5	Análise Estatística.....	22
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal rico em energia, que pode ser consumido de várias formas, sendo usado tanto na alimentação humana quanto animal. Cultivado em todo o Brasil, nos mais diversos sistemas de cultivo, que vão desde a agricultura familiar a grandes proprietários e produtores do setor agropecuário que possui o grão como base da cadeia produtiva na criação de animais. É uma cultura de grande e diversificada utilização na sociedade moderna, sendo um dos produtos agrícolas de mais ampla distribuição mundial, na produção e no consumo mundial (GALVÃO e MIRANDA, 2011).

A crescente demanda por alimentos em função dos progressivos índices populacionais em todo o mundo, acredita-se que seja necessário a otimização dos sistemas de cultivos adotados na produção agrícola, visando a maior eficiência produtiva com o mínimo de impactos ambientais possíveis, seja pela preservação das áreas ainda florestadas, otimização de adubações minerais ou adoção de práticas agroecológicas de cultivo, conceitos que garantem a produtividade e viabilidade econômica da produção agrícola (SANTOS et al., 2013).

A otimização da eficiência das adubações é considerada um dos principais entraves para a produção agrícola nacional, pois aliado a sua essencialidade para o desenvolvimento pleno das culturas, sobretudo para a cultura do milho que é considerado de elevada exigência nutricional, existe um grande investimento econômico, sendo responsável pelos maiores investimentos (MIYAZAWA et al., 2012). Desse modo, busca-se a adoção de alternativas eficientes nos sistemas de cultivo tendo como base a crescente produtividade e o contínuo decréscimo da geração de impactos ambientais causados pela agricultura.

O *Trichoderma* spp. está entre os microrganismos mais estudados como controlador biológico na agricultura com efeito positivo encontrado em inúmeras espécies de plantas (FORTES et al., 2007). Possui mecanismos de ação variados possibilitando dessa forma, obter efeitos benéficos de maneiras variadas, tais como a produção de substâncias antimicrobianas que garantem um amplo espectro de atividade contra diferentes fitopatógenos e a promoção de crescimento em plantas pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios de crescimento (ETHUR et al., 2012).

A presença do fungo dessa espécie no solo torna os nutrientes solúveis, permitindo maior e mais rápida absorção. Dessa forma, solos com a presença de *Trichoderma* spp. apresentam maior teor húmico, originários da lignina que é decomposta por este microrganismo, ocorrendo um aumento da área radicular da planta, acompanhado do aumento da massa verde em culturas que são tratadas com *Trichoderma* spp. (STEFANELLO e BONETT, 2013).

Atualmente é possível encontrar diversos trabalhos que comprovam a eficiência da capacidade do *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento das plantas. Contudo, ainda existe uma carência no detalhamento do uso desses inoculantes relacionados principalmente com a recomendação da dosagem ideal que seja economicamente viável e eficiente para utilização em cultivos agrícolas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a promoção de crescimento de dois genótipos de milho, cultivado em diferentes dosagens de produto contendo o fungo *Trichoderma asperellum*.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a ação do fungo *T. asperellum* na promoção do crescimento em plantas de milho;
- Comparar à resposta de diferentes genótipos de milho comercial com a aplicação do inoculante do fungo *T. asperellum*.
- Determinar a dosagem mais eficiente de inoculação do fungo para as condições de cultivo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais sobre o milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta originária da América Central, considerada uma das culturas mais antigas do mundo, segundo escavações geológicas afirma-se que seu cultivo seja registrado a cerca de 7 a 10 mil anos no México. A espécie pertence a tribo Mydae, família Graminae (Poacea), subfamília Panicoideae e gênero *Zea* (BORÉM e GIÚDICE, 2008).

Visto como uma das espécies cultivadas com maior diversidade genética, tanto em produtividade como em qualidade nutricional (MARCONDES et al., 2012). É uma espécie anual, monóica, com metabolismo fisiológico do tipo C4, o que lhe garante alta taxa de fotossíntese líquida e alta afinidade ao CO₂, além de apresentar ampla adaptação a diferentes condições ambientais (BORÉM e GIÚDICE, 2008).

A quantidade ideal de precipitação pluvial para que a cultura expresse o máximo de seu potencial produtivo situa-se entre 400 a 600 mm em todo o ciclo produtivo, com uma média de 4 a 6 mm/dia (EMBRAPA, 2010). O milho é considerado uma cultura que demanda muita água, contudo, é uma das mais eficientes no seu uso, isto é, produz uma grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida (MAGALHÃES et al., 2002).

Considerado uma das mais importantes fontes de alimento da atualidade, sendo cultivado em quase todas as regiões agrícolas do mundo (CANTARELLA e DUARTE, 2008). No mercado nacional a importância desse cereal reside em sua capacidade de gerar mão-de-obra, atribuído as potencialidades existentes nas suas características de produção, atribuindo a essa cultura uma grande participação na geração de empregos no setor rural.

O milho é ainda o principal insumo para a produção de rações para animais domésticos (cerca de 80% do milho produzido), para alimentação humana (cerca de 13%) e o restante constitui-se como matéria-prima para diversos produtos industrializados, movimentando grandes complexos industriais e gerando empregos (NOGUEIRA NETTO, 1996).

A produção da cultura se caracteriza pela divisão da safra em duas épocas de plantio. O plantio de verão, que é a safra principal realizado na época tradicional de

cultivo, ou seja, no período chuvoso. E mais recentemente, a produção tem aumentado pela segunda safra obtida, chamada também de safrinha, a qual refere-se ao milho de sequeiro plantado quase sempre depois da cultura da soja. Isso se deve aos significativos avanços nas pesquisas realizadas com a cultura, as quais tem desenvolvido cultivares com alto poder de produção e adaptabilidade às condições adversas de clima e solo, bem como pouca exigência tecnológica (MAGALHÃES, 2011).

A espécie, ainda cumpre um papel técnico importante para a viabilidade de outras culturas, como a soja e o algodão, por meio da rotação de culturas, minimizando possíveis problemas como nematóides de galha, nematóide de cisto e doenças como o mofo branco e outras, dando sustentabilidade para diferentes sistemas de produção em muitas regiões agrícolas do Brasil e do mundo (SILVA et al., 2006).

A área cultivada com a cultura do milho na safra 2014/15 foi estimada em 15.692,9 milhões de hectares. A produtividade do grão na mesma safra foi de 5.396 kg.ha⁻¹. Contudo, a consolidação da produção brasileira de milho, reunindo a primeira e segunda safra de 2015/16, atingiu nesta temporada, o montante de 66.979,5 mil toneladas, apresentando um decréscimo de 20,2% em relação à produção anterior, calculada em 84.672,4 mil toneladas (CONAB, 2016).

Para otimizar o desempenho produtivo da cultura, inúmeras estratégias têm sido desenvolvidas, como a inoculação de microrganismos capazes de interagir com a planta de forma direta ou indireta, seja possibilitando a produção de substâncias promotoras de crescimento vegetal, de substâncias inibidoras de agentes causadores de doenças ou até mesmo por meio de competição por espaço e nutrientes com fitopatógenos (STEFANELLO e BONETT, 2013).

3.2 Uso de fungos para a otimização da Agricultura

A utilização de inoculantes atua de maneira a aumentar a produtividade de determinada cultura, além de melhorar a qualidade dos solos, reduzir os custos e a quantidade de adubos nitrogenados com vistas à preservação ambiental. Um inoculante é caracterizado como o material que contém microrganismos que atuam favoravelmente no desenvolvimento das plantas, composto por bactérias e fungos específicos para cada espécie vegetal (SAITO et al., 2009).

Trabalhos com inoculantes produzidos a partir de estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio tem sido desenvolvido buscando avaliar as contribuições obtidas na otimização da eficiência no crescimento vegetal e ganho de produtividade das espécies de maiores interesses econômicos para a agricultura, associado a redução dos impactos ambientais gerados com a atividade, bem como a diminuição dos custos de produção (CHAGAS JÚNIOR et al., 2012).

A promoção de crescimento ocasionada por microrganismos do solo ocorre devido à ação de vários fatores, que envolvem a produção de hormônios vegetais, produção de vitaminas ou conversão de materiais a uma forma útil para a planta, absorção e translocação de minerais e controle de patógenos (MELO, 1996).

Altomare et al. (1999), em seus experimento mostraram que um isolado de *T. harzianum* teve habilidade para solubilizar nutrientes de compostos como rochas de fosfato, óxido de manganês, óxido de ferro e zinco metálico. Harman et al. (2004), diz que os fungos podem aumentar em até um metro o comprimento das raízes de plantas ornamentais, de gramados e algumas espécies de plantas cultivadas como o milho, possibilitando a essas plantas uma maior resistência a veranicos e a tombamentos.

O aumento no crescimento vegetativo do milho sob influência da inoculação de fungos do gênero *Trichoderma* foi comprovado em um estudo realizado por Stefanello e Bonett (2013), que 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.

Ensaio realizados por Harman (2000), em que utilizou solos ácidos e alcalinos, foi constatado que o T-22 (*T. harzianum*) é capaz de colonizar todas as partes do sistema radicular em plantas ornamentais, além de feijão e milho. Na cultura do milho a colonização radicular por *Trichoderma* estirpe T22, reduziu a exigência das plantas por fertilizantes nitrogenados em até 40%.

Chagas Junior et al. (2012), concluíram que com inoculação de *Trichoderma* e rizóbio em feijão-caupi, além de proporcionarem melhores resultados nas variáveis analisadas no experimento, esclareceu que a inoculação do *Trichoderma* não favorece nenhum efeito inibitório sobre as estirpes de rizóbio em feijão-caupi.

Avaliando-se a emergência e promoção de crescimento de cambará (*Gochnatia polymorpha*), foi constatado nos resultados obtidos no trabalho, que os isolados de *Trichoderma* spp. testados não interferem na emergência das plântulas,

mas apresentam potenciais como promotores do crescimento vegetal das mudas para a espécie estudada (MACHADO et al., 2015),

O *Trichoderma* spp. é benéfico na promoção do crescimento e desenvolvimento da planta, podendo ser uma alternativa viável para a redução ou eliminação do uso de fertilizantes químicos, contribuindo para a adoção de um modelo de produção agrícola sustentável e mais viável do ponto vista econômico (AZARMI et al., 2011).

3.3 Considerações sobre a biologia do gênero *Trichoderma*

O *Trichoderma* spp. é um fungo natural do solo, encontrado com mais facilidade em solos orgânicos, que pode viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos (MELO, 1998). O gênero *Trichoderma* corresponde à fase anamórfica do gênero *Hypocrea*, pertencente à classe dos fungos Mitospóricos, subclasse Hifomicetos, ordem *Moniales*, família *Moniliaceae* (DOMSCH et al., 1980).

Fungos do gênero *Trichoderma* são de vida livre e estão presentes com mais frequência em solos de regiões de clima temperado e tropical, apresentando uma concentração que varia de 10^1 a 10^3 propágulos por grama de solo. Reproduzem-se assexuadamente, sendo frequentemente encontrada a fase sexual teleomorfa (gênero *Hypocrea*). Contudo, ainda existem muitas linhagens que não possuem ciclo sexual conhecido (BENÍTEZ et al., 2004).

Possuem morfologia variável ao longo do seu desenvolvimento, apresentando inicialmente um micélio de coloração branca de rápido crescimento, que torna-se cotonoso e compacto com tufo verdes. A coloração da colônia depende da quantidade de conídios e da pigmentação dos mesmos (DOMSCH et al., 1980). Apresentam alta diversidade genética, e podem ser usados para produzir uma ampla variedade de produtos de interesse ecológico e comercial (HARMAN et al., 2004).

Os mesmos estão entre os microrganismos mais estudados como biocontrole devido a sua grande importância econômica para a agricultura, essencialmente por apresentarem elevado potencial de atuação em diversas atividades benéficas às plantas cultivadas, que incluem a promoção de crescimento e indução de resistência às doenças, estando dessa forma, entre os microrganismos mais estudados (FORTES et al., 2007).

Aplicação de *Trichoderma* pode ser feita nas sementes, no substrato, no sulco de plantio ou em matérias orgânicas que serão incorporadas antes do transplante das mudas (LUCON, 2009). Grande parte dessas espécies associa-se às raízes, formando uma interação interespecífica de simbiose, por mecanismos semelhantes àqueles de fungos micorrízicos (STEFANELLO e BONETT, 2013).

Como é um microrganismo naturalmente encontrado no solo, apresenta uma importante função ecológica, participando da decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e contribuindo na disponibilização de nutrientes para as plantas (SAITO et al., 2009). Também é considerado um biofungicida natural, que aumenta em até 100% a resistência das plantas ao ataque de fungos fitopatogênicos.

A habilidade de *Trichoderma* spp. em controlar fungos de solo varia consideravelmente, sendo possível melhorar a eficiência desses agentes pela seleção de isolados com maior potencial de antagonismo, principalmente contra fitopatógenos que interferem na produção de mudas. Contudo, alguns outros processos fisiológicos naturais como: germinação, emergência, desenvolvimento e florescimento das plantas podem ser influenciados pelo uso de isolados de *Trichoderma* spp. (ETHUR et al., 2012).

A promoção de crescimento de plantas promovida pela aplicação de *Trichoderma* a princípio foi relacionado ao controle dos microrganismos prejudiciais presentes no solo. Entretanto, na ausência de fitopatógenos Lucon (2009), diz que tal mecanismo de ação tem sido relacionado à produção de hormônios ou fatores de crescimento, maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado no setor de mudas e jardinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus Araguatins*, nas coordenadas geográficas de 05° 39' 04,64" S e 48° 04' 29,24" W e 103 m de altitude, a 612 km da capital Palmas. O clima característico da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de Inverno. A localização apresenta precipitação média anual de 1500 mm, temperatura média de 28,5°C (INMET, 2016).

4.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, sete tratamentos e dos genótipos de milho diferentes (uma variedade crioula e o híbrido comercial AG -1051), totalizando 70 parcelas. O experimento foi instalado a partir do mês de junho de 2016, com os tratamentos descritos abaixo distribuídos aleatoriamente na área experimental:

0- Sementes sem inoculação do fungo (0 g de *Trichoderma asperellum*) – testemunha;

- 1- Semente inoculada com o fungo (25 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*);
- 2- Semente inoculada com o fungo (50 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*);
- 3- Semente inoculada com o fungo (75 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*);
- 4- Semente inoculada com o fungo (100 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*);
- 5- Semente inoculada com o fungo (125 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*);
- 6- Semente inoculada com o fungo (150 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*)

As dosagens foram escolhidas de maneira aleatória sendo consideradas doses crescentes do produto comercial, pela ausência de trabalhos que fazem a utilização de avaliação de dosagens.

4.3 Condução do experimento

Para o presente trabalho foi utilizado solo coletado nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - *Campus* Araguatins, camada superficial de 0-20cm. As parcelas foram constituídas de sacos plásticos contendo substrato, sendo utilizado aproximadamente 1.800g de solo para cada recipiente (sacos plásticos), com capacidade de 2 kg (Figura 1).

FIGURA 1: Área do experimento.



Fonte: Próprio autor (2016).

As sementes dos dois genótipos de milho utilizadas foram obtidas através de compra em casa agropecuária (Híbrido AG-1051) e em compra direta na feira local de Araguatins (Variedade Crioula). O milho híbrido AG-1051 é caracterizado pela arquitetura foliar aberta, ciclo semiprecoce (soma térmica de 875°C dia), grãos dentados amarelo, altura de planta e altura de inserção de espiga com 2,20 m e 1,12 m, com recomendação para produção de grãos, silagem e milho verde (CALONEGO et al., 2011).

Para o tratamento com inoculação de fungo foi utilizado um produto comercial, sendo este um fungicida microbiológico que possui esporos viáveis de *Trichoderma asperellum* Isolado SF 04 (mínimo de $1,0 \times 10^1$ UFC/g). Formulado

com base em um fungo de ocorrência natural nos solos, eficaz no controle de fungos fitopatogênicos, incluindo os fungos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* spp. e *Rhizoctonia solani* em qualquer cultura nos quais ocorram (MAPA, 2016).

A inoculação do fungo ao solo foi realizada a partir da diluição do produto em volume correspondente a 1 litro de água, conforme a concentração descrita em cada tratamento, sendo posteriormente esse volume disperso sobre o solo dos sacos dos respectivos tratamentos (Figura 2). A semeadura foi realizada logo após a inoculação do fungo ao solo. Em cada parcela foram semeadas um total de quatro sementes, após a emergência realizou-se o desbaste para obter apenas uma planta por unidade experimental.

FIGURA 2: Inoculação dos fungos.



Fonte: Próprio autor (2016).

Durante todo o período de desenvolvimento, as plantas foram submetidas a irrigação diária, durante os períodos mais amenos do dia.

4.4 Variáveis analisadas

As análises das características fitométricas foram realizadas aos 35 dias após a emergência, em todas as parcelas que constituíam a área experimental. Pela grande importância do milho na alimentação animal, foram determinados as propriedades bromatológicas das plantas conduzidas no experimento. Para determinação dessas análises utilizou-se a metodologia descrita a seguir:

a.1) Massa Fresca da parte aérea (MFPA): a parte aérea das plantas foram separadas e a pesagem foi realizada em balança analítica de precisão de 0,0001g.

a.2) Massa Fresca do sistema radicular (MFSR): o sistema radicular das plantas foram destacados e a pesagem foi realizada em balança analítica de precisão de 0,0001g.

a.3) Massa Seca da parte aérea (MSPA): para determinação de MS, foi realizada a pré-secagem da fração verde a partir da secagem em estufa com circulação de ar a 60°C (amostra seca ao ar – ASA) por 72 horas. A pesagem foi realizada em balança analítica de precisão de 0,0001g.

a.4) Massa Seca do sistema radicular (MSSR): para determinação de MS, foi realizada a pré-secagem da fração verde a partir da secagem em estufa com circulação de ar a 60°C (amostra seca ao ar – ASA) por 72 horas. A pesagem foi realizada em balança analítica de precisão de 0,0001g.

As análises descritas acima foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus* Araguatins.

4.5 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de regressão para identificar a eficiência das dosagens do fungo *Tricoderma aperellum* na promoção de crescimento nos dois genótipos de milho testados neste experimento, crioulo e híbrido. A análise estatística de regressão foi aplicada com a utilização do

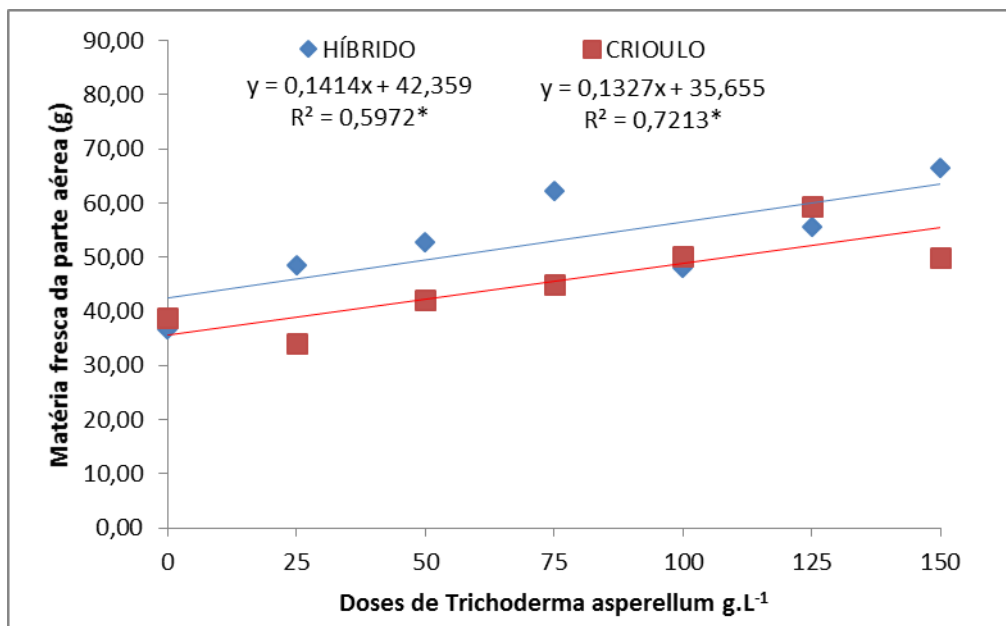
programa SISVAR versão 5.6 e os gráficos foram elaborados no programa Microsoft Excel 2016.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial bromatológico de uma cultivar deve ser avaliado porque a relação entre produção de massa verde e massa seca ha^{-1} são características importantes para a viabilidade econômica de uma forrageira, principalmente quando esta é destinada a produção de silagem (OSVALDO FILHO et al., 2006), uma das indicações para utilização da cultivar AG 1051 (CALONEGO et al., 2011).

As análises de regressão apresentadas nas figuras 3, 4, 5 e 6, mostram que a inoculação do fungo *T. asperellum* promoveu incrementos relevantes estatisticamente significante nas variáveis relacionados as características bromatológicas em ambos genótipos exceto para a variável massa seca do sistema radicular do genótipo crioulo, sendo o tratamento com dosagem 0 g.L^{-1} (testemunha) o de menor média em relação aos demais tratamentos testados, que utilizaram crescentes dosagem de inóculo do fungo.

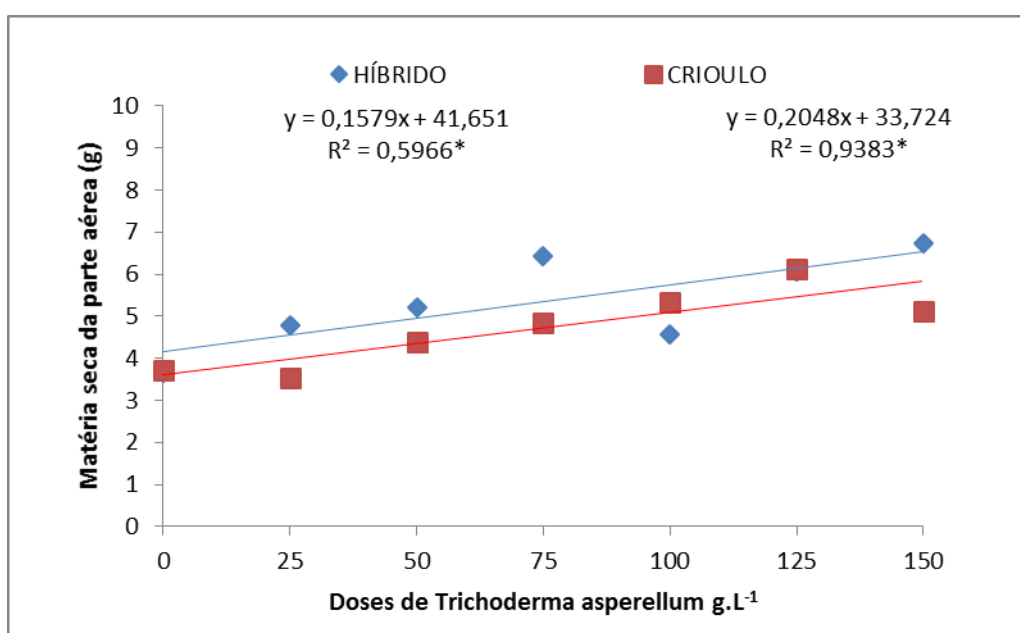
FIGURA 3: Massa fresca da parte aérea de dois genótipos de milho (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de *Trichoderma asperellum* (g.L^{-1}). Araguatins - TO, 2016.



Para o genótipo de milho híbrido e crioulo, o crescimento mostra-se contínua e estatisticamente significante para a variável massa fresca da parte aérea (figura 3), até uma dosagem determinante (150 g.L^{-1} de *T. asperellum*), demonstradas pelo incremento positivo na quantidade de fotoassimilados acumulado.

Resultados semelhantes foram encontrados por Stefanello e Bonett (2013), que observou uma acentuada promoção de crescimento em plantas de milho a partir da inoculação de sementes com fungos do gênero *Trichoderma*, demonstrando o efeito positivo que a inoculação pode promover, pelo maior acúmulo de matéria verde e matéria seca das plantas, acrescentando ainda que as plantas apresentaram um melhor desenvolvimento radicular quanto, ao comprimento, peso de matéria verde e peso de matéria seca.

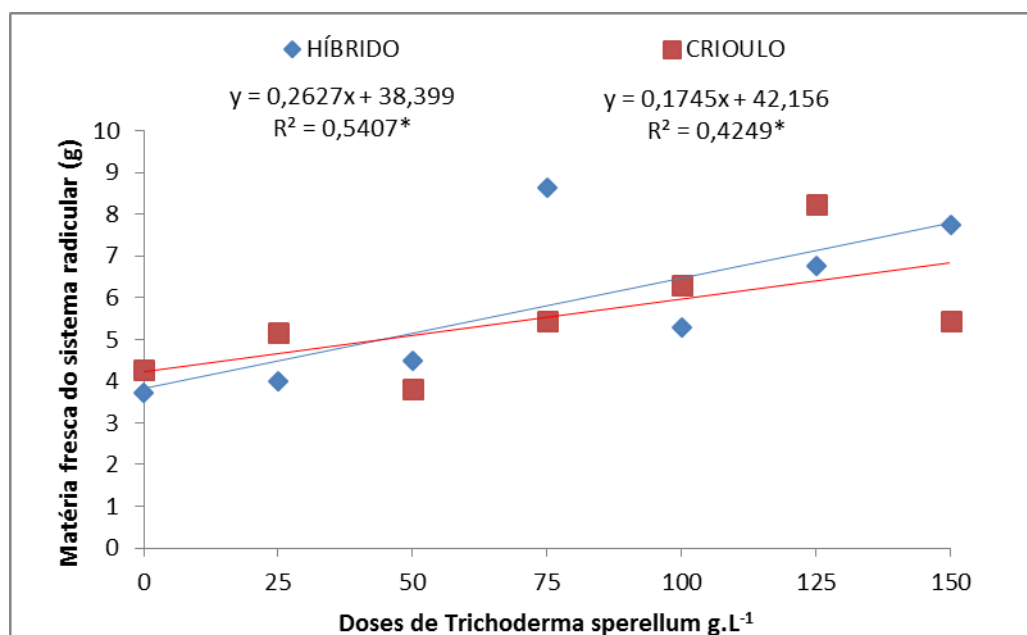
FIGURA 4: Massa seca da parte aérea de dois genótipos de milho (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de *Trichoderma asperellum* (g.L⁻¹). Araguatins - TO, 2016.



Em análise do reflexo promovido no crescimento nas plantas do milho híbrido (AG-1051) e crioulo para a variável massa seca da parte aérea (figura 4), com o uso do *Trichoderma* o desempenho das diferentes dosagens testadas promoveu uma resposta mais acentuada para o genótipo híbrido.

Acredita-se que esse resultado pode ser justificado pelo melhoramento genético que essa linhagem carrega, possuindo maior capacidade produtividade e sensibilidade ao manejo, o que garante a mesma uma resposta mais expressiva dos efeitos que as diferentes condições de manejo testadas neste experimento são capazes de promover no desenvolvimento da cultura.

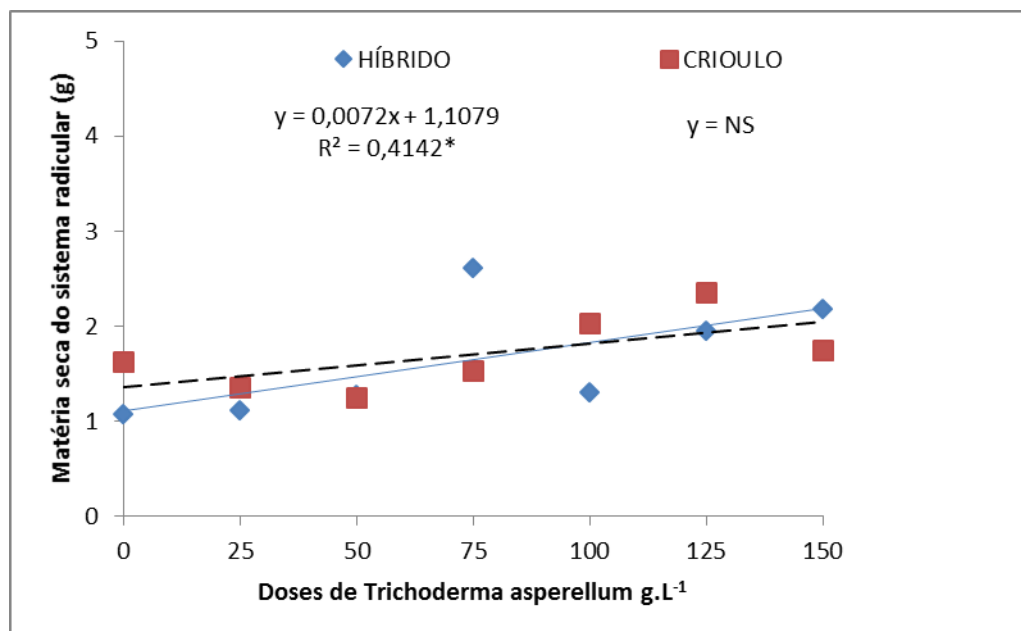
FIGURA 5: Massa fresca do sistema radicular de dois genótipos (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de *Trichoderma asperellum* (g.L⁻¹). Araguatins - TO, 2016.



Embora que para o genótipo crioulo analisando a variável matéria seca do sistema radicular não foi significativo estatisticamente o desenvolvimento da matéria fresca do sistema radicular em ambos os genótipos (Figuras 5 e 6), teve um significativo aumento com a inoculação do fungo, o que é bastante positivo visto que um sistema radicular bem desenvolvido é fundamental para o sucesso das culturas. As raízes podem atuar como elementos de suporte na matriz física do solo, mas também, como órgão de absorção de água e de minerais, de produção de várias substâncias orgânicas complexas, vitais a sua própria fisiologia e à da planta inteira, além de armazenarem diversos nutrientes, em certos estádios fenológicos, como minerais, amido e aminoácidos (ZAMBOLIM, 2002).

A promoção de crescimento obtida no sistema radicular é um benefício obtido pelo o uso de fungo, pois os mesmos podem aumentar em até um metro o comprimento das raízes de plantas ornamentais, de gramados e algumas espécies de plantas cultivadas como o milho, possibilitando a essas plantas uma maior resistência a veranicos e a tombamentos (HARMAN et al., 2004), uma característica de relevante importância para a região em que o trabalho foi desenvolvido.

FIGURA 6: Massa seca do sistema radicular de dois genótipos (crioulo e híbrido AG-1051), submetido a diferentes doses de *Trichoderma asperellum* (g.L⁻¹). Araguatins - TO, 2016.



Observa-se ainda, que os resultados observados no presente trabalho demonstram o potencial produtivo obtido com a evolução genética em espécies de grande importância econômica para a agricultura. Em uma análise comparativa dos dados, considerando o fator genótipo, é possível verificar um desenvolvimento mais acentuado no milho híbrido comercial em relação ao crioulo, demonstrando maiores médias em todas as variáveis.

Os genótipos de milho introduzidos recentemente apresentam diversas modificações nos parâmetros morfológicos da planta que lhe conferem um maior desenvolvimento produtivo, como menor estatura e altura de inserção da espiga, menor duração do subperíodo pendramento-espigamento, folhas de angulação mais ereta, elevado potencial produtivo e tolerância ao acamamento (ALMEIDA et al, 2000; ARGENTA et al., 2001), características essas observadas no genótipo do híbrido AG-1051.

Contudo, para que todo o desempenho da cultura seja expressado faz-se necessário, não somente, a obtenção de genótipos de expressivo potencial produtivo, mas também, que estes estejam adaptados às condições edafoclimáticas

da região (ZANUZO et al., 2013), avaliando-se o desempenho agronômico da cultivar a partir da condução de ensaios específicos que permitem a extrapolação para as condições reais do campo, sobretudo, os que combinem a produtividade agrícola ao uso sustentável dos recursos naturais.

Desse modo, o uso do *Trichoderma* spp. pode ser considerado um insumo eficiente na promoção do crescimento e desenvolvimento da planta, podendo ser uma alternativa para a redução ou eliminação do uso de fertilizantes químicos.

CONCLUSÃO

A inoculação com fungo *T. asperellum* promoveu melhorias no desenvolvimento bromatológico de plantas de milho, tanto na aumento da massa da parte aérea como no sistema radicular, em análises de matéria fresca e seca.

A dosagem mais viável de utilização do inóculo do fungo é a de 150 g.L⁻¹ de *Trichoderma asperellum*, promovendo o crescimento mais acentuado das plantas.

O desempenho mostrado pelo milho híbrido AG-1051 com o uso do da inoculação do fungo foi mais expressivo, se comparado ao milho crioulo.

Faz-se necessário a realização de pesquisas analisando mais profundamente as questões econômicas envolvidas na utilização do produto comercial, para a comprovação da viabilidade econômica no uso do fungo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 30, n. 1, p.23-29, 2000.
- ALTOMARE, C.; NORVELL, W.A.; BJORKMAN, T.; HARMAN, G.E. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, 1999.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; VASCO NETO, B. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.
- AZARMI, R.; HAJIEGHARARI, B.; GIGLOU, A. Effect of *Trichoderma* isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n. 31, p. 5850-5855, 2011.
- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A.M.; LIMÓN, M.C.; CÓDON, A.C. Biocontrol, Mechanisms of *Trichoderma* Strains. **International Microbiology**, Madrid, v. 7, n.4, p. 249-260. 2004.
- BORÉM, A.; GIÚDÍCE, M.P. del. Cultivares transgênicos. In: **Tecnologia de produção do milho**/ João Carlos Cardoso Galvão, Glauco Vieira Miranda. Editores. Viçosa-MG, cap. 3, p. 85-108, 2008.
- CALONEGO, J.C.; POLETO, L.C.; DOMINGUES, F.N.; TIRITAN, C.S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p. 84-90, 2011.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: **Tecnologia de produção do milho**/ João Carlos Cardoso Galvão, Glauco Vieira Miranda. Editores. Viçosa-MG, cap. 5, p.139-182, 2008.
- CHAGAS JUNIOR, A.F.; SANTOS, G.R. dos; REIS, H.B.; MILLER, L.O.; CHAFAS, L.F.B. Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado, Gurupí, TO. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v. 7, n. 2, p. 242-249, abr./jun. 2012.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v.3 -Safra2015/2016, n. 12 – Décimo Segundo Levantamento, Brasília-DF, p. 1-184, set. 2016.
- CONCEICAO, P.M.; VIEIRA, H.D.; CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; CONCEIÇÃO, P.S. Efeito dos ácidos húmicos na inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em sementes de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria- RS, v. 39, n. 6, 2009.

DOMSCH, K.H.; GAMS W.; ANDERSON T.H. Compendium of soil fungi. **Academic Press**, London. 1980.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Cultivo do Milho**. Sistemas de produção, Versão Eletrônica, 6ª edição. set. 2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imanejo.htm> Acesso em: 06 julho 2016.

ETHUR, L.Z.; LUPATINI, M.; BLUME, E.; MUNIZ, M.F.B.; ANTONIOLLI, Z.I.; LORENTZ, L.H. *Trichoderma asperellum* na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, Santa Maria-RS, v. 11, n. 4, p. 73-84, 2012.

FORTES, F.O.; SILVA, A.C.F.; ALMANÇA, M.A.K.; TEDESCO, S.B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* spp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 221-228, 2007.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Produção de milho em pequenas propriedades**. Viçosa, MG: Centro de Produção Técnicas – CPT, p. 300, 2011.

HARMAN, G.E. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, Geneva-NY, v. 84, n. 4, p. 376–393, 2000.

HARMAN, G.E.; HOWELL, CR.; VITERBO; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p. 43-56, 2004.

INMET (**Instituto Nacional de Meteorologia**), 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 19 de setembro de 2016.

LUCON, C.M.M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2009_1/Trichoderma/Index>. Acesso em: 20 setembro de 2016.

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F. da; ANTONIOLLI, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2015.

MAGALHÃES, P.C. Fisiologia da produção. In: **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), Brasília – DF, cap. 2, p. 27-36, 2011.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, Sete Lagoas – MG, n. 22, 2002.

MARCONDES, M.M.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; ROSÁRIO, J.G. do; FARIA, M.V. Aspectos do melhoramento genético de milho para a produção de silagem. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**. Guarapuava-PR, v. 5, n. 2, p. 173-182, 2012.

MELO, I.S. Agentes microbianos no controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Eds.) **Controle Biológico**, v.1. Jaguariúna-SP: EMBRAPA, p.17-67, 1998.

MELO, I.S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo-RS, v. 4, n. 1, p. 261-295, 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Quality WG. 2016. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Fungicidas/quality.pdf>>. Acesso em: 12 de novembro de 2016.

MIYAZAWA, M.; COSTA, A.; REIS JÚNIOR, R. dos A.; TISKI, Í.; PEREIRA, L. R. **Eficiência da Adubação Nitrogenada Com Ureia Revestida Por Polímero na Cultura do Milho** XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóí, p. 1601-1607, 26 a 30 de Agosto de 2012.

NOGUEIRA NETTO, V.S. **Impactos do Mercosul na produção e comercialização do milho e da soja na Região Centro-Oeste**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

OSVALDO FILHO, R.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia-GO, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan./mar. 2006.

SAITO, L. R.; SALES, L.L.S.R.; MARTINCKOSKR, L.; ROYER, R.; RAMOS, M.S. de; REFFATTIR, T. Aspectos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3. set./dez. 2009.

SANTOS, J.O. dos; SANTOS, R.M. de S.; FERNANDES, A. de A.; SOUTO, J. da S.; BORGES, M. da G.B.; FERREIRA, R.T.F.V.; SALGADO, A.B. Os sistemas alternativos de produção de base agroecológica. **ACSA – Agropecuária Científica do Semiárido**, v.9, n.1, p. 01-08, 2013.

SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L. CIERO, L. **Guia do Milho: Tecnologia do Campo a Mesa**. Conselho de Informação sobre Biotecnologia. Jul., 2006.

STEFANELLO, L.; BONETT, L. P. Avaliação do desenvolvimento de milho com *Trichoderma* spp. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v. 6, n. 1, p. 121-127, 2013.

ZAMBOLIM, L. **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa: UFV, 2002.

ZANUZO, M.R.; RIBEIRO, L.M.; LANGE, A.; MACHADO, R.A.F.; MASSAROTO, J.A. Desempenho agrônomo de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 332-337, 2013.