



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

EDSON PIMENTA MOREIRA

**ANÁLISE DO EFEITO DA SOLUÇÃO FERMENTADA A BASE DE CARAPAÇA DE
CARANGUEJO NA SUPRESSÃO DA INCIDÊNCIA DA FUSARIOSE DO
QUIABEIRO EM SÃO LUIS/MA**

SÃO LUÍS

2019

EDSON PIMENTA MOREIRA

**ANÁLISE DO EFEITO DA SOLUÇÃO FERMENTADA A BASE DE CARAPAÇA DE
CARANGUEJO NA SUPRESSÃO DA INCIDÊNCIA DA FUSARIOSE DO
QUIABEIRO EM SÃO LUIS/MA**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Belmino Maia.

SÃO LUÍS

2019

Moreira, Edson Pimenta.

Análise do efeito da solução fermentada a base de carapaça de caranguejo na supressão da incidência da fusariose do quiabeiro em São Luis - MA / Edson Pimenta Moreira. – São Luís, 2019.

38 f

Monografia (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof.Dr. Cláudio Belmino Maia.

1.Fitossanidade. 2.*Fusarium oxysporum* f.sp.*Vasinfectum*. 3.Orgânicos.
I.Título

CDU: 632(812.1)

EDSON PIMENTA MOREIRA

**ANÁLISE DO EFEITO DA SOLUÇÃO FERMENTADA A BASE DE CARAPAÇA DE
CARANGUEJO NA SUPRESSÃO DA INCIDÊNCIA DA FUSARIOSE DO
QUIABEIRO EM SÃO LUIS/MA**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.


Orientador: Prof. Dr. Cláudio Belmino Maia.

Aprovado em: 13 / 12 / 2019

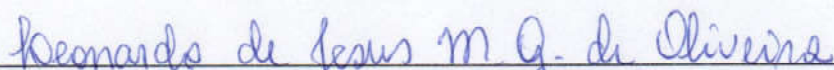
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Cláudio Belmino Maia. (Orientador)
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA



Prof. Dr.ª Thais Roseli Corrêa
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA



Me. Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira
Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade/CCA/UEMA

Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã e em especial ao meu sobrinho Ícaro Aquiles Moreira Santos e minha noiva Fabiane Costa Rego.

AGRADECIMENTOS

Mais uma batalha vencida que me dediquei com muito suor, trabalho, dedicação e perseverança. Essa jornada permitiu o meu amadurecimento no âmbito profissional e pessoal, proporcionado pela experiência do meio acadêmico.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por sempre estar ao meu lado me protegendo e dando forças para enfrentar os empecilhos da vida.

A minha família, em especial a minha mãe, Maria Benedita F. Pimenta, pelo esforço, amor que dedicou e dedica a mim e ser a pessoa a quem mais admiro.

Ao meu pai, Eudes dos Santos Moreira, pelos valores, educação e valorização do trabalho como fonte de formação do homem.

A minha irmã, Erika Pimenta Moreira, pela força e incentivo para o término desta monografia.

Ao meu sobrinho, Ícaro Aquiles Moreira Santos, que alegra a vida e os corações de todos quem convivem com ele.

Em especial a Fabiane Costa Rego, por ser uma pessoa muito especial em minha vida. Tornando os meus dias mais bonitos e especiais.

A Universidade Estadual do Maranhão, por ter proporcionado a experiência do meio acadêmico.

Ao meu orientador, Cláudio Belmino Maia, que cedeu seu tempo para as várias orientações durante a produção deste trabalho.

A toda equipe de Núcleo de Biotecnologia, em especial Leonardo de Jesus Machado Gois de Oliveira pelo auxílio nas atividades laboratoriais.

Aos bares e restaurantes (Casa da Peixada, Estrela Dalva, Porto Seguro, Estrela do Mar, Orla Beach, Alô Alô Marciano, Farol e Kallamazoo) que permitiram a realização de minhas investigações e análises e a todos os seus profissionais que me acolheram e foram extremamente gentis e prestativos.

A todos os profissionais da UEMA, que contribuíram direta e indiretamente na minha formação acadêmica.

“Vem, vamos embora, que esperar não é saber
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer”

Geraldo Vandré

RESUMO

A fusariose é um dos principais problemas fitossanitários que assolam a produção do quiabeiro no Maranhão, por se tratar de uma doença de difícil controle associado a custos elevados para aquisição de produtos químicos que muitas vezes são inviáveis aos pequenos produtores, que exploram o cultivo do quiabo como fonte de renda. A pesquisa tem como objetivo, analisar o efeito da solução fermentada a base de carapaça de caranguejo sobre o agente patogênico *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* *in vitro* e a supressividade da fusariose do quiabeiro em mudas da variedade “Valença” em São Luís/MA. Os experimentos foram conduzidos no Núcleo de Biotecnologia Agrônômica do CCA/UEMA, em Laboratório de Fitopatologia e casa-de-vegetação. Para avaliação laboratorial, foi mensurado o crescimento das colônias fúngicas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e dez repetições. Para avaliação em casa de vegetação, a solução carapaça de caranguejo foi misturada a solo autoclavado após sete dias da emergência das sementes. O inóculo do patógeno na concentração de 10^6 macroconídios mL^{-1} foi adicionado ao solo (30 mL.Kg^{-1}) 21 dias após a germinação de plantas de quiabo da variedade Valença com cinco tratamentos ($0,10,20,40,80 \text{ mL.Kg}^{-1}$ de solo) e 5 repetições. Os dados de todos os ensaios foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, os dados foram rodados no programa estatístico AgroEstat®. Os resultados para teste “*in vitro*” atenderam as expectativas, como percentagem de inibição de crescimento micelial (P.I.C) em 100% para concentrações a partir de 0,3(v/v) e o teste em “*in vivo*” não houve variação significativa. A conclusão do trabalho nos permitiu inferir que a solução fermentada poderá ser uma importante ferramenta no controle do *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, mas que necessita de maiores investigações para o desenvolvimento e padronização de uma metodologia eficiente.

Palavras Chave: Fitossanidade, *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, orgânicos.

ABSTRACT

Fusariosis is one of the main phytosanitary problems that plague okra production in Maranhão, as it is a difficult to control disease associated with high costs for the purchase of chemicals that are often unviable to smallholders who grow okra. as a source of income. The objective of this research is to analyze the effect of fermented crab carapace solution on the pathogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* *in vitro* and the suppressiveness of okra fusarium in seedlings of the variety “Valença” in São Luís / MA . The experiments were conducted at the CCA / UEMA Agronomic Biotechnology Center, at a Plant Pathology Laboratory and greenhouse. For laboratory evaluation, the growth of fungal colonies was measured in a completely randomized experimental design with five treatments and ten replications. For evaluation in a greenhouse, the crab carapace solution was mixed with autoclaved soil seven days after seed emergence. The pathogen inoculum at the concentration of 10^6 macroconidia mL⁻¹, was added to the soil (30 mL.Kg⁻¹) 21 days after germination of Valença okra plants with five treatments (0.10,20,40,80). mL.Kg⁻¹ of soil) and 5 repetitions. Data from all assays were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability, data were run using the AgroEstat® statistical program. The results for the *in vitro* test met expectations as percentage of mycelial growth inhibition (PIC) by 100% at concentrations from 0.3 (v / v) and the *in vivo* test showed no significant variation. . The conclusion of the work allowed us to infer that the fermented solution may be an important tool in the control of *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, but needs further investigation for the development and standardization of an efficient methodology.

Keywords: Plant health, *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, organic.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO LITERÁRIA	14
2.1	A cultura do quiabeiro.	14
2.2	O caranguejo (<i>Ucides cordatus</i> Linnaeus, 1763).....	15
2.3	O polímero quitina.	16
2.4	O polímero quitosana.	17
2.5	O patógeno <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>vasinfectum</i>	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Local de execução do projeto.	19
3.2	Obtenção e preparo da carapaça de caranguejo.	19
3.3	Obtenção do fermentado da carapaça de caranguejo.	20
3.3	Experimento <i>in vitro</i>	22
3.3	Experimento <i>in vivo</i>	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1	Avaliação laboratorial.	25
4.2	Avaliação da supressividade da fusariose do quiabeiro em casa de vegetação.	29
5	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	ANEXOS	37

1 INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.) é pertencente à família das Malváceas, com centro de origem no continente Africano e adaptação a climas tropicais, com temperaturas entre 22° a 25° C, e apresenta grande sensibilidade ao frio (FILGUEIRA, 2008).

É uma cultura com custo de produção relativamente baixo, proporcionando genericamente um retorno considerável, e assim constituindo primazia para os agricultores familiares (FILGUEIRA, 2008).

É descrita como uma hortaliça de alto valor nutricional, com grande aceitação no mercado, sendo os pequenos produtores os maiores responsáveis por grande parte da sua produção (PAES et al., 2012). Há uma estimativa de produção mundial de cerca de 1,7 milhões de t / ano (ASARE-BEDIAKO et al., 2014).

Dentre as diversas hortaliças cultivadas no Estado do Maranhão, o quiabeiro tem seu papel de destaque no mercado e na cultura do Maranhense, estando sempre presente nos pólos produtores, sendo cultivados principalmente nos municípios que fazem parte da Ilha de São Luís (SILVA; PEREIRA, 2008).

Dentre os problemas fitossanitários que assolam a produção dessa hortaliça, destaca-se a fusariose do quiabeiro, ocasionada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* [(Atk.)Snyder & Hansen] que é uma das doenças mais prejudiciais à cultura no Maranhão, tendo acarretado perdas econômicas inestimáveis aos pequenos e médios produtores que exploram seu cultivo como fonte de renda. A doença manifesta-se em forma de reboleira, onde a planta apresenta como principais sintomas a murcha, amarelecimento das folhas, escurecimento vascular, seguido de desfolha e conseqüente, morte das plantas (MASSOLA JÚNIOR, BEDENDO 1997).

A aplicação de produtos químicos é a forma mais usual para tratamento da doença. Pondera Bettioli (2003) que considera agressiva e inviável esta prática, onde avaliou a relação custo/benefício, pois as quantidades de agrotóxico aplicadas pelos produtores que realmente atingem a praga ou patógeno são ínfimas, somente uma parcela menor que 1%, em desvantagem aos 99% que fica retido ou atuando diretamente no meio ambiente.

O uso de fungicidas para controle de doenças de plantas é a prática mais comum a todos os sistemas agrícolas convencionais de produção, justificado por possuir características desejáveis ao produtor como a previsibilidade dos resultados, a simplicidade de uso e a necessidade de pouco entendimento dos processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação (BETTIOLI, MORANDI 2009).

Os agrotóxicos podem causar efeitos negativos aos seres vivos, ainda que as dosagens sejam mínimas a ponto de reduzir os riscos em níveis aceitáveis, no entanto o uso geral não obedece aos procedimentos e cuidados inerentes à manipulação dos mesmos (VERAS, 2005). Outro fator importante a ser considerado é a resistência aos agrotóxicos, pelo uso constante e das dosagens não recomendadas, onde a resistência a fungicidas pode ser atribuída a um ou mais mecanismos, sendo estes os principais: redução de afinidade no sítio de ação dos fungicidas; redução da absorção ou aumento do fluxo de fungicida; desintoxicação; compensação e desvio do sítio de ação (GHINI; KIMATI, 2002).

É importante frisar que o custo para aquisição aos “defensivos agrícolas” é elevado, tornando muitas vezes inacessível aos produtores familiares. Uma das alternativas para fugir dos problemas causados pelo uso de agrotóxico a um baixo custo é a adição de matéria orgânica ao solo que pode ser uma alternativa ao controle da fusariose (RODRIGUES, VERAS; SILVA, 2007).

Os experimentos com carapaça de caranguejo no controle da fusariose da pimenteira se mostraram bastante promissores, não só pelo controle do fungo, mas também pelo aporte nutricional dado à planta pela aquisição de macro e micronutrientes advindo da mineralização da matéria orgânica, além de promover o crescimento de agentes biológicos supressores do *Fusarium* (BENCHIMOL, 2002).

A aplicação de materiais orgânicos no solo pode ser considerada um norte ao controle da fusariose (RODRIGUES et al., 2007). Entre esses materiais, encontra-se a casca de caranguejo, que apresenta quitina em sua composição (DOMINGUES, 2006), além de macro e micronutrientes (BENCHIMOL, 2006).

Caranguejo e siri são invertebrados marinhos estruturalmente formados por um exoesqueleto de quitina com composição variável entre 15 a 20% de quitina em caranguejos e siris (LIMA et al., 2010).

A quitina é um polissacarídeo constituído por um polímero de cadeia longa, a β -(1-4)-N-acetil-D-glucosamina e usado na produção de quitosana (MUÑOZ, 2009).

A quitosana foi estudada com sucesso em uma grande variedade de aplicações de uso humano, por ser biocompatível, biodegradável, possuir propriedades antimicrobianas, ser emulsificante, utilizada no tratamento de efluentes, ser formadora de gel e como envoltório protetor de alimentos, e de uso agrícola, como fornecedora de nutrientes e promotora de crescimento de plantas e no controle de patógenos de plantas como os fungos (BENCHIMOL et al., 2006).

Por tais características tem-se como hipótese que a quitina e quitosana presentes na solução de fermentada da casca de caranguejo atuaram para supressão do agente patogênico da fusariose (*F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum*) do quiabeiro.

O caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), é um dos principais recursos extraídos dos mangues da Ilha de São Luís, sendo um produto bastante consumido pela população maranhense, possuindo grande importância econômica e social, devido à geração de empregos diretos e indiretos (CAVALCANTE et al, 2011). Conseqüentemente essa demanda gera uma quantidade muito grande de resíduo que em sua maioria é considerado “lixo”.

O descarte inadequado dos rejeitos das atividades pesqueiras causa diversos impactos negativos. Esse é o caso dos resíduos sólidos provenientes da atividade de beneficiamento do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) (RIBEIRO;FERNANDES, 2018). Diante do exposto, o trabalho justifica-se pela destinação e uso agrícolas de resíduos não aproveitados da cadeia produtiva do caranguejo em substituição a fungicidas químicos industriais, promovendo alternativas sustentáveis a um baixo custo de produção aos produtores.

A pesquisa tem como objetivo, analisar o efeito da solução fermentada a base de carapaça de caranguejo sobre o agente patogênico *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum in vitro* e a supressividade da fusariose do quiabeiro em mudas da variedade Valença em São Luís/MA.

2 REVISÃO LITERÁRIA

2.1 A cultura do quiabeiro.

O quiabeiro *Abelmoschus esculentus* (L.) (**Figura 1**) é uma hortaliça originária da África, pertencente da família Malvaceae, muito adaptada às condições tropicais. O clima quente e úmido é muito favorável sendo mais cultivado nas regiões Nordeste e Sudeste (BACHEGA et al, 2013).

Fonte: Moreira, 2018.

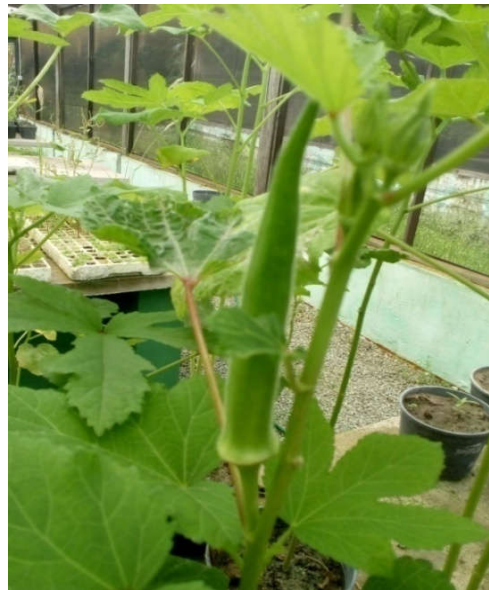


Figura 1 – planta e fruto do quiabeiro.

O quiabeiro apresenta porte arbustivo e ereto, caule semilenhoso, pode atingir até três metros de altura, o sistema radicular é muito profundo e sua raiz pivotante pode atingir até 1,90 m de profundidade e o estágio vegetativo vai de 0 a 64 dias após a sementeira e o reprodutivo de 65 a 120 dias, porém seu período de frutificação pode superar 200 dias conforme a época de cultivo (GALATI, 2010). As folhas apresentam limbo recortado, são grandes lobadas e com pecíolos longos, as flores são hermafroditas e o fruto é do tipo cápsula, piloso, roliço e apresenta seção transversal circular ou pentagonal (AGUIAR, 2011).

O quiabeiro é uma cultura intolerante ao frio e necessita temperaturas mais altas para se desenvolver e produzir frutos. Em condições de temperatura baixa há retardamento na germinação e emergência das plântulas fato que prejudica o crescimento, a floração e a frutificação (FILGUEIRA, 2008).

Não é uma cultura muito exigente em se tratando do tipo de solo, visto que a mesma produz bem em solos areno-argilosos, argilosos, argilo-arenosos, não suporta acidez elevada, o pH ideal para seu cultivo vai de 6,0 a 6,8. A produtividade do quiabeiro encontra-se em torno de 15 a 20 t ha⁻¹, mas pode variar em função do período de colheita (GALATI, 2010).

2.2 O caranguejo (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763).

O caranguejo-uçá (*Ucides cordatus* Linnaeus, 1763) (**Figura 2**), é uma um artrópode da classe Macostraca, pertencente à ordem Decapoda, sendo da Família: Ocypodoidea. É uma espécie de hábito semi-terrestre distribuída amplamente na costa do Atlântico Ocidental, na Flórida, Golfo do México, América Central, Antilhas, e norte da América do Sul, Guianas e Brasil, com registros do Pará até Santa Catarina (ARAÚJO;CALADO, 2008).

Fonte: Martins e Oliveira, 2011.



Figura 2 – Extração do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*).

A espécie tem como característica na face interna do própodo quelar, espinhos com extremidade negra e ter o cefalotórax de coloração que varia do azul celeste ao marrom escuro. Habita galerias individuais de cerca de 1 m de profundidade, escavadas na zona entre marés, onde permanecem durante quase todo o ano (IGARASHI, 2007 b). É um animal, que para atingir o tamanho comercial leva aproximadamente 6 a 11anos (NASCIMENTO, 1993). É considerado dentre os crustáceos, como um dos recursos mais explorados no Brasil (NASCIMENTO et al., 2016).

O caranguejo-uçá apresenta relevância econômica para as populações ribeirinhas que tem a “catação” como fonte de renda, além de ser uma das atividades extrativistas mais

antigas do Brasil, onde movimentava uma extensa rede econômica composta por catadores, intermediários, comerciantes e consumidores (IGARASHI, 2007a; NASCIMENTO et al., 2016). Sua carne é bastante apreciada na mesa dos brasileiros e turistas que visitam o litoral do Brasil, onde o consumo e venda em grandes quantidades (ALVES; NISHIDA, 2005). Em diversas cidades do litoral brasileiro é fácil encontrar estabelecimentos destinados à venda do caranguejo-uçá, principalmente na região Nordeste onde é bastante apreciado.

Não obstante o caranguejo-uçá é economicamente e socialmente importante para o Maranhão e para sua capital São Luís, conforme (CASTRO 1986 apud MARTINS; OLIVEIRA, 2011 p 109).

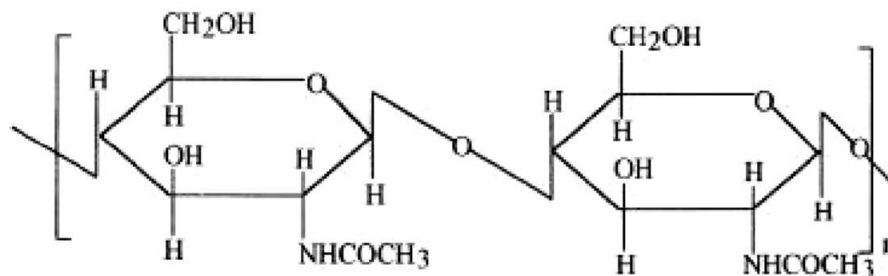
No Maranhão, estima-se que mais de cem mil famílias vivam direta ou indiretamente deste recurso, levando-se em conta a comercialização formal e informal que atinge uma vasta rede de bares, restaurantes, hotéis, mercados, supermercados e feiras livres. A produção de caranguejos nos manguezais do sul da ilha de São Luís foi estimada em 3,5 t/há (CASTRO 1986 apud MARTINS; OLIVEIRA, 2011 p 109).

Da carapaça do *U. cordatus* se extrai a quitina, precursor direto da quitosana, que é a segunda maior fibra em abundância no mundo ficando atrás apenas da celulose. Cerca de 15 a 20% do peso do exosqueleto destes crustáceos é composto por quitina, que apresenta grande variedade de usos, como na indústria farmacêutica, agrícola, têxtil, alimentícia e de cosméticos (ATAS, 2004).

2.3 O polímero quitina.

A quitina é um polímero linear com cadeias não ramificadas ligados em β -1,4(N-acetil-glicosamina) (Figura 3). Em muitos organismos a quitina é modificada pela ligação com outros polímeros como glucanos, proteínas, etc.

Fonte: Azevedo, 2007.



quitina

Figura 3 - Estrutura molecular da quitina.

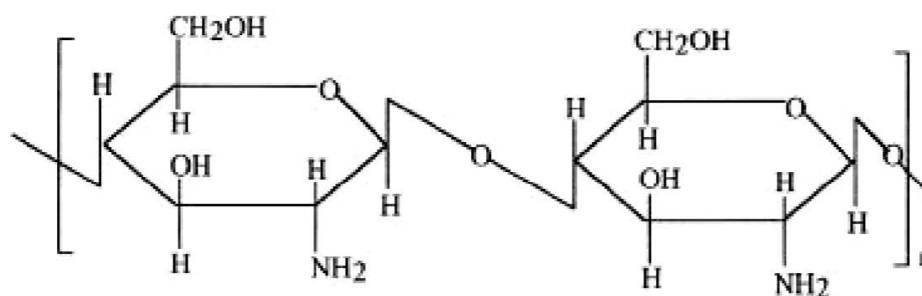
Quitina é o segundo polímero natural mais abundante do planeta, perdendo apenas para a celulose, ele está presente em paredes celulares de fungos e em exoesqueletos de insetos, aracnídeos e crustáceos. É considerado que 22 até 33% da parede celular dos fungos pode ser constituído por quitina. Estima-se que 10% dos desembarques de produtos marinhos consiste em organismos ricos em materiais quitinosos (10-55% em massa seca) sendo mais de 80.000 toneladas de quitina produzidas por ano a partir de resíduos marinhos (PATIL et al., 2000).

A supressividade do solo para agentes patógenos pela aplicação de resíduos ricos em quitina pode ser explicada pela indução da alteração na estrutura e na atividade da microbiota capaz de hidrolisar as hifas de fungos patogênicos e ovos de nematóides (CRETOIU et al., 2013).

2.4 O polímero quitosana.

É um polímero policatiônico β -1,4 ligado à D-glucosamina definido como um diacetilato de quitina (**Figura 4**). sendo um polissacarídeo natural extraído da casca ou exoesqueleto de crustáceos como camarão, caranguejo, lagosta e de plantas como as algas marinhas, e na parede celular dos fungos. A quitosana é solúvel e é obtida da desacetilização da quitina (FRANCO et al., 2005).

Fonte: Azevedo, 2007.



quitosana

Figura 4 – Estrutura molecular da quitosana.

A quitosana tem um duplo efeito na interação patógeno-hospedeiro, ou seja, a atividade antifúngica e a ativação das respostas de defesa da planta, como a produção de enzimas (OH et al., 1998).

2.5 O patógeno *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*.

O *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* é um fungo de solo causador da fusariose ou murcha-de-fusário, foi descrito pela primeira em 1892 no Estado do Alabama (USA) pelo pesquisador Atkinson (AGUIAR, 2011). É um fungo especializado, mas que admite hospedeiros alternativos, chamados de hospedeiros secundário, dentre eles a soja (*Glycine Max*), o fumo (*Nicotiana tabacum*) e a alfafa (*Medicago sativa*) (CIA e SALGADO,1997).

Quando cultivado em meio de cultura, ele produz um pigmento violeta, além de possui dois tipos de conídios, macroconídios e microconídios. Os macroconídios são hialinos, falcados, fusiformes, multicelulares (3-7 septos), 40-50 µm x 3-5 µm. Os microconídios são geralmente unicelulares, produzidos em conidióforos curtos, formados diretamente do micélio, 5 - 12 µm x 2 - 3,5 µm (SMITH, 2007).

Este fungo também produz formas de resistência denominada clamidósporos, o que garante sua sobrevivência sem hospedeiro por longos períodos (MASSOLA JUNHOR e BEDENDO, 1997)

A murcha é favorecida por solos com alto teor de areia, acidez elevada, alta umidade do solo, baixo teor de potássio, fertilidade desequilibrada e temperaturas entre 25 e 32°C (CIA ; SALGADO,1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de execução do projeto.

A pesquisa foi conduzida no Campus da Universidade Estadual do Maranhão no Laboratório de Fitopatologia e na Casa de Vegetação do Núcleo de Biotecnologia em São Luís, MA, cujas coordenadas geográficas compreendem 2° 30' S e 44° 18' W. O clima da região classificado segundo Köppen é do tipo Aw Tropical quente e úmido, com estação quente e úmida bem definida: alta pluviosidade nos meses de Janeiro a Junho e seca com déficit hídrico acentuado de julho a dezembro. As precipitações variam entre 1.600 a 2.000 mm anuais, das quais cerca de 80% concentram-se no primeiro semestre. A temperatura média local encontra-se na faixa de 26° C, com variações mínimas entre 22 e 24° C e máximas de 30 e 36° C (AYOADE, 2012).

3.2 Obtenção e preparo da carapaça de caranguejo.

A carapaça de caranguejo utilizada no experimento foi obtida por meio de coleta dos resíduos da extração da carne desse crustáceo de restaurantes da Avenida Litorânea, localizada no município de São Luís no estado do Maranhão. Para utilização no experimento, o material foi submetido à lavagem com água corrente para retirada de resíduos de carne de caranguejo. Após, passou por secagem em estufa por 4 horas (**Figura 5**), em seguida o material foi moído com o auxílio de moinho de facas (**Figura 6**) até a forma de pó que posteriormente passou pelo processo de peneiramento (partículas < 2 mm). O material foi mantido em temperatura ambiente em recipiente hermeticamente fechado, distante da umidade e da luz até o uso no experimento.

Fonte: Moreira, 2019



Figura 5. Obtenção do pó da carapaça do caranguejo: secagem da carapaça.

Fonte: Moreira, 2019



Figura 6. Segunda etapa de obtenção da farinha de caranguejo: moagem.

3.3 Obtenção do fermentado da carapaça de caranguejo.

O experimento para obtenção da solução fermentada do pó de carapaça do caranguejo foi conduzido, utilizando a sacarose como fonte inicial energética para a fermentação, com o pó da carapaça e água destilada na proporção de em 1: 1: 10.

Foi transferida para os fermentadores (erlenmeyer 1000 mL) a medida de 50 g de carapaça (**Figura 7**), que em seguida foram auclavadas a uma temperatura de 120 °C a 1 atm , por vinte minutos (**Figura 8**).

Fonte: Moreira, 2019



Figura 7. Fermentadores contendo pó da carapaça de caranguejo.

Fonte: Moreira, 2019.



Figura 8. Autoclave sendo usada para esterilização dos fermentares e pó da carapaça.

Em posse do pó já autoclavado e resfriado, os fermentadores foram levados para câmara de fluxo laminar, previamente esterilizado com luz UV durante vinte minutos, neste momento cada fermentador recebeu: 50g de sacarose, em sequência 500 mL de água destilada, os componentes foram agitados manualmente por um minuto, para em seguida ser realizado a transferência de 5g da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

A fermentação se conduziu com temperatura ambiente durante 10 dias até a estabilização da solução (interrupção da produção de CO₂). Após a estabilização da solução, as soluções foram destinadas para a filtragem em funil de vidro e gaze estéril (**Figura 9**).

Fonte: Moreira, 2019



Figura 9. Processamento de filtragem em funil de vidro da solução fermentada.

3.3 Experimento *in vitro*.

Foram retiradas alíquotas diferentes da solução fermentada e adicionada cada uma a 250 mL de BDA (batata - ágar - dextrose), obtendo as concentrações de 0, 10, 20, 30 e 40% (v/v) que foram vertidas em placas de Petri. Obtendo cinco tratamentos com 10 repetições cada, em seguida, discos de 10 mm de diâmetro foram retirados das colônias fúngicas de *F.oxysporum* (isolado MGSS221) e transferidos para o centro de placas de Petri contendo o meio BDA aos diferentes tratamentos de fermentado e ao tratamento controle que continha somente o BDA para fins de testemunha. As placas foram incubadas em B.O.D. a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e foto período de 12 h.

A avaliação da fungitoxicidade *in vitro* foi realizada por meio da porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC), comparando-se o diâmetro médio em cm, entre as colônias nos tratamentos com fungicida e a testemunha, após nove dias de incubação (MENTEN, 1976):

$$\text{PIC} = \frac{\text{Crescimento da testemunha} - \text{Crescimento do tratamento}}{\text{Crescimento da testemunha}} \times 100$$

O tamanho das colônias fúngica foram mensurado a cada três dias em duas posições perpendiculares entre si, durante nove dias, considerou-se o valor médio das medidas. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com dez repetições por tratamento, onde cada placa correspondeu a uma repetição (unidade experimental). Os dados foram tabulados em Excel® e tratados no programa estatístico AgroEstat®. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 Experimento *in vivo*.

Para avaliação “*in vivo*” que foi realizado em casa de vegetação do Núcleo de Biotecnologia da UEMA. O solo passou pelo processo de autoclavagem ($120^\circ\text{C}/2 \text{ h}$) (**Figura 10 A**), acondicionados em vasos plásticos de 2 L, cada vaso foi semeado com cinco sementes de quiabeiro variedade Valença, quando as plântulas atingiram sete dias após a germinação, foi realizada o desbaste e a adição da solução fermentada (**Figura 10 B**).



Figura 10. (A) Esterilização do solo por autoclavagem; (B) adição do fermentado aos vasos.

O delineamento experimental utilizado no experimento foi inteiramente casualizado - DIC, com cinco tratamentos (0,10,20,40,80 mL.Kg⁻¹ de solo) em cinco repetições, totalizando trinta vasos. A sobrevivência das plantas foi avaliada após 21 dias, após a inoculação do patógeno, pela incidência ou não de plantas (3 plantas por vaso – unidade experimental) com sintomas de fusariose no coleto da planta.

Na produção do inoculo, (isolado MGSS221), de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, obtido da “Micoteca Prof. Gilson Soares da Silva” do Núcleo de Biotecnologia Agrônômica do CCA/UEMA, com patogenicidade previamente comprovada, foi cultivado em meio de cultura BDA (Batatas – 200 g, Dextrose – 20 g, Ágar – 20 g, Água destilada – 1 litro), sob condições de temperatura controlada, através do processo de repicagem,.

A suspensão foi preparada adicionando-se 10 mL de água destilada esterilizada em cada placa que continha colônias de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, cultivados por sete dias após a repicagem, e realizada a raspagem da superfície com lâminas de vidro. A suspensão de conídios foi ajustada para 1×10^6 conídios mL⁻¹, com auxílio de câmara de Neubauer (**Figura 11 C**). A inoculação foi realizada aos 21 dias de idade da planta.

Procedendo dessa forma, o ferimento foi realizado em um dos lados do sistema radicular em forma de meia lua, com deposição de 20 mL de suspensão por planta (**Figura 11**

D). As testemunhas receberam o mesmo procedimento inoculação, mas não receberam o a solução do fermento.

A avaliação foi realizada aos 21 dias após a inoculação, baseada em escala de notas, conforme Cia et al. (1977) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Moreira, 2019

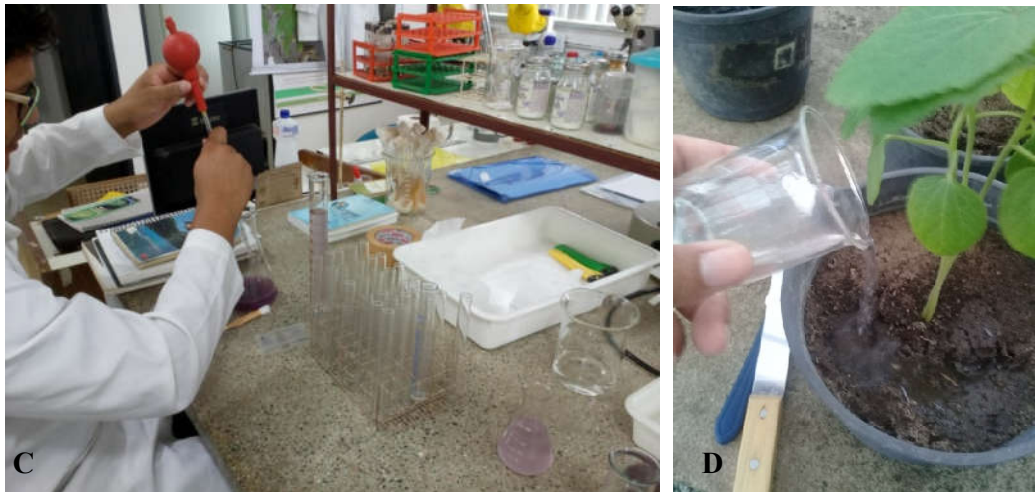


Figura 11. (C) Preparação da solução da cultura do patógeno; (D) Inoculação do patógeno na planta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação laboratorial

A glicose foi o componente utilizado para estimular o crescimento das leveduras, em que em nosso experimento utilizamos leveduras *Saccharomyces cerevisiae* na etapa fermentativa (OLIVEIRA, 2016).

Os dados foram rodados no programa estatístico AgroEstat® em que foram obtidas as tabelas que seguem abaixo:

Tabela 1. Avaliação da inibição *in vitro* do fermentado de carapaça sobre o *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, após 72 horas de incubação⁽¹⁾.

Concentrações da solução fermentada (v/v)	Médias de crescimento micelial (cm)	P.I.C (%)
0	29,9 a	0
0,1	25,7 b	14,04
0,2	18,6 c	37,79
0,3	0,00 d	100
0,4	0,00 d	100

(1) Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

Os tratamentos nas concentrações de 0,3 e 0,4 de solução fermentada não diferiram entre si estatisticamente, sendo esses mais eficientes tendo efeito fungicida elevado, sendo que todos os tratamentos diferiram do tratamento controle, que apresentou a maior taxa de crescimento micelial, evidenciando o efeito da solução sobre o patógeno, como descreve a pesquisa de que demonstraram o efeito supressivo do uso de resíduos orgânicos originados da agricultura, indústria e estações de tratamento no controle de vários patógenos habitantes do solo (RODRIGUES, VERAS, SILVA, 2007).

Tabela 2. Avaliação da inibição *in vitro* do fermentado de carapaça sobre o *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, após 144 horas de incubação⁽¹⁾.

Concentrações da solução fermentada (v/v)	Médias de crescimento micelial (cm)	P.I.C (%)
0	62,6 a	0
0,1	42,9 b	31,46
0,2	33,0 c	47,28
0,3	0,00 d	100
0,4	0,00 d	100

(1) Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

Na segunda avaliação dos cinco tratamentos, os níveis de significância estatística mantiveram se muito semelhante às primeiras avaliações, com destaque a porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) das concentrações 0,3 e 0,4 que atingiram 100% de inibição, evidenciado uma possível ação fungicida pelos componentes da solução. Para os tratamentos com concentrações de 0,1 e 0,2 de solução, houve um acréscimo a taxa do PIC, se comparado as primeiras 24 horas, com isso podemos deduzir que a solução em concentrações menores atua de forma fungistática.

O tratamento controle propocionou maior desenvolvimento fúngico diferindo entre aos demais tratamentos, onde os resultados da solução fermentada e seus componentes exercem grande influencia fungistática e fungicida ao *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*.

Tabela 3. Avaliação da inibição *in vitro* do fermentado de carapaça sobre o *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum*, após 216 horas de incubação⁽¹⁾.

Concentrações da solução fermentada (v/v)	Médias de crescimento micelial (cm)	P.I.C (%)
0	73,00 a	0
0,1	66,20 b	9,31
0,2	52,90 c	27,53
0,3	0,00 d	100
0,4	0,00 d	100

(1) Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

Os resultados obtidos (**Figura 12**) assemelham-se ao de Benhamou (1996), onde ele descreve que a aplicação de quitosana não é somente eficaz na inibição ou retenção do crescimento do patógeno, mas também em induzir mudanças na morfologia, na estrutura e na desorganização molecular da célula do fungo. Além da atuação como fungicida natural, outra característica da quitosana é o potencial de ativar enzimas Bautista-Baños et al., (2006) e compostos fenólicos Benhamou (1996) relacionadas com o mecanismo de defesa das plantas.

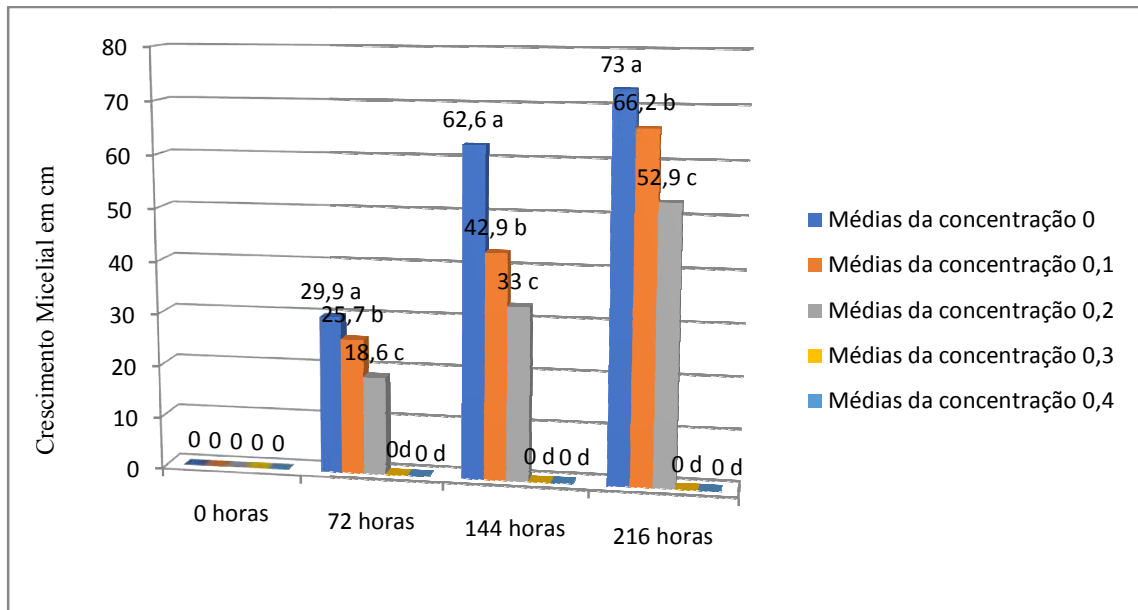


Figura 12. Gráfico de crescimento micelial em placas de Petri em diferentes concentrações.

O gráfico em consonância com as (**Figuras 13, 14, 15**) evidenciam a ação fungicida com concentração igual ou superior a 30% e ação fungistática para concentrações inferiores a 30% da solução fermentada da carapaça de caranguejo.

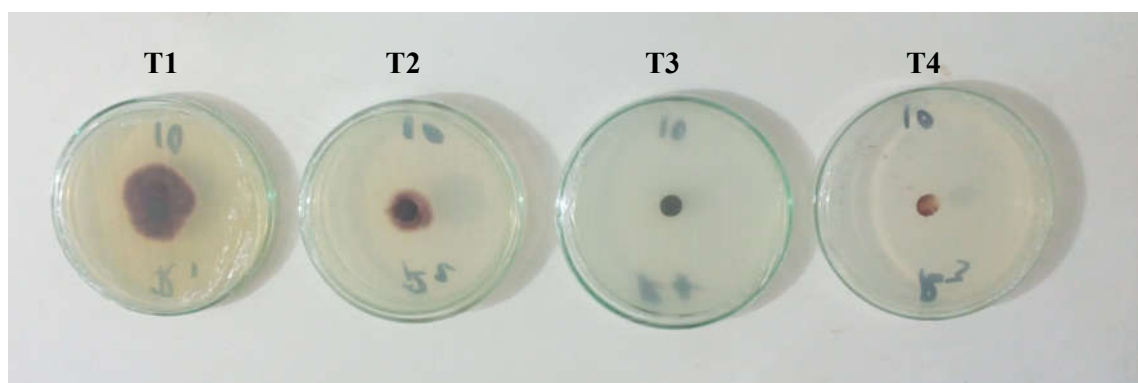


Figura 13. Crescimento micelial em placas de Petri em diferentes tratamentos após 72 horas.

*T1, T2, T3 e T4 correspondem respectivamente as concentrações de fermentado a 0,1;0,2;0,3 e 0,4 (v/v).

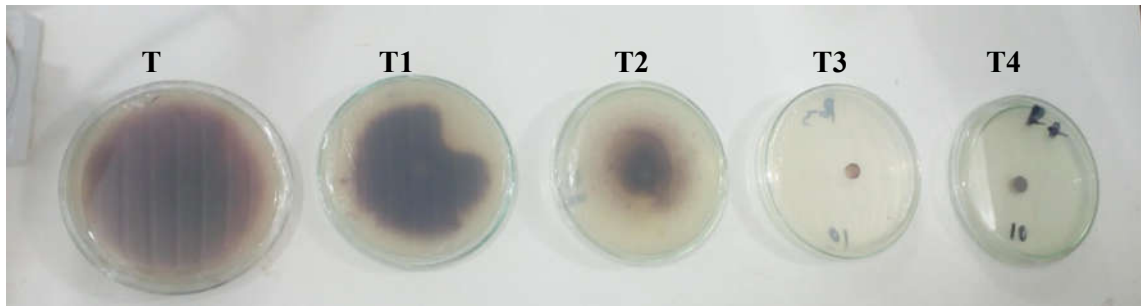


Figura 14. Crescimento micelial em placas de Petri em diferentes tratamentos após 216 horas.
*T, T1, T2, T3 e T4 correspondem respectivamente as concentrações de fermentado a 0; 0,1;0,2;0,3 e 0,4 (v/v).

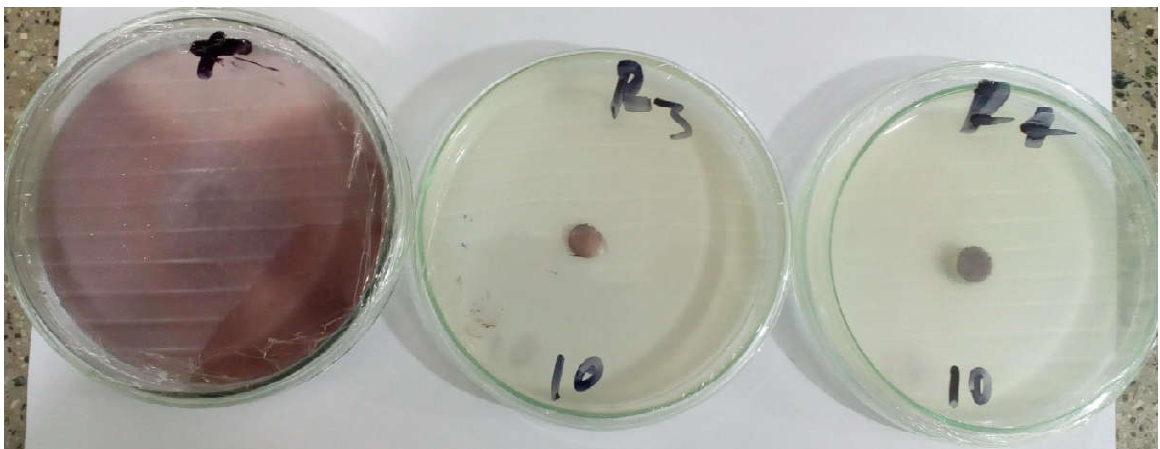


Figura 15. Comparação de crescimento micelial em placas de Petri entre o tratamento controle e os tratamentos com a solução fermentada na concentração de 0,3 e 0,4 após 216 horas.

*T = tratamento controle; R3= tratamento com concentração de fermentado a 0,3(v/v); R4 = tratamento com concentração do fermentado a 0,4(v/v); 10 = número da repetição dos tratamentos.

Vários trabalhos realizados “*in vitro*” demonstram o efeito fungistático da quitosana, mas nada se fala da ação do uso de solução fermentada da casca de caranguejo. Para comparativo da solução fermentada e da quitosana, temos trabalhos que constataram que além da inibição do crescimento micelial nas concentrações de 0,25 a 4%, a quitosana suprimiu a germinação de conídios de *Colletotrichum gloesporioides*, agente causal da antracnose do mamão (CIA, 2005). Estes resultados demonstram que as concentrações de quitosana são ínfimas comparadas às concentrações da solução fermentada, entretanto não leva em consideração o custo de produção da quitosana que é milhares de vezes mais onerosos do que a produção do fermentado que tem um custo baixíssimo e demonstrou resultados promissores.

Os resultados para inibição de crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *vasinfectum* para as concentrações de 30 e 40% muito assemelharam ao uso de quitosana a 5%, onde houve total inibição do crescimento micelial de *B. cinerea* e a total inibição da germinação de esporos quando utilizaram 0,5 e 1% de quitosana, para *P. expansum* e *B. cinerea* respectivamente (LIU et al.,2007).

Os resultados foram bastante otimistas quanto ao teste “*in vitro*”, quando comparado aos trabalhos de Freddo et al.,(2014); Franco; Oliveira, (2008); Benchimol et al., (2006) no controle de patógenos de plantas como os fungos.

4.2 Avaliação da supressividade da fusariose do quiabeiro em casa de vegetação.

A escolha adição da solução fermentada de carapaça aos sete dias após a emergência em plântulas homogêneas (**Figura 16**), pode ser explicada como comparativo com o uso da quitina no controle da podridão de raiz provocada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* durante as três primeiras semanas, onde obteve bons resultados como descreve a literatura (MITCHELL, 1962). Outro motivo é a liberação de macro e micronutrientes que conforme trabalhos desenvolvidos por Benchimol (2006), com casca de caranguejo, onde as plantas tratadas com casca de caranguejo tiveram desenvolvimento e acúmulo de matéria seca superiores comparadas às plantas do tratamento que não continha a casca.

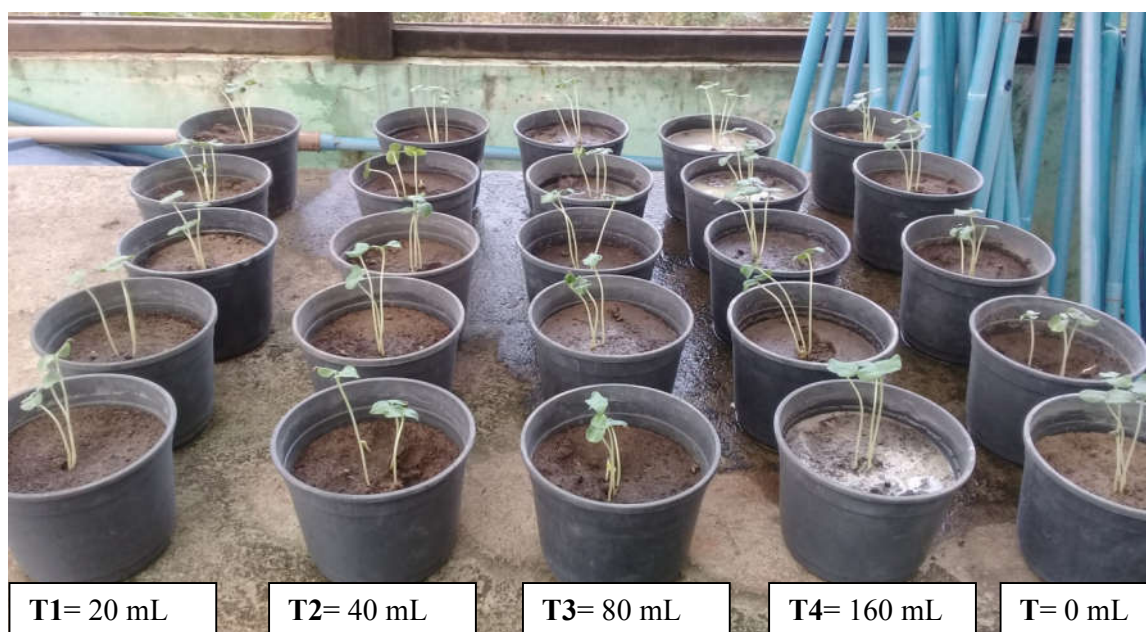


Figura 16 - Homogeneidade de plantas no momento que foi aplicado a solução fermentada.

Estes resultados assemelham ao encontrados com o uso da carapaça moída *in natura*, em que as plantas de pimenteira-do-reiro, cultivadas em solo adicionado a 2% da carapaça, tiveram ausência de efeito no aumento de produção de biomassa, além de descrever um possível efeito fitotóxico da quitina ou dos produtos resultantes de sua degradação no solo (BENCHIMOL, 2002). A concentração de 5% de casca de camarão ao solo causou a morte das plantas de crisântemo, relacionado a alta concentração de nitrato no substrato (PINTO, BETTIOL; MORANDI, 2010).

Partindo da teoria que a casca de caranguejo é insolúvel em água e que leva um tempo para que os microrganismos degradem e disponibilizem os nutrientes, teríamos em tese que a solução fermentada teria vantagem por se tratar de uma solução, em que os nutrientes estariam com maior disponibilidade / acessibilidade, dando um suporte nutricional para plantas tratadas com a solução fermentada de forma mais dinâmica.

Conforme pode ser observado (**Figura 17**) houve uma variação no desenvolvimento das plantas conforme a concentração de fermentado usado em cada vaso, onde temos da esquerda para a direita: **T1= 20 mL**, **T2= 40 mL**, **T3=80 mL** **T4=160 mL** e **T=** apenas água destilada. É possível perceber que à medida que a dose era aumentada, as plantas não respondiam em crescimento, pelo contrario, as plântulas reduziam em tamanho ou em caso mais grave morreram, como pode ser observado nos dos primeiros vasos dois primeiros vasos do tratamento número quatro (**Figura 17**).

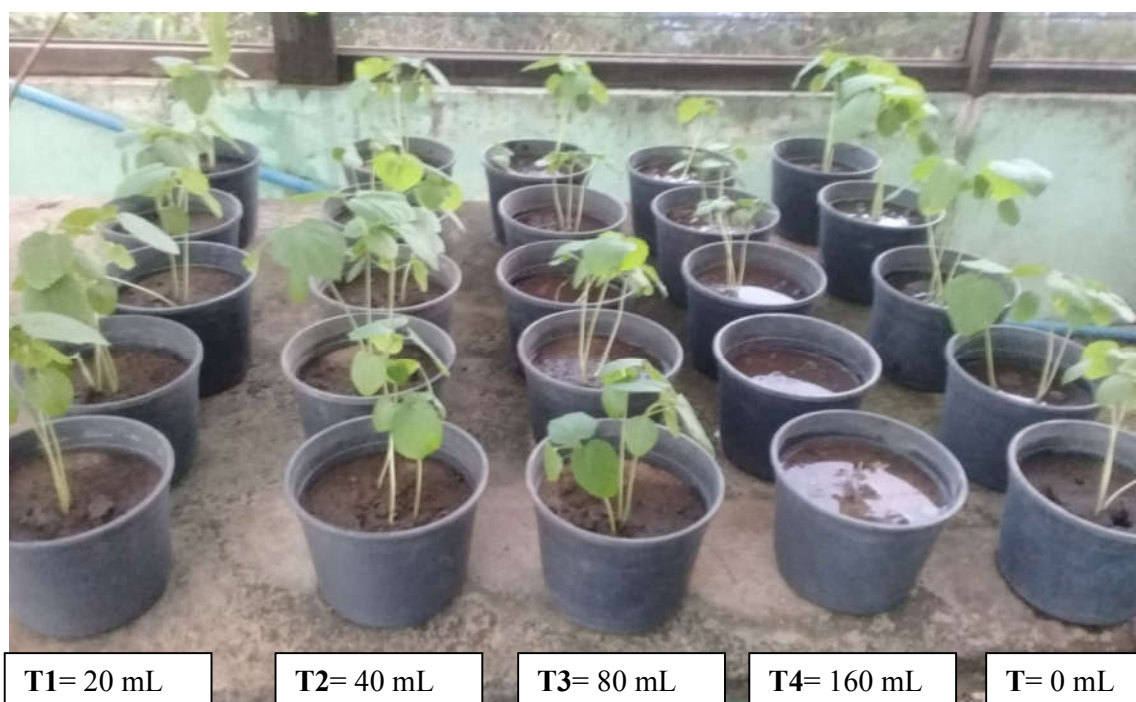


Figura 17- Variação das plantas após 14 dias da adição do fermentado ao solo.

Os resultados obtidos na análise da supressividade a fusariose com a incorporação do fermentado da carapaça de caranguejo seguindo a escala de nota de Cia et al. (1977) (ANEXO) não apresentaram diferenças significativas entre as testemunhas e as concentrações para o teste de medias de Tukey a nível de significância de 5%, conforme a (Tabela 4).

Tabela 4 – Avaliação da supressividade da fusariose por diferentes concentrações.

Avaliação da doença		
Concentrações de fermentado	Doses da solução fermentada (mL.Kg ⁻¹)	Nota
Tratamento 4	80	2,62 a
Tratamento 3	40	2,30 a
Tratamento 2	20	2,64 a
Tratamento 1	10	2,12 a
Controle	0	2,86 a

Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre médias.

Mesmo que os resultados não tenham sido significativos, a media de valor mais baixo presente no tratamento 1, representa um avanço, onde plantas não apresentaram a doença, à medida que todas as plantas do tratamento controle apresentaram a doença. Uma possível resposta para infecção das plantas tratadas com o fermentado, esta relacionado ao tempo de adição da solução e o tempo até a inoculação do patógeno, quatorze dias, onde existem perdas de parte das substancias antagonista que são produzidas pelas leveduras e são voláteis (ZARANDO, 2009).

Podendo comparar com a literatura em que houve uma redução significativa na concentração dos esporos de *Penicillium roqueforti*, pelas leveduras antagonicas viáveis (*Saccharomyces boulardii* e *Saccharomyces cerevisiae* UFT 5992) variando de 88,2% e 92% (XU YINSHENG, 2016). Outro ponto á ser analisado é que conforme as plantas eram irrigadas também havia perdas. Estes resultados podem ser reflexão da não existência de uma metodologia para o estudo, evidenciando a necessidade de novas pesquisas em busca de uma metodologia eficiente.

5 CONCLUSÃO

Para a avaliação da ação fungicida e fungistática da solução fermentada de carapaça do caranguejo no combate ao agente patogênico *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* “*in vitro*”, nos permitiu concluir que a solução fermentada do pó da carapaça de caranguejo é um poderoso agente na inibição do crescimento fúngico, podendo no futuro ser uma importante ferramenta ao controle de Fitopatogenos, a um baixo custo de produção e ao alcance de um público de menor poder aquisitivo.

Para os experimentos em casa de vegetação para supressividade da fusariose, houve variação entre os tratamentos e ao controle, entretanto não foram significativos estatisticamente para teste de Tukey com nível de significância a 5%, necessitando de maiores investigações para o desenvolvimento e padronização de uma metodologia eficiente no futuro, tendo está pesquisa como pioneira e base para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. M. **Resistência de acessos de quiabeiro à murcha-de-fusário**. 2011. 53f. Dissertação [mestrado]- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco 2011.
- ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K.; HERNANDEZ, M. I. M. Environmental perception of gatherers of the crab caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*, Decapoda, Brachyura) affecting their collection attitudes. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 1, p.1-8, 2005.
- ARAÚJO, M. S. L. C.; CALADO, T. C. S. Bioecologia do Caranguejo-Uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus) no Complexo Estuarino Lagunar Mundáu/Manguaba (CELMM), Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.8, n.2, p.169-181, 2008.
- ASARE-BEDIAKO, E.; ADDO-QUAYE, A.A.; BIKUSI, A. Comparative efficacy of phytopesticides in the management of *Podagrica* spp and mosaic disease on okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **American Journal of Experimental Agriculture**, v.4, n.8, p.879-889, 2014.
- ATAS, L. Fibras do mar. **Pesqui Fapesp**, São Paulo, n. 98, p. 80-81, 2004.
- AYOADE, J.O. Introdução à climatologia para os trópicos – 16ªed. – Rio de Janeiro: **Bertrad Brasil**, 2012.
- AZEVEDO, V. V.C; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; FOOK, M V; COSTA, A. C. F. M. **Quitina e Quitosana: Aplicações como Biomateriais**. v.2-3, p. 27 – 34. 2007.
- BACHEGA, L. P. S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; CECÍLIO FILHO, A. B. Período de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 63, 2013.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LOPEZ, M.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C.L. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. **Crop Protection**, Guildford, v.22, n. 9, p. 1087-1092, 2006.
- BENCHIMOL, R. L. **Efeito da casca de caranguejo e de resíduos de Piper aduncum no controle da fusariose e no desenvolvimento de mudas de pimenteira-do-reino**. Belém, 2002. Tese [Doutorado] – Universidade Federal do Pará.
- BENCHIMOL, R. L., SUTTON. J.C.DIAS-FILHO, M. B. Potencialidade da Casca de Caranguejo na Redução da Incidência de Fusariose e na Promoção do Crescimento de Mudas de Pimenteira-do-Reino. **Fitopatol.Bras.**31(2), mar - abr 2006.
- BENHAMOU, N. Elicitor-induced plant defenses pathways. **Trends in Plant Science**, London, v. 1, n. 7, p. 233-240, 1996.
- BETTIOL, W. ; MORANDI, M. A. B. Controle biológico de plantas no Brasil. *In*: BETTIOL, W. ; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 2009. p 7-14.

- BETTIOL, W. Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário, *In*: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Eds.) **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário**, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 53-75, 2003.
- CAVALCANTE, A.N.; ALMEIDA, Z.S.; PAZ, A.C.; NAHUM, V. J. I. Multidimensional analysis of the Fishery Production System of Mangrove Crab, *Ucides cordatus*, in Araisos, Maranhão State, Brazil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 2011, 44(3): 87 - 98
- CIA, E.; GRID-PAPP, L.L.; SOAVE, J.; FERRAZ, C. A. M. Resistência de Novos Cultivares de Algodoeiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e a *Xanthomonas malvaceum*. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 3, p. 260-270, 1977.
- CIA, E.; SALGADO, C.L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium spp.*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4. ed, v. 2, São Paulo, Agronômica Ceres, p. 41 – 52, 1997.
- CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle póscolheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*)**. 2005. 187 f. Tese [Dourado em Fitopatologia] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ, Piracicaba, 2005
- CRETOIU M.S., KORTHALS G.W., VISSER J.H., VAN ELSAS J.D. Chitin amendment increases soil suppressiveness toward plant pathogens and modulates the actinobacterial and oxalobacteraceal communities in an experimental agricultural field. **Applied and Environmental Microbiology**. v 79, pg 5291-5301, 2013.
- DOMINGUES, F. **Controle físico e biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. zingiberi em gengibre**. 2006. 58 p.. Dissertação [Mestrado] -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.
- FRANCO, L.O.; STAMFORD, T.C.M.; STAMFORD, N.P.; CAMPOS-TAKAKI, G.M. *Cunninghamella elegans* (IFM 46106) como fonte de quitina e quitosana. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 14, p. 40-44, 2005.
- FRANCO, T.T.; OLIVEIRA J R. Caracterização dos efeitos de quitosana na inibição de fungos fitopatogênicos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, p. S142-145, 2008.
- FREDDO, Á.R.; MAZARO, S. M.; BRUN, E. J.; JÚNIOR, A. W. A quitosana como fungistático no crescimento micelial de *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.1, p.1-4, jan, 2014.
- GALATI, V.C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. 2010, 26p. Dissertação (mestrado) - Jaboticabal: UNESP. 2010.
- GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**, Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 78 p.

IGARASHI, M. A. Aspectos técnicos e econômicos da carcinicultura de água doce e perspectivas de desenvolvimento da atividade no Brasil. **Unimar Ciências**, v.16, n.1-2, p.43-48, 2007a.

_____. Aspectos ecológicos e perspectiva para o cultivo de caranguejo *Ucides cordatus*. **Unimar Ciências**. v.16, n.1-2, p.49-56, 2007b.

LIMA, M.N.B.; MOCHEL, F. R.; CASTRO, A.C.L.DE. O sistema de produção do caranguejo-uçá *ucidescordatus* (*decapoda: brachyura*) (Linnaeus, 1763) na área de proteção ambiental das reentrâncias maranhenses, brasil. **Boletim do laboratório de biologia**. V.23,n.1, 2010.

LIU, J.; TIAN, S.; MENG, X.; XU, Y. Effects of chitosan on control of postharvest disease and physiological response of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, n.3, p.300-306, 2007.

MARTINS, MARLÚCIA BONIFÁCIO; OLIVEIRA, TADEU GOMES DE. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, 2011.

MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, L. P. Doenças do Quiabeiro In: KIMATI, H. AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, CAMARGO, L. E. A REZENDE, J. A M., **Manual de Fitopatologia**. 3 ed., São Paulo: Agronômica Ceres, p. 616-620, 1997.

MENTEN, J. O. M. et al. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial da *Macrophomina phaseolina* in vitro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 57-66, 1976.

MITCHELL R **Microbiological process associated with the use of chitin for biological control**. Soil Science Society America Journal 26:556-558. (1962)

MUNÕZ Z, MORET A, GARCÉS S **Assessment of chitosan for inhibition of Colletotrichum sp. on tomatoes and grapes**. Crop Crop Protection 28:36-40. (2009).

NASCIMENTO, D. M. et al. An examination of the techniques used to capture mangrove crabs, *Ucides cordatus*, in the Mamanguape River estuary, northeastern Brazil, with implications for management. **Ocean & Coastal Management**, v.130, p.50-57, 2016.

NASCIMENTO, S. A. **Biologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus***. Aracajú: Adema. 48 p. 1993.

OH, S.K., CHO, D., YU, S.H.. Development of integrated pest management techniques using biomass for organic farming (I). Suppression of late blight and fusarium wilt of tomato by chitosan involving both antifungal and plant activating activities. **Korean Society of Plant Pathology**, Suwon, v.14, p.278–285. 1998

OLIVEIRA, H. M. L.; QUEIROZ, J. C. F. CAVALCANTI, C. F.; ROCHA, L. K. S. Estudo da produção de quitosana a partir do resíduo da casca de camarão por biofermentação. **Congresso Latino America de Orgãos Artificiais e Biomateriais**. Foz do Iguaçu.PR. p1-14.2016.

PINTO Z. V.; BETTIOL W, MORANDI M. A. B. Efeito de casca de camarão, hidrolisado de peixe e quitosana no controle da murcha de *Fusarium oxysporum* f.sp. *chrysanthemi* em crisântemo. **Tropical Plant Pathology** 35:16-23.2010

PAES, H. M. F.; ESTEVES, B. dos S.; SOUSA, E. F, de. Determinação da demanda hídrica do quiabeiro em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 256-261, 2012.

PATIL, R. S.; GHORMADE, V.; DESHPANDE, M. V. Chitinolytic enzymes: an exploration. **Enzyme and Microbial**. v.26, pg. 473-483, 2000.

RIBEIRO, M. S. G.; FERNANDES, M. E. B. Aproveitamento de resíduos sólidos do caranguejo-uçá: alternativa de renda e uso sustentável. **Inc.Soc.**, Brasília, DF, v.12 n.1, p.134-140, jul./dez. 2018

RODRIGUES. A.A.C.; VERAS. M.S.; SILVA .A.C. **Incorporação de resíduos orgânicos no controle da fusariose em quiabeiros** Rev. Bras. Agroecologia, v.2, n.1, fev. 2007

SILVA, G. S., PEREIRA. A. L. **Efeito da Incorporação de Folhas de Nim ao Solo sobre o Complexo Fusarium x Meloidogyne em Quiabeiro**. Summa Phytopathology., Botucatu, v. 34, n. 4, p. 368-370, 2008

SMITH, S. N. An Overview of Ecological and Habitat Aspects in the Genus *Fusarium* with Special Emphasis on the Soil-Borne Pathogenic Forms. **Plant Pathology Bulletin**. V. 16, p.97 – 120, 2007.






VERAS, M. S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de fusarium em quiabeiros para a agricultura familiar maranhense** . 83 f. Dissertação [Mestrado] – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.2005.

YINSHENG, XU. **Utilização de leveduras *Saccharomyces* no controle da deterioração do queijo parmesão**. Palmas, 2016. Dissertação [Mestrado] – Universidade Federal do Tocantins.

ZARANDO, N. M. T. **Purificação parcial de frações de *Saccharomyces cerevisiae* indutora de resistência contra antracnose e avaliação de agentes bióticos (*S. cerevisiae* e Agro – Mos) e abiótico (Bion) na indução de Resistencia contra inseto (*Tuta absoluta* x tomate), nematoide (*Meloidogyne incognita* x pepineiro) e organism não alvo (*Bradyrhizobium elkanii* x soja)**. 2009. 98 f. Tese [Doutorado] – Escola Superior de Agronomia “ Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 – Escala de nota Adaptada de CIA et al. (1977).

Morfologia	Nota	Descrição
	1	<p>Interna: Plantas sem sintomas de murcha nos vasos examinados através de corte na base do caule.</p> <p>Externa: Plantas saudáveis sem sintomas de murcha ou amarelecimento foliar.</p>
	2	<p>Interna: Plantas com vasos escurecidos com coloração chocolate no primeiro terço do caule. Presença de folhas.</p> <p>Externa: Plantas com sintomas de murcha leve característico e com presença de algumas folhas amareladas</p>
	3	<p>Interna: Plantas com vasos escurecidos até o segundo terço do caule. Presença de algumas folhas.</p> <p>Externa: Plantas com sintomas de murcha e totalmente desfolhadas.</p>
	4	<p>Interna: Plantas com caule totalmente escurecido, com ou sem folhas.</p> <p>Externa: Plantas com sintomas de murcha acentuada, desfolhadas e com caule amarelado.</p>
	5	<p>Interna: Plantas mortas com vasos totalmente enegrecidos.</p> <p>Externa: Plantas mortas completamente desfolhadas.</p>