

**CONTROLE ALTERNATIVO DE *Fusarium* spp. EM SEMENTES DE MILHO**

**NADJA GLAUCIA DE MELO SOUZA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**MARÇO- 2017**

**CONTROLE ALTERNATIVO DE *Fusarium* spp. EM SEMENTES DE MILHO**

**NADJA GLAUCIA DE MELO SOUZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

**Orientadora: Profa. Dra. Élide Barbosa Corrêa**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**MARÇO- 2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S729c Souza, Nadja Gláucia de Melo.  
Controle alternativo de *Fusarium* spp. em sementes de milho  
[manuscrito] / Nadja Gláucia de Melo Souza. - 2017.  
52 p.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade  
Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa,  
2017.

"Orientação: Profa. Dra. Élica Barbosa Corrêa, Pró-Reitoria  
de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Cultura do milho. 2. Patologia de sementes. 3. *Fusarium*  
*verticillioides*. 4. *Fusarium oxysporum*. I. Título.

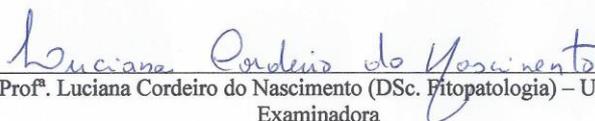
21. ed. CDD 633.15

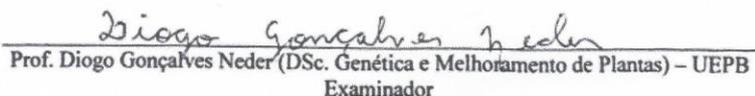
**CONTROLE ALTERNATIVO DE *Fusarium* spp. EM SEMENTES DE MILHO**

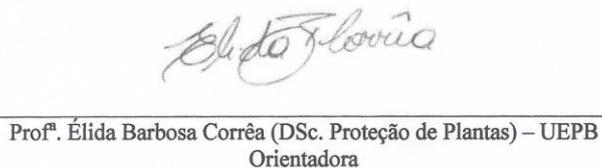
**NADJA GLAUCIA DE MELO SOUZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

Aprovada em:

  
Prof.<sup>a</sup> Luciana Cordeiro do Nascimento (DSc. Fitopatologia) – UFPB  
Examinadora

  
Prof. Diogo Gonçalves Neder (DSc. Genética e Melhoramento de Plantas) – UEPB  
Examinador

  
Prof.<sup>a</sup> Élide Barbosa Corrêa (DSc. Proteção de Plantas) – UEPB  
Orientadora

## **Dedicatória**

**Ao presente de Deus em minha vida, Marina de Souza Fidelis.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças para continuar em meio a tantas dificuldades;

A Rayr Fidelis da Silva por ter sido companheiro, por todos os conselhos, encorajamento e ajuda em todas as tarefas que cabiam a mim, mas você com todo o seu amor se dispôs a fazê-las;

Aos meus pais por todo carinho e dedicação, vocês se alegraram com meus acertos, choraram com minhas angústias, torceram, acreditaram e oraram por tudo isso sou grata;

Aos meus irmãos agradeço por vocês existirem em minha vida;

Meus Sobrinhos Elisa, Thayna, Normanda, Claurenia, Lavívia, Luis Gustavo, Rafael, Davi, Lorellayne, Artur e Heitor;

À Raiane Lins por todo carinho, cuidados e amor que sempre me dedica;

À Marli Fidelis e Marcos Maia por todo carinho, e por todos os momentos felizes que sempre me proporcionaram;

Aos meus cunhados Ricardo Fidelis e Everaldo e ao meu sogro Deda;

À professora Élide, pela orientação e pela compreensão e cuidados que sempre me dedicou;

Aos colegas de curso Silmara Chaves, Vanessa Guedes e Jonnatan Santos por terem sido companheiros e por tantos momentos felizes vividos ao lado de vocês;

À Bruna Regina, Magaly, Rommel, Jeneilson, Damião, Érika, Natanael e Edilene;

Aos meus colegas do laboratório Trycia Farias, Yuri Santos, Márcia Paloma e Alisson Batista por sempre me ajudarem nas atividades, vocês foram incríveis em tudo que fizeram por mim;

Às minhas amigas conquistadas durante o colegial, Mayara Soares, Bruna Samara, Joana Kelly, Jacy Fidelis, Paloma, Ana Paula, Jaqueline Sales e Natália Azevedo por tudo que vocês representam em minha vida, amo vocês;

Às minhas amigas Idaline Pessoa, Aline Fidelis, Yara Fidelis, Loreane e Vânia Ramos;

À Universidade Estadual da Paraíba, CNPQ e CAPES

Obrigada!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do milho.....	3
2.2 Patógenos associados às sementes de milho.....	3
2.2.1 <i>Fusarium</i> spp. associados às sementes de milho.....	4
2.3 Manejo de doenças em sementes de milho.....	5
2.4 Controle da podridão e tombamento em sementes de milho com extratos vegetais.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1 Variedades de milho utilizadas.....	6
3.2 Patógenos.....	6
3.3 Obtenção dos extratos.....	7
3.4 Avaliação da fungitoxicidade de extratos vegetais a <i>Fusarium</i> spp.....	7
3.5 Avaliação de extratos vegetais na germinação de milho cv. BR5011 Sertanejo.....	8
3.6 Avaliação da fungitoxicidade de extratos vegetais a <i>Fusarium</i> spp. em sementes de milho cv. BR 5011 Sertanejo.....	8
3.7 Obtenção dos formulados alternativos para o tratamento de sementes.....	9
3.8 Avaliação de formulados alternativos sobre a germinação de milho cv. BR 5011 Sertanejo.....	10
3.9 Avaliação de formulados alternativos sobre a incidência de <i>F. verticillioides</i> F311 em milho cv. BR 5011 Sertanejo.....	10
3.10 Avaliação de formulados alternativos sobre a emergência e tombamento de plântulas de milho cv. BR 5011 Sertanejo e BRS Assum Preto.....	11
3.11 Análise estatística.....	11
4. RESULTADOS.....	12
5. DISCUSSÃO.....	28
6. CONCLUSÕES.....	32
7. REFERÊNCIAS.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeito do extrato alcóolico de eucalipto, pimenta malagueta, neem e pimenta do reino sobre a germinação das sementes de milho variedade BR 5011 Sertanejo. .....	16
Tabela 02. Efeito de extratos vegetais a 10% sobre a incidência de <i>Fusarium verticillioides</i> F159, <i>Fusarium verticillioides</i> F311 e <i>Fusarium oxysporum</i> 01 em sementes de milho cv. BRS 5011 Sertanejo.....	17
Tabela 03. Efeito de extratos vegetais a 20% sobre a incidência de <i>Fusarium oxysporum</i> F01 em sementes de milho cv. BRS 5011 Sertanejo.....	18
Tabela 04. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino na germinação de sementes de milho BR 5011 Sertanejo.....	19
Tabela 05. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino na incidência de <i>Fusarium verticillioides</i> F311 em sementes de milho.....	20
Tabela 06. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência plântulas de milho cv BR5011 Sertanejo inoculadas ou não com <i>Fusarium verticillioides</i> F311 sobre o comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas.....	21
Tabela 07. Efeito dos produtos utilizados nas formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre o crescimento de <i>Fusarium verticillioides</i> F159, <i>F. verticillioides</i> F311 e <i>F. oxysporum</i> F01.....	22
Tabela 08. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. BR5011 Sertanejo inoculado com <i>Fusarium verticillioides</i> F159.....	23
Tabela 09. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de	

radículas de milho cv. Assum Preto inoculado com <i>Fusarium verticillioides</i> F159.....	24
Tabela 10. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. BR5011 Sertanejo inoculado com <i>Fusarium verticillioides</i> F311.....	25
Tabela 11. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. Assum Preto inoculado com <i>Fusarium verticillioides</i> F311.....	26
Tabela 12. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. BR5011 Sertanejo inoculado com <i>Fusarium oxysporum</i> F01.....	27
Tabela 13. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. Assum Preto inoculado com <i>Fusarium oxysporum</i> F01.....	28

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01. Efeito de extratos vegetais no crescimento micelial de *Fusarium verticillioides* isolado F159 após tratamento com extrato vegetal de pimenta malagueta (1A), neem (1B), eucalipto (1C) e pimenta do reino (1D) após seis dias da repicagem..... 12
- Figura 02. Efeito de extratos vegetais no crescimento micelial de *Fusarium verticillioides* isolado F311 após tratamento com extrato vegetal de pimenta malagueta (2A), neem (2B), eucalipto (2C) e pimenta do reino (2D) após seis dias de repicagem..... 13
- Figura 03. Efeito de extratos vegetais no crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* F01 após tratamento com extrato vegetal de pimenta malagueta (3A), neem (3B), eucalipto (3C) e pimenta do reino (3D) após seis dias de incubação..... 14
- Figura 04. Efeito do solvente no crescimento micelial de *Fusarium verticillioides* F311, *Fusarium verticillioides* F159 e *Fusarium oxysporum* F01, após seis dias da repicagem.....15

## RESUMO

Souza, Nadja Glaucia de Melo. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão, Março de 2017. **Controle Alternativo de *Fusarium spp.* em sementes de milho.** Campina Grande, PB, 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Agrárias) – Orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Élide Barbosa Corrêa

Sementes de milho são suscetíveis a *Fusarium spp.*, que causam o apodrecimento, tombamento das plântulas e a contaminação dos grãos por micotoxinas. Plantas produzem compostos antimicrobianos que podem ser extraídos e utilizados como método alternativo no manejo de doenças. O objetivo do trabalho foi obter um produto alternativo, por meio da utilização de extratos vegetais associados a pós (pó de rocha, caulim e cinza) para o controle de *Fusarium spp.* associados às sementes de milho. Para tanto, foi avaliada a fungitoxicidade de extratos de frutos de pimenta malagueta, folhas de eucalipto, frutos de pimenta do reino e folhas de neem a *Fusarium spp.*; e o efeito dos extratos na germinação de sementes de milho. Os extratos vegetais testados são fungitóxicos a *Fusarium spp.*, causando inibição total do crescimento dos patógenos a partir da concentração de 5%. O tratamento das sementes com os extratos (20%) não causou diminuição da germinação, sendo que o extrato de pimenta malagueta promoveu a germinação das sementes. O extrato de pimenta do reino (10%) teve efeito fungitóxico a *F. verticillioides* (F159 e F311) em sementes de milho cv. Sertanejo. Os extratos testados (10% e 20%) não inibiram *F. oxysporum* (F01) nas sementes de milho cv. Sertanejo. Extrato de pimenta do reino + pó de rocha, solvente + pó de rocha e solvente + caulim aceleraram a germinação das sementes de milho cv. Sertanejo. Todas as formulações testadas diminuíram a incidência de *F. verticillioides* F311 nas sementes de milho var. Sertanejo. Extrato de pimenta do reino + pó de rocha e extrato de pimenta do reino tiveram efeito positivo no controle do tombamento causado por *Fusarium spp.*; e na promoção de desenvolvimento das plântulas. Conclui-se que o produto alternativo formulado com extrato de pimenta do reino + pó de rocha e o extrato de pimenta do reino têm potencialidade para serem utilizados no controle alternativo de *Fusarium spp.* em sementes de milho.

**Palavras chave:** Patologia de sementes, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium oxysporum*.

## ABSTRACT

Souza, Nadja Glaucia de Melo. University of the State of Paraíba/Cotton Embrapa, March 2017. **Alternative control of *Fusarium* spp. in maize seeds**. Campina Grande, PB, 2017. Dissertation (Graduate Program in Agricultural Sciences) – Advisor: DSc: Élide Barbosa Corrêa

Maize seeds are susceptible to *Fusarium* spp., which cause rotting, damping off and corn kernel contamination by mycotoxins. Plants produce antimicrobial compounds that can be extracted and used as an alternative method in the management of diseases. The objective of this work was to obtain an alternative product, through the use of vegetal extracts associated with powders (rock powder, kaolin and ash) for the control of *Fusarium* spp. associated with maize seeds. For this, were evaluated the fungitoxicity of extracts of fruits of chilli pepper, eucalyptus leaves, black pepper fruits and neem leaves to *Fusarium* spp.; and the effect of the extracts on the germination of maize seeds. The tested plant extracts are fungitoxic to *Fusarium* spp. causing total inhibition of the growth of the pathogens from the concentration of 5%. The treatment of the seeds with the extracts (20%) did not cause decrease in germination, and the extract of chilli pepper promoted the germination of the seeds. The black pepper extract (10%) had fungitoxic effect to *F. verticillioides* (F159 and F311) in maize cv. Sertanejo. The extracts tested (10% and 20%) did not inhibit *F. oxysporum* (F01) in maize cv. Sertanejo. Black pepper extract + rock powder, solvent + rock powder and solvent + kaolin accelerated the germination of maize cv. Sertanejo. All formulations tested decreased the incidence of *F. verticillioides* F311 in maize var. Sertanejo. Extract of black pepper + rock powder and black pepper extract had a positive effect on the control of damping off caused by *Fusarium* spp., and in the seedling development. It is concluded that the alternative product formulated with black pepper extract + rock powder and the black pepper extract have potentiality to be used in the alternative control of *Fusarium* spp. in maize seeds.

**Key words:** Seed pathology, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium oxysporum*.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma gramínea pertencente à família Poaceae que ocupa grande parte das atividades agropecuárias rurais, apresentando versatilidade de uso, tendo grande importância para a agricultura brasileira (MAGALHÃES; SOUZA, 2013).

O cultivo de milho na Paraíba ocorre no início do período chuvoso, sendo um estado importador de milho, pois sua produção não consegue suprir a demanda local. De acordo com o quinto levantamento da CONAB do mês de janeiro de 2017 a safra de milho produzirá 39,2 mil toneladas, em uma área cultivada de 84,6 mil hectares, com isso, calcula-se uma produtividade de 463 kg/ha (CONAB 2017). Cultivado em todas as microrregiões do estado, o cereal é produzido principalmente por agricultores familiares (CARPENTIERI-PÍPOLO et al. 2010)

As principais sementes de milho cultivadas por agricultores familiares na Paraíba são as híbridas e as variedades. Os híbridos apresentam alto vigor e produtividade na primeira geração, no entanto, redução do vigor na segunda geração (CRUZ et al., 2012). As variedades podem ser reutilizadas por várias gerações em sucessivas safras, com os devidos cuidados em sua multiplicação, sem que ocorra a perda do seu potencial produtivo. Variedades são importantes para sistemas de produção agroecológicos e orgânicos, permitindo que o agricultor produza sua própria semente e com menor utilização de recursos externos (CRUZ et al., 2012). Variedades selecionadas por agricultores são denominadas sementes crioulas, sendo resistentes às condições edafoclimáticas locais, possibilitando autonomia aos agricultores familiares (TRINDADE, 2006).

O milho é uma cultura de fácil adaptação local, mas tem elevada susceptibilidade as doenças, principalmente as causadas por fungos, que podem afetar a cultura em todas suas fases de desenvolvimento. Dentre as doenças que atacam a cultura, as que apodrecem as sementes e causam morte de plântulas têm grande importância, pois se não controladas, causam a redução das plantas na área plantada. *Fusarium verticillioides*, *Stenocarpella maydis*, *Rhizoctonia* sp., *Penicillium oxalicum* e *Pythium* spp. são os principais agentes causais desse grupo de doenças, sendo que esses patógenos sobrevivem no solo e no interior de sementes (SANTOS et al. 2005).

Dentre os fungos que infectam sementes de milho, *F. verticillioides* é considerado um dos principais patógenos, causando a podridão da base do colmo e podridão-da-espiga (NERBASS et al., 2008; REIS et al, 2004). As doenças da base do colmo têm elevada frequência, ocasionando a paralisação do processo de enchimento dos grãos, o acamamento das plantas e morte prematura (REIS et al., 2004; PEREIRA et al., 2005). A colonização de sementes/grãos de milho por *F. verticillioides* causa a contaminação do material vegetal por micotoxinas (fumonisinas e

vomitoxinas) que são responsáveis por graves doenças em animais e humanos que se alimentam dessas sementes/grãos contaminados (PINTO, 2005). Além de *F. verticillioides*, *Fusarium subglutinans*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium graminearum* (PINTO, 2005) e *Fusarium oxysporum* (LAWRENCE et al., 1981; SEO; LEE, 1999) também são patógenos de sementes de milho que podem produzir micotoxinas.

As principais medidas para evitar podridões de sementes e morte de plântulas são o uso de sementes saudáveis e tratadas com fungicidas (PEREIRA et al., 2005). O elevado uso de agrotóxicos vem causando diversos problemas à saúde humana e para o meio ambiente. Desde 2008 o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking de consumo de agrotóxicos no mundo. Os impactos dos agrotóxicos na saúde pública atingem grandes territórios e envolvem diferentes populações, como moradores do entorno de fábricas e fazendas, além dos consumidores de alimentos contaminados (ABRASCO, 2015).

Métodos de controle alternativo de doenças são considerados como uma opção viável para diminuir a contaminação ambiental causada pelos agrotóxicos (LONDRES, 2011) e como única opção para os agricultores que praticam a agricultura orgânica e ecológica. Dentre as alternativas ao controle químico a utilização de extratos de plantas (NAZ, 2014; SOUZA et al., 2007; GURJAR et al., 2012) e de micro-organismos antagonistas (LOUZADA et al., 2009) têm demonstrado eficiência no controle de podridões de sementes e patógenos veiculados às sementes em milho.

Considerando os danos ao meio ambiente causados pelo uso de agrotóxicos, a demanda por alimentos saudáveis e a susceptibilidade da cultura do milho às podridões, o objetivo do trabalho foi obter um produto alternativo, por meio da utilização de extratos vegetais associados a pós, que atue de forma eficiente no controle de *Fusarium* spp. associados às sementes de milho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do milho (*Zea mays L.*)

O milho constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, por apresentar considerado potencial produtivo, composição química, valor nutricional e multiplicidade de aplicações (matéria-prima para agroindústrias, alimentação humana e animal), assume relevante papel socioeconômico (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, com uma produção estimada em torno de 87.408,5 mil toneladas segundo o quinto levantamento da CONAB realizado em janeiro de 2017, sendo os Estados Unidos (384 milhões de toneladas) o principal produtor mundial e a China (103,6 milhões de toneladas) o segundo país em produção mundial (CONAB 2017).

Devido à crescente demanda do setor industrial e comercial por grãos de milho no Nordeste brasileiro, essa cultura tornou-se uma importante alternativa econômica nos diferentes sistemas de produção, em ambientes de cerrados, sertão e agreste (CARVALHO et al. 2009).

A produção de milho na Paraíba é realizada principalmente por agricultores familiares (CARPENTIERI-PÍPOLO et al. 2010). A agricultura familiar é a forma predominante de agricultura, onde nove em cada dez das 570 milhões de propriedades agrícolas no mundo são geridas por famílias, fazendo com que a essa forma de agricultura seja considerada como agente de mudança para alcançar a segurança alimentar sustentável e a erradicação da fome no futuro. A agricultura familiar é também guardiã de cerca de 75% de todos os recursos agrícolas do mundo e, portanto, é fundamental para a melhoria da sustentabilidade ecológica e dos recursos (FAO 2014).

### 2.2 Patógenos associados às sementes de milho

Um problema para a produção e armazenamento de sementes de milho são os patógenos que degradam as mesmas (SACHS, et al 2012). Patógenos apodrecem as sementes de milho e causam a morte das plântulas, reduzindo a área plantada, sendo esses danos maiores em condições desfavoráveis a germinação e emergência das plantas, como temperaturas abaixo de 15°C e elevada umidade do solo (SANTOS et al., 2005).

Fungos são os principais patógenos que incidem sobre sementes de milho; atingindo as sementes, invadem o embrião e o endosperma ocasionando a podridão das sementes, raízes e

colmo comprometendo a produção, qualidade, palatabilidade e a germinação das sementes (SACHS, et al 2012).

Dentre as doenças que atacam a cultura, as que apodrecem as sementes e causam morte de plântulas têm grande importância, pois se não controladas, causam a redução das plantas na área plantada (SANTOS et al. 2005). *Fusarium verticillioides*, *Stenocarpella maydis*, *Rhizoctonia* sp., *Penicillium oxalicum* e *Pythium* spp. são os principais agentes causais desse grupo de doenças, sendo que esses patógenos sobrevivem no solo e no interior de sementes (SANTOS et al. 2005; MACHADO et al., 2013).

### **2.2.1 *Fusarium* spp. associados às sementes de milho**

Os fungos do gênero *Fusarium* são conhecidos como um dos maiores causadores de problemas na agricultura, destacando-se entre os mais importantes patógenos de plantas do mundo. *Fusarium verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. graminearum* (PINTO, 2005) e *F. oxysporum* (LAWRENCE et al., 1981; SEO; LEE, 1999) são relatados como patógenos de sementes de milho e produtores micotoxinas (PINTO, 2005; LAWRENCE et al., 1981; SEO; LEE, 1999).

Dentre as espécies de *Fusarium*, *F. verticillioides* é descrito como a principal espécie detectada em sementes de milho no Brasil (REIS et al.,1995; PINTO,1996; PINTO, 2005). A presença de *F. verticillioides* nas sementes está associada à redução da germinação e emergência de plântulas de milho, principalmente quando as sementes estão sob condições adversas (MACHADO et al., 2013; KUHNEM- JUNIIR et al.,2013).

A ocorrência de *F. verticillioides* é comum em regiões secas; além de milho, outras espécies cultivadas são hospedeiras desse patógeno como a soja (*Glycine max*), arroz (*Oryza sativa*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), dentre outras (BRASIL, 2014).

Espécies de *Fusarium* estão associadas a grãos ardidos e produção de toxinas que diminuem a qualidade de grãos de milho. Grãos ardidos são grãos que apresentam pelo menos em sua superfície 25% das alterações de cor, podendo variar de marrom-claro a roxo, ou do vermelho-claro a vermelho-escuro (PINTO, 2005). *Fusarium verticillioides* é responsável pela produção da micotoxina fumonisina, a qual pode causar doenças em animais, levando até a morte. Em equinos podem causar leucoencefalomalácia, edema pulmonar em suínos, além de estarem associadas a câncer de esôfago e defeito no tubo neural em humanos (JAY, 2005; DVORAK et al., 2008).

### **2.3 Manejo de doenças em sementes de milho**

As sementes infectadas têm importante função na introdução de fungos necrotróficos nas áreas de cultivo e, conseqüentemente os restos culturais infectados que permanecem no solo de uma estação de cultivo para outra, tornam-se uma das principais fontes de inóculo para as doenças na cultura do milho (ZAMBOLIM et al. 2000; CASA et al., 2004)

Entre as estratégias que podem ser utilizadas no manejo de doenças causadas por fungos associados às sementes de milho destacam-se o uso de sementes saudáveis e o tratamento de sementes com fungicidas (REIS et al., 2004; PEREIRA et al., 2005). Segundo Kimati et al. (2005) e Casela et al. (2008) o uso de cultivares resistentes, adubação equilibrada, rotação de cultura, tratamento de sementes com fungicidas e irrigação adequada são as principais medidas de controle de podridões do colmo. O uso do fungicida no tratamento de sementes tem como objetivo reduzir e/ou erradicar o inóculo dos patógenos presentes na semente e protegê-las durante a germinação dos patógenos habitantes do solo, garantindo a germinação e a emergência das plântulas em condições adversas de semeadura (PINTO, 1998; CASA et al., 2006).

Métodos de controle alternativo de doenças são considerados como uma opção viável para diminuir a contaminação ambiental causada pelos agrotóxicos (SPADOTTO et al., 2004; LONDRES, 2011) e como única opção para os agricultores que praticam a agricultura orgânica e ecológica. Segundo Bettiol (2013) os métodos alternativos para o controle de doenças de plantas têm por objetivo diminuir a dependência dos agrotóxicos e contribuir para que a agricultura seja mais adequada às novas exigências de qualidade ambiental e de qualidade de vida da nova sociedade.

Dentre os métodos de controle alternativos aos agrotóxicos, a utilização de extratos de plantas (NAZ, 2014; SOUZA et al., 2007) e de micro-organismos (LOUZADA et al., 2009) têm demonstrado eficiência no controle de podridões de sementes e patógenos veiculados as sementes em milho. Extratos brutos e óleos vegetais de plantas medicinais apresentam ação fungitóxica, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos (STANGARLIN et al., 1999; SCHWAN-ESTRADA, STANGARLIN, 2005; GURJAR et al., 2012).

### **2.4 Controle da podridão e tombamento em sementes de milho com extratos vegetais**

As plantas medicinais apresentam uma gama de substâncias que tem impulsionado pesquisas envolvendo o uso de extratos vegetais com o objetivo de explorar suas propriedades fungitóxicas (FRANZENER et al., 2003).

A utilização de extratos vegetais com capacidade de controle de fitopatógenos tem sido realizada tanto por sua ação antimicrobiana direta quanto indiretamente, por meio da indução de resistência (MOTOYAMA, 2003).

Na literatura consta registros da eficiência de extratos vegetais de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) (CELOTO et al., 2008), neem (*Azadirachta indica*) (CARNEIRO et al., 2008) e pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) (SILVA et al., 2012) na inibição de diversos fitopatógenos. O extrato de pimenta do reino; além de ser utilizado no controle de pragas, pode ser utilizado no controle de fungos, pois a pimenta do reino produz a piperina, um alcalóide com capacidade de controlar diversos patógenos de plantas (TEDESCO et al., 2009; GURJAR et al., 2012). O neem é uma planta que vem sendo utilizada no controle de fitopatógenos veiculados ao solo como aos patógenos que incidem sobre a parte aérea das plantas (MOTOYAMA, 2003). O neem produz a azadiractina, um terpenóide com ação antimicrobiana (GURJAR et al., 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Variedades de milho utilizadas

As variedades de milho utilizadas, BR 5011 Sertanejo e BRS Assum Preto, foram adquiridas junto a Embrapa Semiárido, sendo essas indicadas para o cultivo na região Nordeste. A variedade BR 5011 Sertanejo apresenta precocidade, porte baixo, tolerância ao acamamento e quebramento e alta estabilidade e adaptabilidade produtiva. Possui grãos do tipo semi dentados. A colheita de grãos é por volta de 120 dias, apresentando 2,00 m de altura por planta e 1,20 m de altura da espiga; apresenta uma coloração do grão amarelo intenso e apresenta bom empalhamento (OLIVEIRA et al., 2015). A variedade BRS Assum Preto é super precoce, possui alta qualidade protéica (QPM); 50%; altura da planta entre 1,80 m a 2,00 m; altura da espiga entre 0,90 m a 1,00 m; bom empalhamento e tolerância ao acamamento e quebramento; grãos semiduros e de cor amarelo-alaranjada (CARVALHO et al., 2004).

#### 3.2 Patógenos

Os patógenos utilizados nos experimentos foram *F. verticillioides* F311 (isolado da Bahia), *F. verticillioides* F159 (isolado Rio Grande do Sul) e *F. oxysporum* F01 (isolado Paraíba), sendo obtidos de sementes de milho. Os isolados de *F. verticillioides* F311 e F159 foram cedidos pela Embrapa Milho e Sorgo. O isolado de *F. oxysporum* foi obtido de sementes de milho crioulo var.

Jaboatão cultivadas no município de Alagoa Nova, Paraíba, sendo classificado no laboratório de Micologia da Universidade Federal de Lavras.

Os patógenos foram multiplicados em meio de cultura BDA (BDA: 200g de batata + 16g de ágar + 20g de dextrose por litro de água destilada autoclavada), por uma média de 10 dias para a obtenção dos conídios utilizados nos experimentos em estufa para BOD a  $22\pm 1^\circ\text{C}$ .

### 3.3 Obtenção dos extratos vegetais

Para a obtenção dos extratos vegetais brutos utilizou-se pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), neem (*Azadirachta indica*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum*).

Frutos de pimenta malagueta, folhas de neem e de eucalipto foram coletados no período da manhã (07-08:00 h) na área experimental do Campus II da Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca-PB. Frutos de pimenta do reino foram obtidos no comércio na cidade de Areia- PB para a preparação dos extratos.

Os extratos vegetais foram preparados pelo método de extração por maceração, onde os materiais vegetais foram secos em estufa a  $40^\circ\text{C}$  durante 72 h e posteriormente triturado em um moinho de facas para a obtenção do pó vegetal. Utilizaram-se em média de 100g do pó vegetal, imerso em 200 mL de etanol absoluto durante sete dias em temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ), sendo o extrato filtrado em papel de filtro. Após este procedimento, o solvente foi evaporado em banho maria para obtenção do extrato etanólico bruto. Para se testar o efeito do resíduo do etanol absoluto, o tratamento Solvente foi testado quanto à fungitoxicidade e tratamento de sementes. Para se testar o efeito Solvente, o mesmo procedimento [adição de água destilada autoclavada ao etanol absoluto (1:1); e evaporação em banho maria] que foi realizado para a obtenção do extrato foi realizado com o etanol absoluto.

### 3.4 Avaliação da fungitoxicidade de extratos vegetais a *Fusarium* spp.

Os extratos etanólicos brutos de pimenta malagueta, neem, eucalipto e pimenta-do-reino foram testados nas concentrações de 5%, 10%, 15% e 20% adicionados ao meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA: 20g de batata + 16g de ágar + 20g de dextrose por litro de água destilada autoclavada) fundente em placas de Petri (80x15mm). Três isolados de *Fusarium* spp. foram avaliados, sendo *F. verticillioides* F159, *F. verticillioides* F311 e *F. oxysporum* 01.

Os fungos foram avaliados em experimentos individuais, testando-se os extratos vegetais separadamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamentos. Cada patógeno foi adicionado ao meio de cultura por meio da deposição de um

disco de 5mm contendo colônia fúngica. O tratamento testemunha foi o meio de cultura concentração de 80% (equivalente a concentração de 20% do tratamento onde foi testado o extrato vegetal). Para a avaliação do efeito solvente na fungitoxicidade dos patógenos, foi testado o solvente nas concentrações de 1%, 5%, 10%, 15% e 20% e adicionados ao meio de cultura em experimento utilizando os três isolados de *Fusarium* spp. testados, sendo o tratamento testemunha composto pelo meio de cultura a 80%.As culturas foram acondicionadas em estufa tipo B.O.D a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo as colônias avaliadas através da medição do crescimento com uma régua após seis dias de incubação.

### **3.5 Avaliação de extratos vegetais na germinação de milho cv. BR5011 Sertanejo**

Os extratos etanólicos de pimenta malagueta, neem, eucalipto e pimenta-do-reino na concentração de 20% por ser a mais efetiva, foram utilizados para avaliar o efeito sobre a germinação de sementes de milho da variedade BR5011 Sertanejo. Para cada extrato testado foi instalado um experimento.

Os extratos foram aplicados por meio de imersão das sementes por 10 minutos. Sementes imergidas em água por 10 minutos compuseram o tratamento testemunha. Após o tratamento, as sementes foram colocadas para secar sobre papel filtro. Foram utilizadas 400 sementes, divididas em quatro repetições de 100 para cada tratamento, distribuídas em papel Germitest, previamente esterilizado e umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. As sementes foram mantidas em câmara de germinação a  $25^{\circ}\text{C}$ . Após quatro e sete dias foi avaliada a germinação das sementes. Para a germinação foram avaliadas 400 sementes de cada tratamento, de acordo com as Regras de Análises de Sementes do Brasil (BRASIL, 2009). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições contendo 100 sementes cada.

### **3.6 Avaliação da fungitoxicidade de extratos vegetais a *Fusarium* spp. em sementes de milho cv. BR 5011 Sertanejo**

A avaliação da fungitoxicidade de extratos vegetais etanólicos de pimenta malagueta, neem, eucalipto e pimenta-do-reino a *Fusarium* spp. inoculados em sementes de milho BR 5011 Sertanejo foi realizada em quatro experimentos, sendo (i) experimento utilizando-se *F. verticillioides* F159, (ii) experimento utilizando-se *F. verticillioides* F311 e (iii e iv) utilizando-se *F. oxysporum* F01.

Sementes de milho foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos (Brasil, 2009a) e secadas em temperatura ambiente por 30 min. Após a secagem as

sementes foram tratadas com os extratos vegetais na concentração de 10% (experimentos i, ii e iii) e na concentração de 20% (experimento iv) por se mostrarem mais efetivas. O tratamento das sementes foi por meio da imersão nos extratos nas concentrações citadas por 10min. Sementes do tratamento testemunha foram imersas em água destilada autoclavada.

Após os tratamentos com os extratos as sementes foram inoculadas com conídios de *Fusarium* spp. de acordo com metodologia de Souza et. al (2007). A inoculação com o patógeno foi realizada imergindo as sementes em suspensão de esporos na concentração de  $1,6 \times 10^6$  conídios/mL para F311, de  $6 \times 10^5$  esporos/mL para F01, e de  $1,3 \times 10^6$  para F159 nos experimentos onde a concentração testada foi a 10%. No experimento onde a concentração testada foi 20%, F01 foi inoculado nas sementes de milho nas concentrações de  $2,9 \times 10^6$ . Após a inoculação com o patógeno as sementes foram secadas por 30min. em temperatura ambiente, sendo posteriormente acondicionadas em placas de Petri (150x15mm) contendo papel filtro, utilizando-se o método Blotter-test, de acordo com as regras de análise de sanidade de sementes (BRASIL, 2009b). As sementes foram incubadas em câmara de germinação em temperatura de  $20 \pm 2^\circ \text{C}$ , com fotoperíodo de 12h (BRASIL, 2009b) durante sete dias.

Para os quatro experimentos instalados foram utilizados o delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito repetições por tratamento, onde cada repetição era representada por uma placa de Petri contendo 25 sementes por placa.

### **3.7 Obtenção dos formulados alternativos para o tratamento de sementes**

Os produtos alternativos foram obtidos por meio da impregnação do extrato de pimenta-do-reino (por ter apresentado maior efeito fungitóxico) ou solvente aos pós: cinza de madeira (algaroba), caulim e pó de rocha [MB-4, sendo uma mistura de duas rochas, o biotita xisto e o serpentinito na proporção de 1:1 (PONTES et al., 2005)], sendo esses os veículos de formulação. Para tanto, o extrato de pimenta-do-reino/solvente foram impregnados 10% (v/p) (Farmacopéia Homeopática Brasileira, 2011) aos pós, sendo que os pós foram previamente autoclavados por duas vezes a  $121^\circ \text{C}$ , em dias alternados. Após a impregnação dos pós pelo extrato/solvente, foi realizada a secagem do produto em estufa a  $40^\circ \text{C}$ , para a obtenção do formulado. Após a obtenção dos formulados, os mesmos foram acondicionados em recipientes fechados e, armazenados a  $4^\circ \text{C}$ , para o posterior tratamento das sementes.

### **3.8 Avaliação de formulados alternativos sobre a germinação de milho cv. BR 5011 Sertanejo**

O tratamento das sementes foi realizado aplicando-se os formulados nas sementes (1% v/v) em um saco plástico misturando-se os formulados com as sementes por dois minutos (MIKAMI et al. 2010) ou com o fungicida (carbendazim+tiram). A germinação de sementes de milho BR 5011 Sertanejo foi realizada pelo método Rolo de Papel, de acordo com as Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Para a avaliação do efeito na germinação das sementes foram testados os seguintes tratamentos (i) extrato de pimenta do reino + caulim, (ii) extrato de pimenta do reino + cinza de madeira, (iii) extrato de pimenta do reino + pó de rocha (iv) extrato de pimenta do reino, (v) solvente + caulim, (vi) solvente + cinza de madeira, (vii) solvente + pó de rocha (viii) testemunha. As sementes foram acondicionadas em câmara de germinação, sendo a primeira contagem de germinação das sementes realizada aos quatro dias após a adição das sementes ao papel e a última aos sete dias (BRASIL, 2009a). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando-se quatro repetições contendo 100 sementes cada, totalizando-se 400 sementes.

### **3.9 Avaliação de formulados alternativos sobre a incidência de *F. verticillioides* F311 em milho cv. BR 5011 Sertanejo**

Os produtos alternativos descritos no item 3.7 foram avaliados sobre a incidência de *F. verticillioides* F311 em sementes de milho cv. BR 5011 Sertanejo.

Primeiramente, as sementes de milho foram inoculadas com o patógeno por meio de imersão em suspensão de  $1 \times 10^7$  conídios/mL, por 10 min., seguida de secagem em temperatura ambiente. Após a inoculação das sementes essas foram tratadas com os formulados alternativos (item 3.7) ou não (tratamento testemunha). O tratamento das sementes foi realizado de acordo com metodologia descrita por Mikami et al. (2010). O tratamento das sementes com fungicida (Derosal Plus<sup>®</sup>) foi realizado de acordo com as informações do fabricante. Após os tratamentos, as sementes foram acondicionadas em placas de Petri contendo papel filtro, utilizando-se o método Blotter-test, de acordo com as regras de análise de sanidade de sementes em câmara de germinação com fotoperíodo (BRASIL, 2009b) durante sete dias, sendo avaliada após o período citado a incidência do patógeno nas sementes.

Os tratamentos utilizados foram os seguintes: (i) extrato de pimenta do reino + caulim, (ii) extrato de pimenta do reino + cinza de madeira, (iii) extrato de pimenta do reino + pó de rocha (iv) extrato de pimenta do reino, (v) solvente + caulim, (vi) solvente + cinza de madeira, (vii) solvente + pó de rocha, (viii) fungicida, (ix) testemunha (sementes sem inoculação) e (x) testemunha inoculada. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se oito repetições com 25 sementes, totalizando 200 sementes por tratamento.

### **3.10 Avaliação de formulados alternativos sobre a emergência e tombamento de plântulas de milho cv. BR 5011 Sertanejo e BRS Assum Preto**

Para a avaliação do tombamento das plântulas de milho da cv. BR 5011 Sertanejo e BRS Assum preto foram utilizados copos de plástico (200mL) acrescido de 160g de areia autoclavada. Três sementes de milho foram semeadas em cada copo plástico, constituindo-se uma unidade experimental. A adição de água na areia foi realizada até a capacidade de campo do substrato. Para a avaliação da emergência e tombamento das plântulas, sementes foram tratadas com os formulados: (i) extrato de pimenta do reino + caulim, (ii) extrato de pimenta do reino + cinza de madeira, (iii) extrato de pimenta do reino + pó de rocha (iv) extrato de pimenta do reino, (v) solvente + caulim, (vi) solvente + cinza de madeira, (vii) solvente + pó de rocha (viii) fungicida, (ix) testemunha inoculada e (x) testemunha sem inoculação. A infestação da areia foi realizada depositando-se 1mL de suspensão de conídios de ( $1 \times 10^7$  conídios/mL e  $1,7 \times 10^7$  conídios/mL) para *F. verticillioides* F311;  $1,4 \times 10^7$  conídios/mL de F.159;  $1,1 \times 10^7$  conídios/mL de F01; de F 311 para . Para o tratamento testemunha sem inoculação foram depositadas 1ml de água destilada autoclavada. O tratamento das sementes com os formulados foi realizado como descrito no item 3.9.

O experimento foi delineado de forma inteiramente casualizada, com 10 tratamentos e cinco repetições em temperatura ambiente ( $25^\circ\text{C} \pm 2$ ). A avaliação da emergência/tombamento, comprimento da parte aérea, comprimento do sistema radicular e número de radículas foram realizados após sete dias da semeadura.

### **3.11 Análise estatística**

Para a análise estatística foram testadas as pressuposições dos dados. Para verificar a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos foram aplicados os testes de Levene e Shapiro Wilk, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste t de Student (duas amostras) ou Tukey (teste de comparações múltiplas) a nível de  $p < 0,05$ , para os dados com distribuição normal. Análise não-paramétrica (Kruskall-Wallis) foi realizada com os dados de distribuição não normal. O programa estatístico Action® foi utilizado para a realização das análises estatísticas.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Avaliação da fungitoxicidade de extratos vegetais a *Fusarium* spp.**

O aumento da concentração dos extratos de pimenta malagueta, eucalipto, pimenta do reino e neem no meio de cultura causou a inibição do crescimento micelial de *F. verticillioides* F159 (Figura 01). Para o extrato de pimenta malagueta e eucalipto, a partir da concentração de 5% de extrato ocorreu inibição de 100% do patógeno (Figura 1A e 1C). Inibição de 100% do patógeno foi verificada nas concentrações de 10% para os extratos de neem e pimenta do reino (Figura 1B e 1D).

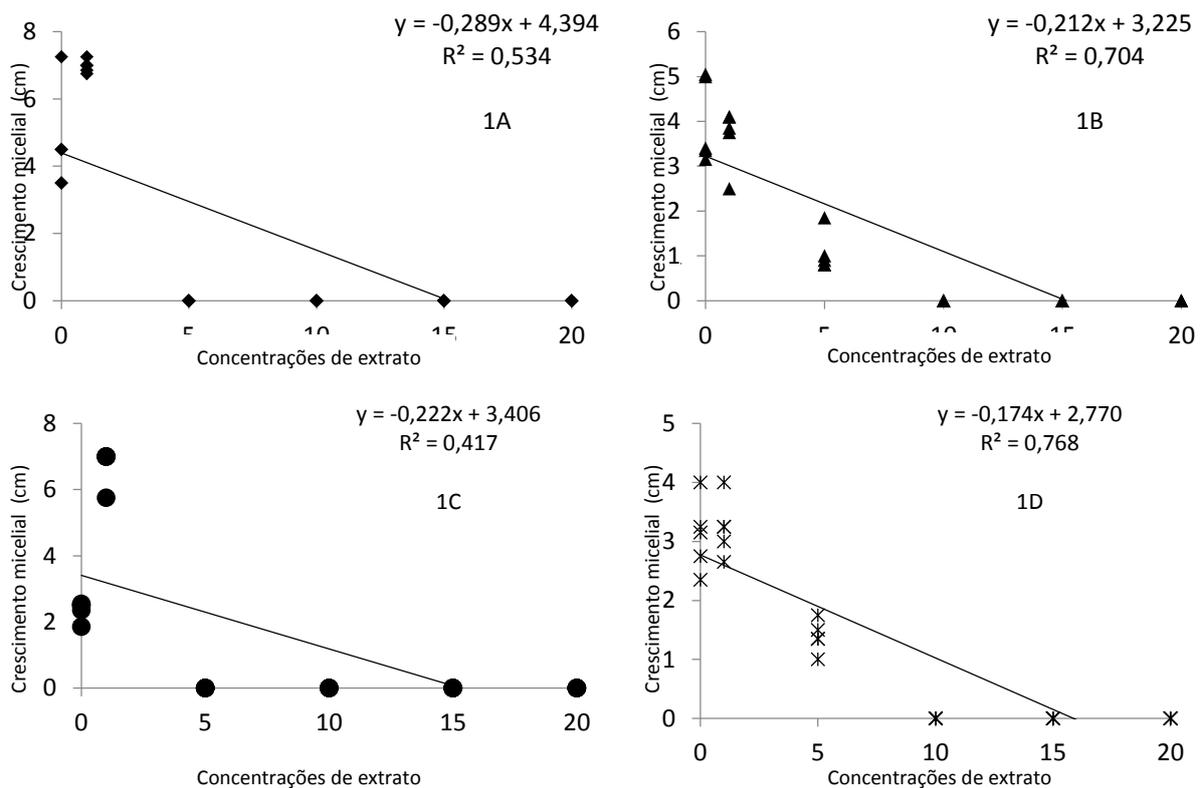


Figura 01. Efeito de extratos vegetais no crescimento micelial de *Fusarium verticillioides* isolado F159 após tratamento com extrato vegetal de pimenta malagueta (1A), neem (1B), eucalipto (1C) e pimenta do reino (1D) após seis dias da repicagem.

Inibição crescente de *F. verticillioides* F.311 foi observada com o aumento da concentração dos extratos de pimenta malagueta, eucalipto, pimenta do reino e neem (Figura 2). Inibição de 100% do crescimento micelial foi observada a partir da concentração de 10% para os extratos de pimenta malagueta (Figura 2A) e neem (Figura 2B). Para os extratos de eucalipto (Figura 2C) e pimenta do reino (Figura 2D) a inibição de 100% do crescimento ocorreu a partir da concentração de 5%.

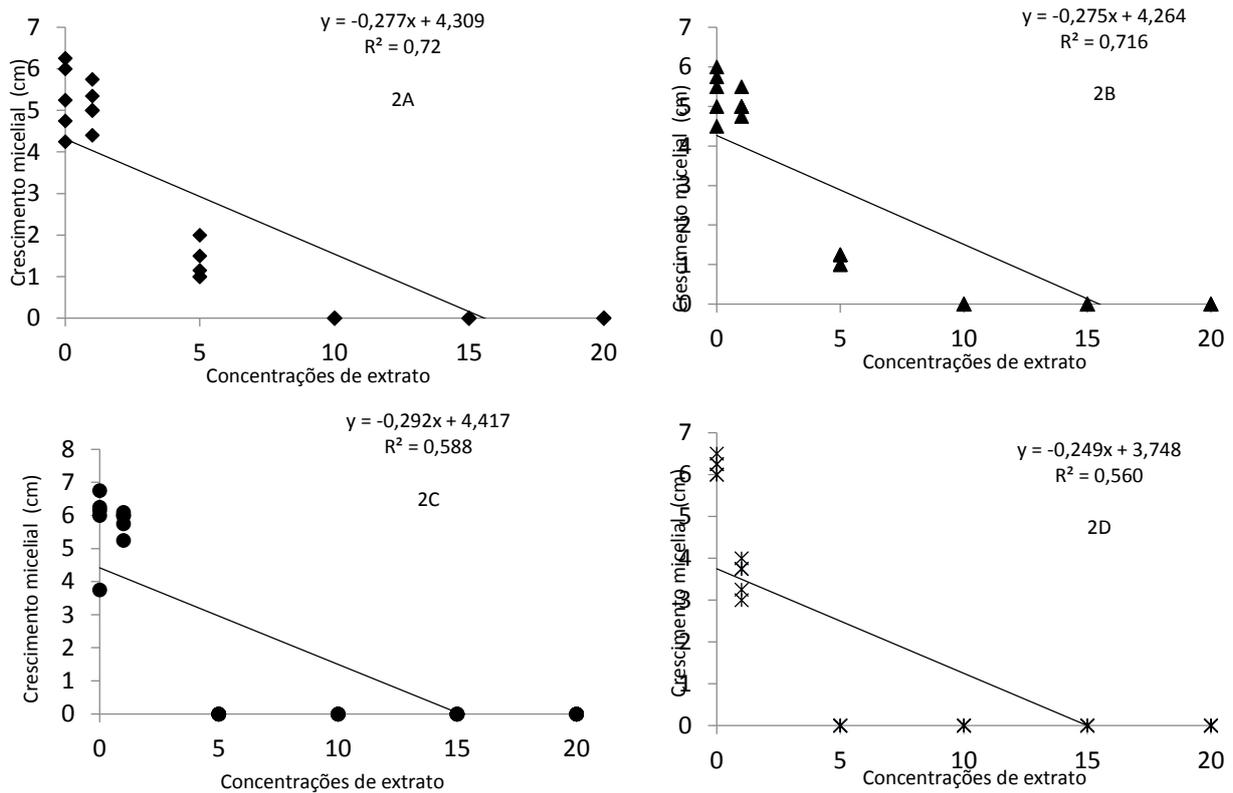


Figura 02. Efeito de extratos vegetais no crescimento micelial de *Fusarium verticillioides* isolado F311 após tratamento com extrato vegetal de pimenta malagueta (2A), neem (2B), eucalipto (2C) e pimenta do reino (2D) após seis dias da repicagem.

A adição dos extratos de pimenta malagueta, eucalipto, pimenta do reino e neem ao meio de cultivo de *F. oxysporum* F01 causou inibição crescente do fungo (Figura 3). Redução de 100% do crescimento micelial ocorreu a partir da concentração de 5 % para os extratos de pimenta do reino (Figura 3D) e eucalipto (Figura 3C). Para os extratos de neem (Figura 3B) e pimenta malagueta (Figura 3A), a inibição do crescimento total do fungo ocorreu a partir da concentração de 10%.

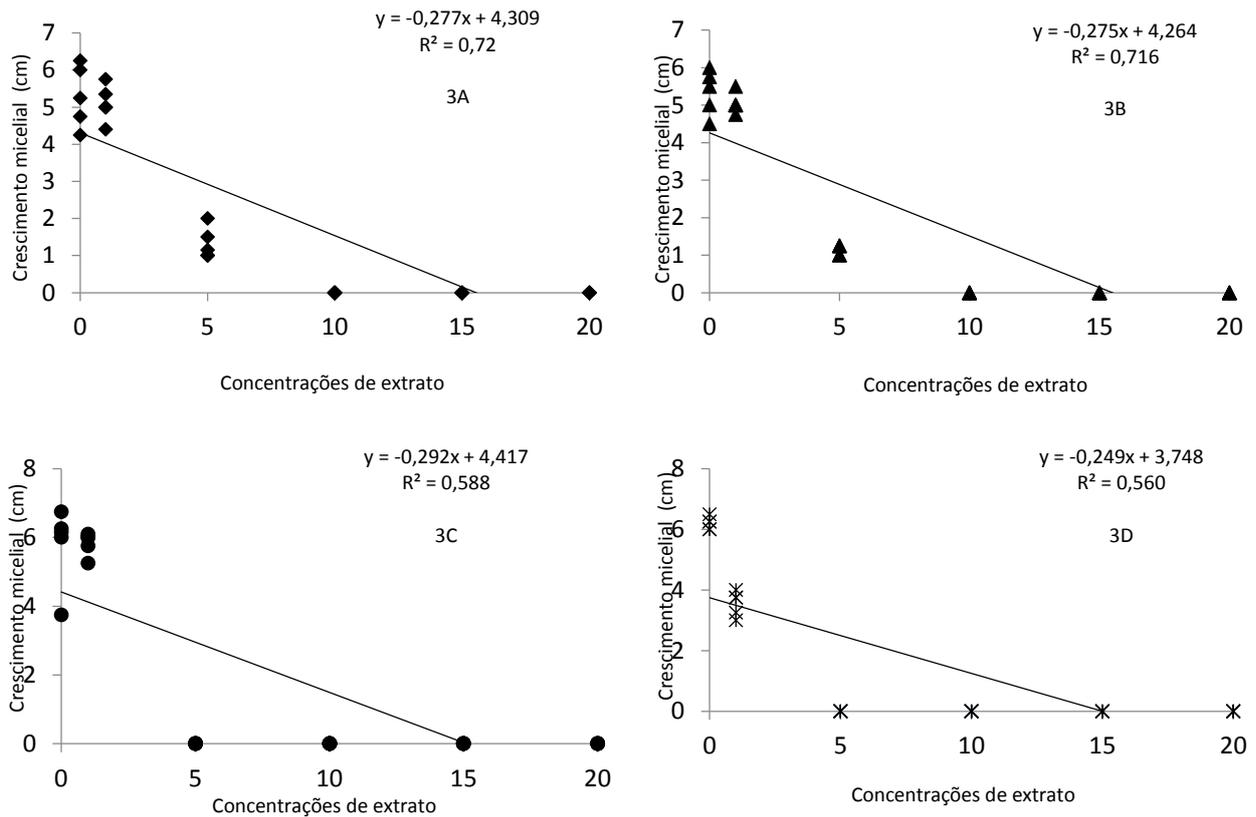


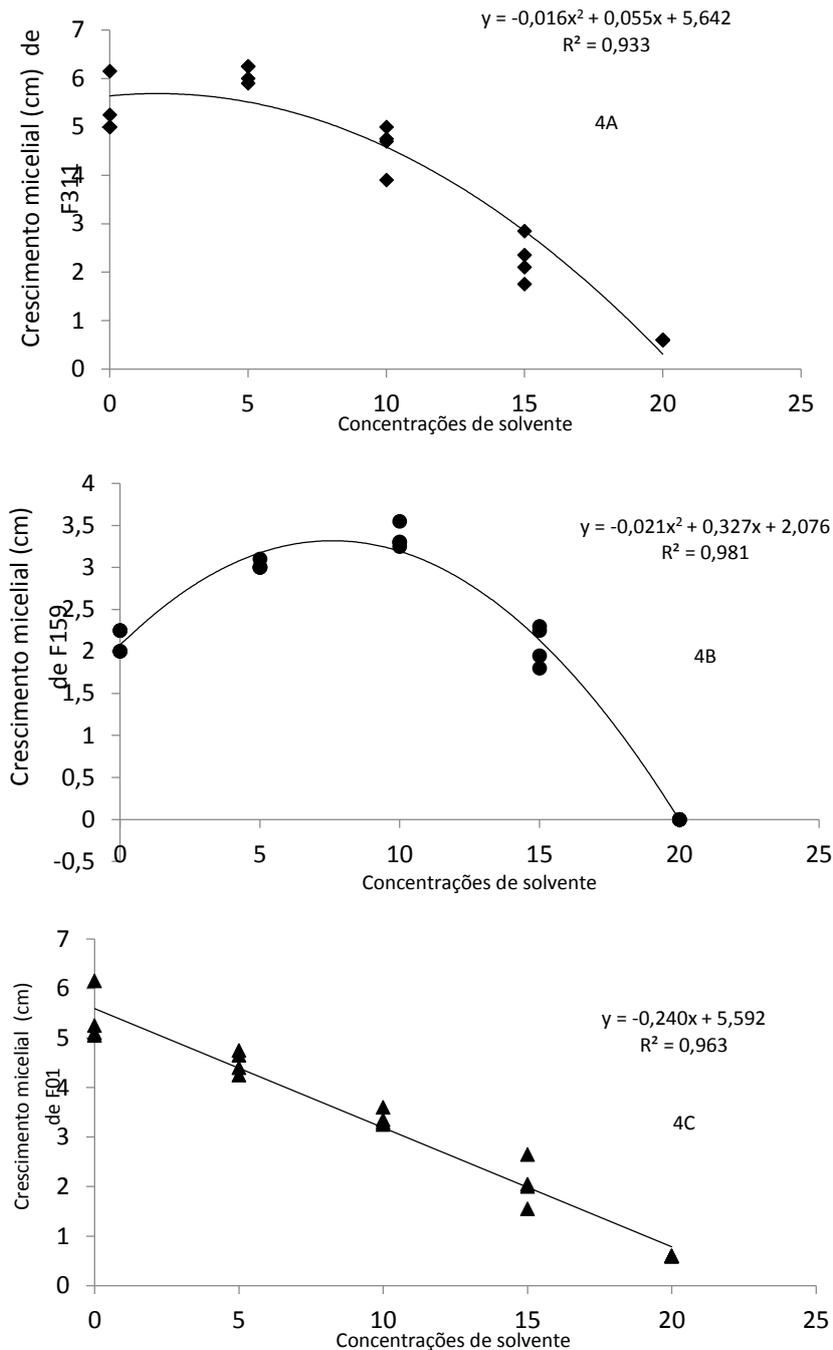
Figura 03. Efeito de extratos vegetais no crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* F01 após tratamento com extrato vegetal de pimenta malagueta (3A), neem (3B), eucalipto (3C) e pimenta do reino (3D) após seis dias de incubação.

#### 4.2 Avaliação da fungitoxicidade do solvente utilizado para a obtenção de extratos vegetais a *Fusarium* spp.

A adição do solvente ao meio de cultura de crescimento de *F. verticillioides* F311 causou redução do crescimento micelial do patógeno a partir da concentração de 10%, interrompendo o crescimento do patógeno na concentração de 20% (Figura 4A).

O crescimento de *F. verticillioides* F159 foi estimulado com a adição do solvente nas concentrações de 5% e 10%. Inibição total do crescimento do patógeno foi verificada com a adição do solvente na concentração de 20% do meio de cultura (Figura 4B).

Inibição crescente do crescimento de *F. oxysporum* F01 foi observada com o aumento da concentração do solvente no meio de cultura, sendo observada inibição total do crescimento na concentração de 20% (Figura 4C).



**Figura 04.** Efeito do solvente no crescimento micelial de *Fusarium verticillioides* F311, *Fusarium verticillioides* F159 e *Fusarium oxysporum* F01, após seis dias da repicagem.

#### 4.3 Avaliação de extratos vegetais (20% de concentração) na germinação de milho cv. BR 5011 Sertanejo

O extrato vegetal de eucalipto não interferiu no processo de germinação das sementes aos quatro e sete dias de avaliação (Tabela 01). A aplicação do extrato alcoólico de pimenta malagueta em sementes de milho var. BRS 5011 Sertanejo resultou maior germinação aos sete dias de avaliação (Tabela 1). O extrato alcoólico de neem não influenciou na porcentagem de germinação

das sementes (Tabela 1).O tratamento de sementes de milho BRS 5011 Sertanejo com o extrato de pimenta-do-reino não influenciou na porcentagem de germinação aos quatro e sete dias (Tabela 01).

Tabela 01. Efeito do extrato alcoólico de eucalipto, pimenta malagueta, neem e pimenta do reino sobre a germinação das sementes de milho variedade BR 5011 Sertanejo.

Variáveis	Testemunha	Extrato	CV	P
<b>EXTRATO DE EUCALIPTO</b>				
Germinação (%) (4 dias)	95,75	94,50	2,99	0,33
Germinação (%) (7 dias)	99,75	96,75	1,33	0,15
<b>EXTRATO DE PIMENTA MALAGUETA</b>				
Germinação (%) (4 dias)	96	88,25	6,38	0,13
Germinação (%) (7 dias)	97,25	99,25	1,11	0,04*
<b>EXTRATO DE NEEM</b>				
Germinação (%) (4 dias)	98,25	98,25	2,21	1,00
Germinação (%) (7 dias)	98	98,5	0,91	0,46
<b>EXTRATO DE PIMENTA DO REINO</b>				
Germinação (%) (4 dias)	96,50	98	1,77	0,54
Germinação (%) (7 dias)	97	99	1,91	0,19

\*Diferenças significativas pelo teste t.

#### **4.4 Avaliação de extratos vegetais sobre a incidência de *Fusarium* spp. em sementes de milho cv. BR 5011 Sertanejo**

Maior incidência de *F. verticillioides* F159 foi verificada nas sementes do tratamento testemunha, seguida pelo tratamento com extrato de neem e extrato de eucalipto, não diferindo os tratamentos entre si (Tabela 02). Diminuição da incidência do patógeno foi verificada com a aplicação do extrato de pimenta-malagueta e pimenta-do-reino, tendo maior inibição para o extrato de pimenta-do-reino quando comparado com o extrato de pimenta malagueta, diferindo da testemunha (Tabela 02).

Maior incidência de *F. verticillioides* F. 311 foi verificada nas sementes do tratamento testemunha e extrato de eucalipto (Tabela 02). Os extratos de neem, pimenta malagueta e pimenta do reino reduziram a incidência patógeno nas sementes, sendo que o extrato de pimenta do reino apresentou maior efeito fungitóxico.

O tratamento das sementes com os extratos de neem, pimenta malagueta e pimenta do reino não diminuiu a incidência de *F. oxysporum* F01, causando maior incidência do patógeno nas sementes tratadas com o extrato de eucalipto (Tabela 02).

Tabela 02. Efeito de extratos vegetais a 10% sobre a incidência de *Fusarium verticillioides* F159, *Fusarium verticillioides* F311 e *Fusarium oxysporum* 01 em sementes de milho cv. BRS 5011 Sertanejo.

Tratamentos	Incidência	Redução da incidência (%) (F159)
Testemunha	4a*	-
Extrato de pimenta malagueta	1,25 bc	68,75
Extrato de neem	2,25 ab	43,75
Extrato de pimenta do reino	0,37 c	90,75
Extrato de eucalipto	1,62 abc	59,5

Tratamentos	Incidência	Redução da incidência (%) (F311)
Testemunha	21,62 a*	-
Extrato de pimenta malagueta	15 bc	30,62
Extrato de nem	18,9 b	12,6
Extrato de pimenta do reino	11,87 c	45,1
Extrato de eucalipto	22 a	+1,76

Tratamentos	Incidência (F01)
Testemunha	10,12 b**
Extrato de pimenta malagueta	13,5 ab
Extrato de neem	10,5 b
Extrato de pimenta do reino	11,25 b
Extrato de eucalipto	17,5 a

\* Dados não tiveram distribuição normal, dados seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis. \*\* Dados com distribuição normal; e se seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Os extratos de neem, pimenta malagueta e pimenta do reino na concentração de 20% promoveram a incidência do *F. oxysporum* F01 nas sementes de milho (Tabela 03). Para o experimento I, o patógeno teve maior incidência nas sementes tratadas com os extratos de eucalipto, pimenta do reino, neem e pimenta malagueta (Tabela 03). No experimento II, maior incidência do patógeno foi verificada nas sementes tratadas com extrato de pimenta malagueta, seguida pelos extratos de eucalipto, pimenta do reino e neem (Tabela 03).

Tabela 03. Efeito de extratos vegetais a 20% sobre a incidência de *Fusarium oxysporum* F01 em sementes de milho cv. BRS 5011 Sertanejo.

Tratamentos	Incidência	
	Experimento I	Experimento II
Testemunha	2,5 b *	2,25 c **
Extrato de pimenta malagueta	7,9 ab	15,75 a
Extrato de neem	8 a	9,25 b
Extrato de pimenta do reino	8,4 a	9,75 b
Extrato de eucalipto	11,4 a	10,5 b

\* Dados com distribuição normal; e se seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%. \*\* Dados com distribuição não normal; e se seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

#### 4.5 Avaliação de produto alternativo sobre a germinação de milho cv. BR 5011 Sertanejo

Os produtos formulados influenciaram a germinação das sementes da variedade BR5011 Sertanejo no quarto e sétimo dia de avaliação (Tabela 04).

Aos quatro dias de avaliação, o tratamento das sementes com solvente + pó de rocha, solvente + caulim e extrato de pimenta do reino + pó de rocha promoveram a germinação das sementes. Os demais tratamentos (solvente + cinza, extrato de pimenta do reino + cinza, extrato de pimenta do reino + caulim e extrato de pimenta do reino) não influenciaram a porcentagem de germinação (Tabela 04).

Após sete dias de avaliação os tratamentos das sementes com solvente + pó de rocha, solvente + caulim, extrato de pimenta do reino + pó de rocha e extrato de pimenta do reino e extrato de pimenta do reino + cinza tiveram germinação semelhante às sementes sem tratamento

(testemunha) (Tabela 4). No entanto, os tratamentos com solvente + cinza, e extrato de pimenta do reino + caulim diminuíram a porcentagem de sementes germinadas (Tabela 04).

Tabela 04. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino na germinação de sementes de milho BR 5011 Sertanejo.

Tratamentos	Germinação 4d (%)	Germinação 7d (%)
Testemunha	91,25 bc*	99,75 a*
Solvente + Pó de rocha	96a	99,5 ab
Solvente + Cinza	86,75 bc	96,25 c
Solvente + Caulim	96 a	99 ab
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	95,5 a	99,26 ab
Extrato de Pimenta do reino + Cinza	82,5 c	96,75 c
Extrato de Pimenta do reino + Caulim	88 bc	98 bc
Extrato de Pimenta do reino	91,5 ab	98,5 abc

\* Médias seguidas pela mesma letra não diferenciaram pelo teste de Kruskal-Wallis.

#### **4.6 Avaliação de formulações com extrato vegetal de pimenta do reino sobre a incidência de *Fusarium verticillioides* F311 em sementes de milho cv. BR 5011 Sertanejo**

O tratamento das sementes com todos os formulados testados, extrato de pimenta do reino e fungicida diminuíram a incidência de *F. verticillioides* F311 nas sementes de milho. Porcentagem de inibição, em ordem decrescente, foi verificada para os tratamentos fungicida (100%), extrato de pimenta do reino (54,16%), extrato de pimenta do reino + caulim (52,62%), solvente + pó de rocha (43,75%), extrato de pimenta do reino + pó de rocha (40,12%), solvente + cinza (39,58%), solvente + caulim (37%) e extrato de pimenta do reino + cinza (33,33%), respectivamente (Tabela 05).

Tabela 05. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino na incidência de *Fusarium verticillioides* F311 em sementes de milho.

Tratamentos	Incidência de <i>F. verticillioides</i> F311	Porcentagem de inibição
Testemunha inoculada	24 a*	-
Solvente + Pó de rocha	13,5 bcd	43,75%
Solvente + Cinza	14,5 bc	39,58%
Solvente + Caulim	15,12 b	37%
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	14,37 bc	40,12%
Extrato de Pimenta do reino + Cinza	16 b	33,33%
Extrato de Pimenta do reino + Caulim	11,37 cd	52,62%
Extrato de Pimenta do reino	11 d	54,16%
Testemunha sem inoculação	1,62 e	-
Fungicida	0 e	100%

\* \* Diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

#### **4.7 Avaliação de produto alternativo sobre o tombamento, comprimento de parte aérea, comprimento de sistema radicular e número de radículas de plântulas de milho cv. BRS Sertanejo infestadas com esporos de *Fusarium verticillioides* F311**

Os produtos formulados não interferiram na emergência das sementes de milho cv. BR5011 Sertanejo (Tabela 06).

O comprimento da parte aérea não diferiu entre os tratamentos quando comparados as testemunhas inoculação e inoculadas (Tabela 06). Quando se compara os tratamentos extrato de pimenta do reino+ pó de rocha com o extrato de pimenta do reino, verifica-se efeito positivo no comportamento da parte aérea com a adição do extrato ao pó de rocha.

O tratamento das sementes de milho com o extrato de pimenta do reino + pó de rocha promoveu o maior desenvolvimento do sistema radicular, não diferindo dos tratamentos testemunha sem inoculação, fungicida e extrato de pimenta do reino + caulim (Tabela 06). Não se diferenciaram da testemunha inoculada quanto ao comprimento do sistema radicular os tratamentos solvente + pó de rocha, solvente + cinza, solvente + caulim, extrato de pimenta do reino + cinza e extrato de pimenta do reino (Tabela 06). A testemunha sem inoculação não diferiu estatisticamente da testemunha inoculada (Tabela 06).

O número de radículas das plântulas foi menor nos tratamentos com solvente + pó de rocha, solvente + caulim, extrato de pimenta do reino + cinza, extrato de pimenta do reino e fungicida, diferindo-se do tratamento sem inoculação (Tabela 06). O tratamento testemunha sem inoculação não se diferenciou do tratamento testemunha inoculada, solvente + cinza e extrato de pimenta do reino + Pó de rocha (Tabela 06). O tratamento extrato de pimenta do reino + pó de rocha promoveu o maior número de radículas quando comparado ao tratamento fungicida (Tabela 06).

Tabela 06. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência plântulas de milho cv BR5011 Sertanejo inoculadas ou não com *Fusarium verticillioides* F311 sobre o comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha sem inoculação	100*	11,67 ab**	9,73 abc***	8,06 a***
Testemunha inoculada	93,3	7,87 ab	9,04 bcd	6,78 abc
Solvente + Pó de rocha	93,3	7,83ab	7,76 d	4,33cde
Solvente + Cinza	100	8,20 ab	7,98cd	5,97 abcd
Solvente + Caulim	93,3	10,27 ab	10,23 ab	3,86 de
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	100	13,62 a	11,42 a	8,72 a
Extrato de Pimenta do reino + Cinza	80	6,25 b	7,64 cd	3,00 e
Extrato de Pimenta do reino + Caulim	93,3	9,16 ab	9,26abcd	4,73 bcd
Extrato de Pimenta do reino	100	6,25 b	7,73 d	3,40 e
Fungicida	100	11,46 ab	10,68 ab	4,13 de

\* Não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%. \*\* Diferem pelo teste de tukey a 5%. \*\*\* Diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

#### 4.8 Avaliação da fungitoxidade dos produtos utilizados nas formulações

A adição dos produtos utilizados nas formulações com extrato de pimenta do reino, na concentração de 1% de meio de cultura, concentração utilizada para o tratamento das sementes, causou inibição e/ou promoção de crescimento dos patógenos (Tabela 07).

*Fusarium verticillioides* F159 foi inibido pela adição de caulim (Tabela 07). Os produtos não influenciaram o crescimento micelial de *F. verticillioides* F311 (Tabela 07). Cinza e pó de

rocha promoveram o crescimento de *F. oxysporum* F01, e caulim inibiu o crescimento micelial do fungo (Tabela 07).

Tabela 07. Efeito dos produtos utilizados nas formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre o crescimento de *Fusarium verticillioides* F159, *F. verticillioides* F311 e *F. oxysporum* F01

Tratamento	<i>F. verticillioides</i> F159	<i>F. verticillioides</i> F311	<i>F. oxysporum</i> F01
Testemunha	7,4 a*	7,5**	5,25 b*
Caulim	4,35 b	4,5	3,2 c
Cinza	7,5 a	6,4	7,5 a
Pó de rocha	7,2 a	6,25	7,25 a

\* Diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%. \*\* Não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

#### 4.9 Avaliação de produto alternativo sobre o tombamento, comprimento de parte aérea, comprimento de sistema radicular e número de radículas de plântulas de milho cv. Sertanejo e Assum Preto infestadas com esporos de *Fusarium* spp.

Os tratamentos avaliados (testemunha sem inoculação, testemunha inoculada, solvente + pó de rocha, extrato de pimenta do reino + pó de rocha e fungicida) não tiveram diferença entre si quanto à emergência, comprimento de parte aérea e número de radículas de plântulas (Tabela 08).

O comprimento do sistema radicular das plântulas teve maior crescimento no tratamento com extrato de pimenta do reino, se diferenciando apenas das testemunhas (Tabela 08).

Tabela 08. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. BR5011 Sertanejo inoculado com *Fusarium verticillioides* F159.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha sem inoculação	93*	12,5**	7,9 b***	3,9*
Testemunha inoculada	73	12,1	7,5 b	3,3
Solvente + Pó de rocha	93	16,44	10,41 ab	4,1
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	100	13,28	10,75 ab	4,1
Extrato de Pimenta do reino	87	17,09	15,1 a	4,3
Fungicida	100	13,78	10,54 ab	3,9

\* Não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%. \*\* Dados não diferem pelo teste de Tukey a 5%. \*\*\* Diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Diminuição da emergência das plântulas de milho cv. Assum Preto foi verificada na testemunha inoculada e com o formulado de solvente + pó de rocha. Os tratamentos extrato de pimenta do reino + pó de rocha, extrato de pimenta do reino e fungicida promoveram a emergência das plântulas, não se diferenciando da testemunha sem inoculação (Tabela 09).

A infestação do substrato de desenvolvimento das plântulas causou redução no comprimento da parte aérea das plântulas. Os tratamentos solvente + pó de rocha, extrato de pimenta do reino + pó de rocha, extrato de pimenta do reino e fungicida não se diferenciaram da testemunha sem inoculação. Plântulas do tratamento fungicida tiveram o comprimento de parte aérea superior a parte aérea das plântulas do tratamento testemunha inoculada, sendo semelhante a testemunha sem inoculação (Tabela 09).

Redução do comprimento do sistema radicular das plântulas foi verificada com a infestação do substrato com *F. verticillioides* F159, pois a testemunha inoculada teve menor comprimento de radícula quando comparada aos demais tratamentos. O comprimento do sistema radicular das plântulas dos tratamentos com solvente + pó de rocha, extrato de pimenta do reino + pó de rocha, extrato de pimenta do reino e fungicida não diferenciaram-se das testemunhas inoculada e sem inoculação (Tabela 09).

Maior número de radículas foi promovido com o tratamento com extrato de pimenta do reino + pó de rocha, não se diferenciando dos tratamentos testemunha sem inoculação, extrato de pimenta do reino e fungicida. Menor desenvolvimento de número de radículas foi verificado para

o tratamento testemunha inoculada e solvente + pó de rocha, não havendo diferença dos tratamentos testemunha sem inoculação, extrato de pimenta do reino e fungicida (Tabela 09).

Tabela 09. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. Assum Preto inoculado com *Fusarium verticillioides* F159.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha sem inoculação	100 a*	13,71 a**	11 a**	4,2 ab**
Testemunha inoculada	47 c	5,33 b	4,66 b	1,8 b
Solvente + Pó de rocha	73 bc	9,71 ab	6,73 ab	3,59 b
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	80 ab	11,68 ab	8,41 ab	6,93 a
Extrato de Pimenta do reino	80 ab	13,58 ab	9,52 ab	4,93 ab
Fungicida	90 ab	13,79 a	10,68 ab	4,8 ab

\* Diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%. \*\* Diferem pelo teste de Tukey a 5%.

A emergência das plântulas de milho cv BR5011 Sertanejo não diferiu entre as plântulas tratadas ou não, assim como nas que foram ou não infestadas com o patógeno (Tabela 10).

Maior comprimento da parte aérea foi avaliado nas plântulas que foram tratadas com o extrato de pimenta do reino, diferindo dos demais tratamentos que não se diferenciaram entre si (Tabela 10).

O comprimento do sistema radicular das plântulas das testemunhas (inoculada e sem inoculação) não diferiu dos tratamentos com solvente + pó de rocha, extrato de pimenta do reino + pó de rocha e fungicida. O tratamento com extrato de pimenta proporcionou o maior crescimento do sistema radicular das plântulas, não diferindo do tratamento com fungicida (Tabela 10).

Promoção do número de radículas nas plântulas foi avaliada no tratamento com extrato de pimenta do reino, não se diferenciando dos tratamentos com solvente + pó de rocha e fungicida (Tabela 10). O número de radículas dos tratamentos testemunha sem inoculação, testemunha inoculada, solvente + pó de rocha, extrato de pimenta do reino + pó de rocha e fungicida não diferiram estatisticamente (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. BR5011 Sertanejo inoculado com *Fusarium verticillioides* F311.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha sem inoculação	87*	13,1 b**	9,64 b***	3,33 b***
Testemunha inoculada	80	10,45 b	6,9 b	3,26 b
Solvente + Pó de rocha	87	14,8 b	9,38 b	4,53 ab
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	93	12,78 b	9,16 b	3,66 b
Extrato de Pimenta do reino	100	19,6 a	16,34 a	6,26 a
Fungicida	100	18,9 b	11,51 ab	4,6 ab

\* Não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%. \*\* Diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

\*\*\* Diferem pelo teste de Tukey a 5%.

O tratamento de plântulas de milho cv. Assum Preto não diferiu quanto à emergência, comprimento de parte aérea e comprimento de sistema radicular entre os tratamentos avaliados (Tabela 11).

O número de radículas das plântulas foi maior nos tratamentos com extrato de pimenta do reino + pó de rocha e fungicida, sendo maior que a testemunha sem inoculação; e não diferenciando dos demais tratamentos (Tabela 11).

Tabela 11. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. Assum Preto inoculado com *Fusarium verticillioides* F311.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha sem inoculação	60*	9,35**	6,05*	2,33 b**
Testemunha inoculada	93	11,50	10,1	4,13 ab
Solvente + Pó de rocha	87	13,6	9,95	3,86 ab
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	87	12,46	9,68	6,6 a
Extrato de Pimenta do reino	75	12,04	9,27	4,2 ab
Fungicida	93	14,53	10,82	5,47 a

\* Não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%. \*\* Não diferem pelo teste F a 5%. \*\*\*

\*\*\*Diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Plântulas de milho cv. BR5011 Sertanejo do tratamento testemunha inoculada tiveram a menor emergência (Tabela 12). Todos os tratamentos de sementes avaliados promoveram a emergência das plântulas, equiparando-se estatisticamente a testemunha sem inoculação (Tabela 12).

O comprimento da parte aérea das plântulas e o número de radículas não diferiram estatisticamente entre os tratamentos avaliados (Tabela 12).

O comprimento do sistema radicular foi maior no tratamento com extrato de pimenta do reino, não diferindo do tratamento com fungicida. Os demais tratamentos não diferiram do tratamento fungicida quanto a comprimento do sistema radicular (Tabela 12).

Tabela 12. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. BR5011 Sertanejo inoculado com *Fusarium oxysporum* F01.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha sem inoculação	93 a*	13,9**	7,1 c*	4**
Testemunha inoculada	33 b	6,2	3,5 c	1,3
Solvente + Pó de rocha	100 a	16,7	11,3 b	4,5
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	93 a	16,5	10,5 b	3,9
Extrato de Pimenta do reino	93 a	18,1	15,9 a	4,2
Fungicida	100 a	15,3	12,3 ab	4,2

\* Diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.\*\* Não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5%.

A emergência, comprimento de parte aérea, comprimento do sistema radicular e número de radículas das plântulas de milho cv. Assum Preto não diferiram entre os tratamentos testemunha inoculada e sem inoculação, solvente + pó de rocha, extrato de pimenta do reino + pó de rocha, extrato de pimenta do reino e fungicida (Tabela 13).

Tabela 13. Efeito de formulações com extrato vegetal de pimenta-do-reino sobre a emergência de plântulas, comprimento da parte aérea, sistema radicular e número de radículas de milho cv. Assum Preto inoculado com *Fusarium oxysporum* F01.

Tratamentos	Emergência (%)	Parte Aérea	Sistema Radicular	Número de radículas
Testemunha inoculada	87*	10,92*	8,99*	3,6*
Testemunha sem inoculação	93	12,55	9,89	3,53
Solvente + Pó de rocha	60	6,13	4,36	2,33
Extrato de Pimenta do reino + Pó de rocha	73	12,28	8,68	4,46
Extrato de Pimenta do reino	67	9,66	6,76	3,4
Fungicida	73	11,04	7,86	3,73

\* Não diferem pelo teste F a 5%.

## 5. DISCUSSÃO

Agricultores familiares da Paraíba utilizam partes de plantas secas, como frutos de pimenta malagueta e de pimenta do reino; e folhas de eucalipto para aumentar a viabilidade de sementes armazenadas em garrafas Pet e silos metálicos (SANTOS et al., 2012). No presente trabalho verificou-se que os extratos das plantas utilizadas pelos agricultores são fungitóxicos a *F. verticillioides* F159 e F311 e *F. oxysporum* F01 (Figuras 01, 02 e 03).

Dentre as concentrações de extratos testadas (5%, 10%, 15% e 20%) de eucalipto, neem, pimenta do reino e pimenta malagueta, a concentração de 10% causou a inibição de 100% do crescimento micelial para os três patógenos testados (Figuras 1, 2 e 3). Em estudo realizado para se avaliar a fungitoxicidade do solvente utilizado para a preparação dos extratos, inibição total do crescimento micelial dos patógenos foi observada na concentração de 20% (Figura 4), concentração essa superior as concentrações que causaram inibição do crescimento micelial pelos extratos vegetais (Figuras 1, 2 e 3), evidenciando assim a presença de substâncias fungitóxicas nos extratos de eucalipto, pimenta malagueta, pimenta do reino e neem. Resíduos de solventes são encontrados nos extratos vegetais, devido a esse fator é importante a utilização de solventes não tóxicos e que não interfiram no bioensaio (NCUBE et al., 2008).

A partir do metabolismo secundário, plantas produzem compostos antimicrobianos, sendo muitos desses compostos extraídos por solventes utilizados na preparação de extratos vegetais (MOTOYAMA, 2003; NCUBE et al., 2008; SCHWAN-ESTRADA, 2009; GURJAR et al., 2012). Dentre os extratos testados, Gurjar et al. (2012) citam a produção dos compostos

antifúngicos piperina, um alcaloide produzido pela pimenta do reino e da azadiractina, um terpenoide produzido por neem. Compostos antifúngicos fenólicos (SOUMYA; NAIR, 2012) e saponinas (DE LUCCA et al., 2006) foram detectados em frutos de pimenta (*C. frutescens*). Extratos de folhas de eucalipto (*E. citriodora*) contêm flavonóides, taninos e cumarinas com atividade antimicrobiana, inclusive antifúngica (KOUDORO et al., 2014).

Além de produzir compostos antimicrobianos, plantas também produzem substâncias que influenciam diretamente a germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas. Por exemplo, o tratamento das sementes de milho cv. Sertanejo com o extrato de pimenta malagueta na concentração de 20% promoveu a germinação das sementes (Tabela 1). A germinação de sementes de milho BR 106 não foi influenciada pelos extratos aquosos de *Pinus* sp., milheto (*Pennisetum americanum*) e mucuna (*Stizolobium aterrimum*) (FARIA et al., 2009). Rickli et al. (2011) avaliaram o efeito do extrato aquoso de folhas de neem (200g/1000mL) e verificaram que o extrato não influenciou na germinação das sementes, no entanto, diminuiu em mais de 90% o comprimento da radícula, verificando efeito alelopático do extrato aquoso de neem nas concentrações testadas (20%, 40%, 60%, 80% e 100%). Os compostos extraídos de extratos vegetais estão relacionados ao tipo de solvente utilizado (GURJAR et al., 2012).

Quanto ao controle dos patógenos (*F. verticillioides* F159 e F311; e *F. oxysporum* F01) em sementes tratadas preventivamente com os extratos, verificou-se que o extrato de pimenta do reino na concentração de 10% causou a maior redução da incidência de *F. verticillioides* (F159 e F311) (Tabela 02) nas sementes, sendo selecionado para a impregnação nos pós para a formulação de produto alternativo. Souza et al. (2007) verificaram que o tratamento com extratos vegetais hidroalcoolicos de alho e capim santo nas concentrações de 0,5%; 1%; 2,5%; 5% e 10% por meio da imersão das sementes por 10 min. causou diminuição da incidência de *F. proliferatum* em grãos de milho cv. Sertanejo, sendo verificada menor incidência do patógeno nos tratamentos onde foram utilizadas maiores concentrações dos extratos.

*F. oxysporum* F01 não foi inibido pelos extratos (10% e 20%) testados no tratamento de sementes, tendo maior incidência nos tratamentos com os extratos quando comparado a testemunha (Tabela 03). Em estudo realizado por Bahraminejad et al. (2015) com a avaliação de plantas medicinais e ornamentais sobre o desenvolvimento de *F. oxysporum*, os autores verificaram que dentre as plantas testadas houve inibição e promoção de crescimento do patógeno, como a planta ornamental crista de galo (*Celosia argentea*) que promoveu o crescimento do fungo. No entanto, no presente trabalho *F. oxysporum* F01 foi inibido totalmente a partir da concentração de 10% dos extratos vegetais testados (Figura 03). Resultado semelhante foi encontrado por Venturoso (2009), avaliando o efeito de extratos vegetais sobre fitopatógenos da cultura da soja.

O autor verificou que o extrato de alho foi tóxico a *Aspergillus* spp. quando incorporado ao meio de cultura, no entanto, quando aplicado nas sementes, promoveu a ocorrência do patógeno (VENTUROSOSO, 2009). Algumas hipóteses para o não controle de *F. oxysporum* F01 nas sementes de milho são (i) baixa toxicidade ao patógeno do extrato que penetrou nas sementes e (ii) controle de micro-organismos que competem com o patógeno, favorecendo assim o seu crescimento.

Os produtos alternativos formulados com extrato de pimenta do reino + pó de rocha, solvente + pó de rocha e solvente + caulim aceleraram a germinação das sementes de milho cv. Sertanejo, não inoculadas com os patógenos, quando avaliadas aos quatro dias de germinação (Tabela 04). A peletização de sementes com pó de rocha e biofertilizante é recomendada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio de suas Fichas Agroecológicas para proteger as sementes contra fatores externos, promovendo a germinação (aceleração da germinação em torno de cinco dias), o vigor e a sanidade; pois as raízes recém emitidas entram em contato com os nutrientes presentes na mistura pó de rocha + biofertilizante promovendo o seu desenvolvimento e aumentando a resistência das plântulas a fatores adversos. As sementes peletizadas com biofertilizante e pó de rocha devem ser plantadas imediatamente ou em até 24h do tratamento (FICHAS AGROECOLÓGICAS, 2017). O pó de rocha MB-4 é proveniente de rochas silicatadas, tendo em sua composição aproximadamente 48% de sílica. Dentre os silicatos que compõem o pó de rocha destaca-se magnésio, cálcio e ferro, acompanhados de fósforo, potássio e enxofre; e os micronutrientes cobre, zinco, manganês, cobalto dentre outros (MB-4, 2007).

Dentre as formulações testadas para o controle de *F. verticillioides* F311 nas sementes de milho var. Sertanejo, todas as formulações diminuíram a incidência do patógeno nas sementes (Tabela 05); no entanto, o produto alternativo formulado com extrato de pimenta do reino + pó de rocha destacou-se das demais, promovendo o número de radículas das plântulas de milho cv. Sertanejo de forma superior ao tratamento com fungicida (Tabela 06). Os pós (caulim, cinza e pó de rocha) utilizados para a formulação dos produtos a base de pimenta do reino não tiveram efeito sobre o crescimento de *F. verticillioides* F311 (Tabela 07), evidenciando a capacidade fungitóxica do produto ao extrato de pimenta do reino. Barros et al. (2013) verificaram inibição de *F. verticillioides* com extrato de pimenta-do-reino a partir da concentração de 10%. Aumento da germinação de sementes de milho cv. Sertanejo (inoculadas com *F. proliferatum*) foi verificada por Souza et al., (2007) com o tratamento com extrato hidroalcoólico de alho e capim santo. Em sementes de mamona, Catão et al. (2010) verificaram que o extrato de pimenta do reino controlou *F. oxysporum* e *Penicillium* sp. sem diminuir a percentagem final de germinação das sementes de mamona.

De forma geral, a formulação com extrato de pimenta + pó de rocha e o extrato de pimenta do reino utilizados para o tratamento de sementes de milho cv Sertanejo e Assum Pretotiveram efeito positivo no controle do tombamento causado por *F. verticillioides* F159, *F. verticillioides*F311 e *F. oxysporum* F01 e na promoção de desenvolvimento das plântulas (Tabelas 08, 09, 10, 11 e 12). Silva et al. (2012) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de milho das cultivares Caatingueiro, Sertanejo, BR-1020 e BR-1051 tratadas com extrato de pimenta do reino e verificaram que o extrato de pimenta do reino preservou a viabilidade das sementes armazenadas por dez meses.

Extratos vegetais, produzidos a partir de diversas técnicas e solventes, podem ser utilizados no controle de doenças de plantas, pois inibem os patógenos e induzem resistência nas plantas, sendo alternativa para a diminuição dos impactos causados por agrotóxicos e importante ferramenta de controle fitossanitário utilizada na agricultura orgânica (FRANZENER et al., 2003; MOTOYAMA, 2003; SCHWAN-ESTRADA, 2009; GURJAR et. Al., 2012). Devido a ação fungitóxica do extrato de pimenta do reino e de promoção de desenvolvimento das plântulas tratadas com pó de rocha, o produto alternativo formulado com pó de rocha impregnado com extrato de pimenta do reino possivelmente controla *Fusarium* spp. pela presença de substâncias antimicrobianas presentes no extrato; pela promoção de desenvolvimento das plântulas e aumento da resistência das plantas, devido aos minerais e silício (KORNDÖRFER & DATNOFF, 1995) presentes no pó de rocha e por indução de resistência.

Dentre as vantagens do produto alternativo a base de pó de rocha e extrato vegetal de pimenta do reino está a não necessidade de imersão das sementes nos extratos, a facilidade de obtenção de produto alternativo para o tratamento de sementes e a não contaminação do ambiente.

## 6. CONCLUSÕES

Extratos de frutos de pimenta malagueta, folhas de eucalipto, frutos de pimenta do reino e folhas de neem são fungitóxicos a *F. verticillioides* F159, *F. verticillioides* F311 e *F. oxysporum* F01, a partir da concentração de 5%.

Extratos de frutos de pimenta malagueta, folhas de eucalipto, frutos de pimenta do reino e folhas de neem não inibem a germinação de milho cv. Sertanejo.

Extrato de pimenta malagueta promove a germinação de milho cv. Sertanejo.

Extrato de pimenta do reino controla *F. verticillioides* (isolados F159 e F311) em sementes de milho cv. Sertanejo.

Extrato de pimenta do reino não controla *F. oxysporum* F01 em sementes de milho cv. Sertanejo.

Extrato de pimenta do reino + pó de rocha, solvente + pó de rocha e solvente + caulim aceleraram a germinação das sementes de milho cv. Sertanejo.

Extrato de pimenta do reino + pó de rocha e extrato de pimenta do reino têm potencialidade para serem utilizados no controle alternativo de *Fusarium* spp. em sementes de milho.

## REFERÊNCIAS

SEO, A. J.; WON L. Y. Natural occurrence of the C series of fumonisins in moldy corn. **Applied Environmental Microbiology**, v.65, p.1331-1334, 1999.

ABRASCO, Dossiê: **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde/ Organização de Fernando Ferreira Carneiro**. Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria Rigotto, Karen Friedrich e André Campos Búrio – Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

BAHRAMINEJAD, S.; ABBASI, S.; AMIRI, R. The effect of some medicinal and ornamental plant extracts against *Fusarium oxysporum*. **Journal of Crop Protection**, v.4, n. 2, p. 189-197, 2015.

BARROS, L. S.; ADORIAM, A. I.; KOBAYASTI, L. Uso de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial in vitro de *Acremonium* sp. e *Fusarium verticillioides*. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p.2072-2076. 2013.

BETTIOL, Wagner. **Controle alternativo**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CONTAG01\\_23\\_299200692526.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_23_299200692526.html)>. Acesso em: 01 jun. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em :16 maio 2014

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 399 p. 2009a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 200p. 2009b.

FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA. 3.ed. São Paulo-SP. 2011.

CARNEIRO, S.M.T.P.G. **Efeito do Nim (*Azadirachta indica*) sobre oídio e antracnose.** Londrina, IAPAR, Boletim Técnico nº, 115, 13p, 2008.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; SOUZA, A.; SILVA, D.A.; BARRETO, T.P.; GARBUGLIO, D.D.; FERREIRA, J.M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Agronomy**, v.32, n.2, p.229-233, 2010.

CARVALHO, H.W.L.; SANTOS, M.X.; et al. BRS Assum Preto: **Um milho de alta qualidade protéica para o nordeste brasileiro.** Comunicado Técnico, n.32, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004.

CARVALHO, H. W. L.de.; CARDOSO, M. J.; GUIMARÃES, P. E. °; PACHECO, C. A. P.; LIRA, M. A. L.; TABOS, J. N.; RIBEIRO, S. S.; OLIVEIRA, V. D de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2006. **Agrotópica**, v. 21, n. 1, p. 25-32, 2009.

CARVALHO H.W.L; CARDOSO M.J.; LEAL M.L.S.; SANTOS M.X.; TABOSA J.N.; SOUZA E.M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 471-477. 2005

CASA, R.T., REIS, E.M., NERBASS, F.R. **Implicações epidemiológicas da transmissão de fungos em sementes de milho.** In: Manejo de doenças de grandes culturas: feijão, batata, milho e sorgo. Lavras: UFLA, 2006. p. 202-212.

CASA, R.T., REIS, E.M., ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado de doenças do milho em plantio direto.** In: ZAMBOLIM, L., SILVA, A.A., AGNES, E.L. (Org.). Manejo integrado: integração lavoura-pecuária. Viçosa, MG, 2004, p. 45-72.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S.; PINTO, N. F. J. de A. Doenças na cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 216-256, 2008.

CATÃO, H.C.R.M; AQUINO, C.F.; SOARES, E.P.S.; MOURA, R.F.B.; SILVA, H.P.da.; SALES, N. de L.P. Influência de extratos e hidrolatos de plantas na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de mamona. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1., 2010, Campina Grande. *Anais...* 2010. p. 2119-2123.

CELOTO M.I.B.; PAPA M.F.S.; SACRAMENTO L.V.S.; CELOTO F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas à *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, p.1-5, 2008.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 3 - Safra 2016/17, n. 1 - Quinto levantamento, Fevereiro 2017.

CRUZ, J.C; FILHO,I.A.P.; DUARTE, J.O. **Cultivo do milho**. Embrapa Milho e Sorgo 2012. 8º edição. Disponível em [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/cultivares.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/cultivares.htm)

DE LUCCA, A.J., BOUE, S., PALMGREN, M.S., MASKOS, K.; CLEVELAND, T.E. Fungicidal properties of two saponins from *Capsicum frutescens* and the relationship of structure. **Canadian Journal of Microbiology**, v.52, n.4, p. 336-342, 2006.

DVORAK, N. J.; RILEY, R. T.; HARRIS, M.; MCGREGOR, J. A. Fumonisin mycotoxin contamination of corn-based foods consumed by potentially pregnant women in Southern California. **The Journal of Reproductive Medicine**, v. 53, p. 672-676, 2008.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.**Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária. 2004.  
FAO – **Food and Agriculture Organization**. Disponível em:<https://www.fao.org.br/cafppef.asp>

FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA. 3ª edição. Brasília: ANVISA, 2011.

FICHAS AGROECOLÓGICAS: Fertilidade do solo e nutrição das plantas. **Peletização de sementes com uso de biofertilizante e pó de rocha.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/arquivos-fertilidade-do-solo/30-peletizacao-de-sementes-com-uso-de-biofertilizante-e-po-de-rocha.pdf>. Acesso em 15 de março de 2017.

FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S. Atividade antifúngica e indução de resistência em trigo a *Bipolaris sorokiniana* por *Artemisia camphorata*. **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.503-507, 2003.

GURJAR, M. S.; SHAHID, A.; MASOOD, A.; KANGABAM, S. S. Efficacy of plant extracts in plant disease management. **Agricultural Science**, v.3, p.425–433, 2012.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005.

KOUDORO, Y.A.; DOSSA, C.P.A.; YÈHOUEÏNOU, B.B.; TCHOBO, F.P.; ALITONOU, G.A.; AVLESSI, F.; SOHOUNHLOUÉ, D.C.K. PHYTOCHEMISTRY, Antimicrobial and antiradical activities evaluation of essential oils, ethanolic and hydroethanolic extracts of the leaves of *Eucalyptus citriodora* hook from Benin. **Scientific Study & Research**, v.15, n.1, p. 59 – 73, 2014.

LAWRENCE, E.B.; NELSON, P.E.; AYRES, J.E. Histopathology of sweet corn seeds and plants infected with *Fusarium moniliforme* and *F. oxysporum*. **Phytopathology**, v.71, n.4, p. 379-386, 1981.

KUHNEM-JÚNIOR, P. R. et al. Características patogênicas de isolados do complexo *Fusarium graminearum* e de *Fusarium verticillioides* em sementes e plântulas de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 583-588, 2013.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio De Janeiro: Assessoria e Serviços A Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190 p.

LOUZADA, G. A. S. et al. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p.145-149, 2009.

MACHADO, J.C. et al. Inoculum potential of *Fusarium verticillioides* and performance of maize seeds. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 3, 21-217, 2013.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. **Cultivo do Milho: Ecofisiologia**. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/ecofisiologia.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/ecofisiologia.html)>.

MIKAMI, A. Y.; PISSINATI, A.; FAGOTTI, D.; JÚNIOR, A. O.M.; VENTURA, M.U. Control of the Mexican bean weevil *Zabrotessubfasciatus* with kaolin. **Ciência Rural**, v.40, n.7, jul, 2010, p. 1497-1501.

MB-4. MIBASA: **Mineração Barreto**. Disponível em: [http://mibasa.planejados.ind.br/?page\\_id=78](http://mibasa.planejados.ind.br/?page_id=78). Acesso em 15 de março de 2017.

MOTOYAMA, M. Indução de fitoalexinas em soja e em sorgo e efeito fungitóxico de extratos cítricos sobre *Colletotrichum lagenarium* e *Fusarium semitectum*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v 25 n. 2 p.491 – 496. 2003.

NAZ, R. **Effects of Plant Extracts, Salicylic acid and Fungicide in Biocontrol of Fungal Diseases of Maize (*Zea mays* L.) and Wheat (*Triticum aestivum* L.)**. Tese de doutorado. Departamento de Ciências de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas Quaid-i-Azam University Islamabad, Paquistão 2014. 281p. Disponível em: <http://pr.hec.gov.pk/Thesis/2777S.pdf>

NERBASS, F. R.; CASA, R.T.; ANGELO, H.R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 7, n. 1, p. 30-36, 2008.

NCUBE, N.; AFOLAYAN, S.A.J.; OKOH, A.I. Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: Current methods and future trends. **African Journal of Biotechnology**, v.7, p.1797-1806, 2008.

OLIVEIRA, I.J.; FONTES, J.R.A.; DIAS, M.C .; BR 5011 Sertanejo – **Variedade de Milho de Dupla Aptidão ( Milho em Grãos e Milho Verde) para o Amazonas**. Manaus: EMBRAPA, 2015. 6 p. ( EMBRAPA. comunicado técnico, 118).

PEREIRA, O.A.P., CARVALHO, R.V. & CAMARGO, L.E.A. Doenças do milho. In:KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO,L.E.A. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 4ed. Sao Paulo:Agronomica Ceres, vol.2. p.477-488, 2005.

PEREIRA, T. F.; MEDEIROS, V.; PEREIRA, M. ; DANTAS, A. J. ; MARINI, F. Importância do Pó de Rocha para os Sistemas de Produção Agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 5p., 2015.

PINTO, N.F.J.A. **Grãos ardidos em milho**. Circular Técnica 66, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas – MG, 5p.; 2005.

PINTO, N.F.J. de A. **Patologia de sementes de milho**. Circular Técnica 29, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas – MG, 44p.; 1998.

PINTO, N.F.J. Tratamento com fungicidas de sementes de milho. In: SOAVE, J., OLIVEIRA, M.R.M.; MENTEN, J.O.M. (Eds.) **Tratamento químico de sementes**. Anais, 4º Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Gramado, RS, 1996. pp.52-57.

PONTES, A.S.C.; ARAÚJO, F.P.; ARAÚJO,J.F.; MOUCO,M.A.; BOAS,R.L.V.; FERNANDES,D.M.Emprego do pó de rocha MB-4 sobre a produção do coentro. In. Congresso Brasileiro de Agroecologia; Seminário Estadual de Agroecologia, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABA, 2005. 1 CD-ROM.

REIS, E.M., CASA, R.T. & BRESOLIN, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144p.

REIS, A.C.; REIS, E.M.; CASA, R.T. et al. Erradicação de fungos patogênicos associados a sementes de milho e proteção de fungos de solo pelo tratamento com fungicida. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p.585-591, 1995.

RICKLI, H.C.; FORTES, A.M.T.; SILVA, P.S.S.; PILATTI, D.M.; HUTT, D.R. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto. **Semina**, v. 32, n. 2, p. 473-484, 2011.

SACHS, C.; CASA, R. T.; PILETTI, G. J.; NETTO, L. A.; FINGSTAG, M.; NERBA, F.; STOLTZ, J. C.; ZANCAN, R.; BAMPI, D.; AGOSTINETTO, L. Incidência de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho e transmissão para o sistema radicular e parte aérea da planta. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**: Embrapa, 2012, p.614-620.

SANTOS, J.F. et al. Variedades e híbridos de milho para a mesorregião do Agreste Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.3, p.13-17, 2005

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Extratos vegetais e de cogumelos no controle de doenças de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p.4038-4045, 2009.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L. S. et al. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. Cap. 5, p. 125-138.

SILVA, J. L.; TEIXEIRA, R. N. V.; SANTOS, D. I. P.; PESSOA, J. O. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos, **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável grupo verde de agricultura alternativa**, v.7, n.1, p. 80 – 86, 2012.

SOUMYA, S.L.; NAIR, B.R. Antifungal efficacy of *Capsicum frutescens* L. extracts against some prevalent fungal strains associated with groundnut storage. **Journal of Agricultural Technology**, v.8, n.2, p.739-750, 2012.

SOUZA, A.E.F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.6, p. 465-471, 2007.

SPADOTTO, C.A. et al. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, p.1-24, 2004.

STANGARLIN, J. R. et al. Plantas Mediciniais: Plantas Mediciniais e Controle Alternativo de Fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, p.16-21, 1999.

TEDESCO, M.M.A.; DELERI, M.; SCOPEL, S.; MAGRINI, F.E.;SARTORI, V.C. **Atividade antifúngica de extrato de pimenta (*Capsicum* sp.) contra fungos fitopatogênicos**. XVII Encontro de jovens pesquisadores, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa-UCS,2009.

TRINDADE, C.C. **Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais**. Trabalho apresentado no XV Congresso Nacional do Conpedi, 15-18 novembro, Manaus, Amazonas. 2006.

VENTUROSOSO, L.R. **Extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos à soja**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Grande Dourados.99p. 2009.

ZAMBOLIM, L., CASA, R.T. & REIS, E.M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p.585-595, 2000.