



SEITE MANAFA DJANCO

**Uso do extrato proteico da semente da *Moringa Oleifera* e extratos bacteriana de *Actinobacteria* na inibição da germinação de conídios de *Erysiphe quercicola*, agente causal do oídio do cajueiro**

REDENÇÃO

2019

SEITE MANAFA DJANCO

**Uso do extrato proteico da semente da *Moringa Oleifera* e extratos bacteriana de *Actinobacteria* na inibição da germinação de conídios de *Erysiphe quercicola*, agente causal do oídio do cajueiro**

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito à obtenção do título de graduação em agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Torres Filho.

Coorientador: Dr. Francisco Marto Pinto Viana.

REDENÇÃO

2019

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Djanco, Seite Manafa.

D653u

Uso do extrato proteico da semente da moringa oleifera e extrato bacteriana das actinobactérias na inibição da germinação dos conídios de *Erysiphe quercicola*, agente causal do oídio do cajueiro / Seite Manafa Djanco. - Redenção, 2019.

22f: il.

Monografia - Curso de Agronomia, Instituto De Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Torres Filho.

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Marto Pinto Viana.

1. *Anacardium occidentale* L. 2. Problema fitossanitário. 3. Albumina. 4. Biomassa. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 000

---

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar a vida e saúde, e poder desfrutá-lo com pessoas amadas. Por ser meu refúgio, minha sabedoria e minha fortaleza nos momentos difíceis da vida.

A minha mãe, Fatima, por amor e carinho, e por todos cuidados necessários e me fazer entender o valor da vida.

A minha tia, Edneusa, pela confiança e oportunidade de formar em outro país.

A minha ex. namorada, Angelizia, por estar do meu lado durante este tempo.

A toda minha família que de forma direta e indireta contribuiu na realização deste grande sonho.

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, pela oportunidade de formação acadêmica.

Aos amigos do curso: Dermison, Francisco, Elísia, Maria, Leodinilde, Beatriz, Italo, Debora, Regimara, weverson, Lívia, Suane, entre outros, pelo carinho, afeto, críticas construtivas e vivências acadêmicas.

Ao professor Dr. Joaquim Torres Filho, pela Orientação e ensinamentos.

Ao Dr. Francisco Marto Pinto Viana, pela oportunidade de estágio e ensinamentos.

Ao Dr. Emilson Cardoso, pelas ideias brilhantes e ensinamentos, ética profissional, servindo de referência a ser seguido na minha vida profissional.

Aos bolsistas e funcionários da EMBRAPA e UFC, pelo apoio e oportunidade de realização do trabalho.

A banca examinadora pelo tempo e sugestões.

## RESUMO

Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) uma planta tropical originária do Brasil, pertencente à família Anacardiáceae. A planta é reconhecida pela sua importância econômica em países africanos, asiáticos e americanos. A produção de forma extrativista no Brasil, causou declínio da produção e propagação dos fitopatógenos em função de abandono dos pomares e falta de manejo. O oídio, causado pelo fungo *Erysiphe quercicola*, é considerado maior problema fitossanitário do cajueiro no Brasil. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do uso de albumina de semente da *moringa oleifera* e do extrato de *actinobactérias* (ATB- 171 e 242) na inibição da germinação de conídios de *Erysiphe quercicola* agente causal do oídio do cajueiro. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical e no Laboratório da Química e Bioquímica da Universidade Federal do Ceará (UFC). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições de uma placa por parcela. Foram avaliados a inibição dos inóculo do oídio em cada placa, em uma contagem de 0 a 100 conídios por parcela, contendo os respectivos tratamentos (T): 15 mg de Kumulus (composto químico), 2,5 mg de proteína (albumina), 2,5 mg do extrato aquoso da Actinobacteria (ACTB-171), 2,5 mg da biomassa de Actinobacteria (ACTB-171), e 2,5 mg da biomassa de Actinobacteria (ACTB-242), solubilizados em um mililitro de água destilada para albumina e um mililitro de DMSO, despejados em cada placas contendo 5mL de ágar. De acordo com o resultado das avaliações na inibição da germinação, o extrato da biomassa de actinobactérias 242 apresentou o melhor resultado, seguido de extrato da biomassa de actinobactérias 171. O extrato aquoso da actinobactéria 171 e a proteína da semente da moringa, apresentaram resultado intermediário, quando comparado com os demais tratamentos.

**Palavras-chaves:** *Anacardium occidentale* L. Problema fitossanitário. Albumina. Biomassa.

## ABSTRACT

Cashew (*Anacardium occidentale* L.) a tropical plant from Brazil, belonging to the family Anacardiaceae. The plant is recognized for its economic importance in African, Asian and American countries. Extractive production in Brazil caused a decline in the production and spread of plant pathogens due to orchard abandonment and lack of management. Powdery mildew, caused by the fungus *Erysiphe quercicola*, is considered the biggest phytosanitary problem of cashew trees in Brazil. The objective of this work is to evaluate the potential of the use of oil moringa seed albumin and actinobacterial extract (ATB-171 and 242) to inhibit the conidial germination of *Erysiphe quercicola* causal agent of cashew powdery mildew. The experiment was carried out at the Embrapa Tropical Agroindustry Phytopathology Laboratory and at the Chemistry and Biochemistry Laboratory of the Federal University of Ceará (UFC). The experimental design was completely randomized with five treatments and four replications of one plate per plot. The inhibition of the powdery mildew inoculum in each plate was evaluated, counting from 0 to 100 conidia per plot, containing the respective treatments (T): 15 mg of Kumulus (chemical compound), 2.5 mg of protein (albumin), 2.5 mg Actinobacteria aqueous extract (ACTB-171), 2.5 mg Actinobacteria biomass (ACTB-171), and 2.5 mg Actinobacteria biomass (ACTB-242), solubilized in one milliliter of water distilled into the protein and one milliliter of DMSO, poured into each plate containing 5mL agar. According to the results of germination inhibition evaluations, actinobacterial biomass extract 242 showed the best result, followed by actinobacterial biomass extract 171. Actinobacterial aqueous extract 171 and moringa seed protein showed intermediate results. when compared to the other treatments.

Keywords: *Anacardium occidentale* L. Phytosanitary problem. Albumin. Biomass.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACTB – Actinobactérias

BD – Batata e Dextrose

BOD – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DMSO – Dimetilsulfóxido P.A. ACS

Mo-CBP3 – Proteína

RCF- Força Centrifuga Relativa

T – Tratamento

## Sumário

1. Introdução .....	9
2. Fundamentação Teórica .....	10
2.1 O Cajueiro .....	11
2.2 O Oídio do cajueiro .....	11
2.3 A <i>Moringa oleifera</i> .....	12
2.4 As Actinobactérias (ATBC-171 e 242) .....	13
3. Metodologia .....	13
3.1 Obtenção da Proteína (albumina) à base da semente da <i>Moringa oleifera</i> ...	14
3.2 Obtenção do extrato da Actinobactérias (ATBC-171 e 242)..	14
3.3 Teste de aplicação dos extrato vegetal (albumina) e extrato biológico (Actinobacteria ATBC-171 e 242) na inibição da germinação dos conídios do oídio <i>in vitro</i> .....	15
3.4 Teste das dosagens .....	16
4. Resultados e Discussão .....	16
5. Conclusão .....	19
Referências .....	20

## 1. Introdução

O Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta tropical originária do Brasil, principalmente na região nordeste do país, pertencente à família Anacardiáceae. Uma planta frutífera, resistente a temperatura e escassez hídrica, adaptando-se a diferentes condições climáticas, principalmente em regiões tropicais.

A planta é reconhecida pela sua importância econômica em países africanos, asiáticos e americanos. Em regiões produtoras do Brasil, grandes áreas de cajueiros cultivadas de forma extrativista foram responsáveis pelo declínio da produção e pela multiplicação de doenças em função do abandono dos pomares e pela ausência de manejo.

As doenças do cajueiro estão presentes em todos os países que se produz caju. Algumas são mais importantes e outras menos nestes países a depender da localização geográfica e dos fatores climáticos que afetam o surgimento de epidemia. Quando se fala na produção e na produtividade agrícola, um dos aspectos que chama atenção são as perdas provocadas por fitopatógenos. Desse modo, caracterizar os aspectos fitopatológicos da cultura do cajueiro no Brasil é de grande importância.

O oídio do cajueiro (*Erysiphe quercicola*) foi considerado no Brasil uma doença secundária sem importância econômica por se manifestar em determinadas regiões e em folhas velhas do cajueiro (CARDOSO *et al.*, 2013). Atualmente, o Oídio é considerado como o maior problema fitossanitário do cajueiro no Brasil, por apresentar cerca de 70% dos pomares da cultura (VIANA *et al.*, 2018). Observa-se deste modo que, em um curto espaço de tempo esta fitomoléstia ascendeu em importância no ranking dos males que afetam esta cultura.

Doença causada pelo fungo *Erysiphe quercicola*, um parasita obrigatório, o oídio (powdery mildews, em inglês) se encontra em quase toda parte do planeta terra, principalmente nos países tropicais, onde a sua ocorrência se verifica com maior intensidade nestas zonas (KIMARI *et al.*, 1997). No Brasil, o controle é recomendado através do uso do fungicida Kumulus® DF, na dosagem de 5g/L, pulverizado sobre inflorescências e brotações jovens em três aplicações de quinze dias de intervalo (CARDOSO, VIANA, MARTINS 2016).

O Kumulus é uma substância química à base das moléculas de enxofre (80%), que é aplicado como fungicida no controle do oídio do cajueiro. As novas técnicas de controle das doenças de plantas aliadas a aplicação dos produtos químicos a partir da revolução verde, vem causando muitos impactos ambientais e sociais de maneira negativa afetando solo, água, alimentos e saúde humana. Diante dos problemas ocasionados pelos agroquímicos, órgãos governamentais tomaram a iniciativa de conscientização ambiental das populações e espaço

para produção a base de sistemas orgânicos e agroecológicos (OLIVEIRA *et al* 2014). Trabalhando do sentido de tratar a planta e não a doença, procurando alternativas de para diminuir os prejuízos ocasionados pelas fitomoléstias.

Portanto, pensando em outras alternativas de controle, a utilização dos produtos vegetais e biológicos no manejo do oídio apresenta-se como uma opção interessante. Neste trabalho foram utilizadas sementes da *Moringa oleifera* para extração da proteínas (albuminas) e actinobactéria (ACTB-171 e 242) para obtenção do extrato da bactéria e testados na inibição do inóculo do oídio.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do uso de albuminas de *Moringa oleifera* e do extrato de actinobactérias (ACTB-171 e 242) na inibição da germinação de conídios de *Erysiphe quercicola* agente causal do oídio do cajueiro.

## **2. Revisão de Literatura**

### **2.1 A Cajucultura**

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família Anacardiácea e ao gênero *Anacardium*, dentro dessa família, ainda há vinte (20) outras espécies que fazem parte da mesma família, mas somente o cajueiro é cultivado comercialmente, onde se inclui os tipos anão e comum (NETO, *et al.*, P. 18, 2015).

O cajueiro é uma cultura de grande importância no Brasil e em particular no Estado do Ceará. O Brasil é considerado o centro de origem do cajueiro e o principal núcleo de diversidade da maior parte das espécies do gênero *Anacardium*, o que confere ao país algumas comparações vantajosas e competitivas quando relacionadas aos demais países produtores do caju (NETO, *et al.*, 2015).

A ocorrência do cajueiro se deu de uma forma espontânea no território brasileiro, sendo que a maior concentração desta anacardiácea se verifica na região nordeste do país, principalmente no Estado do Ceará. Com o incentivo dado pelo governo, foram plantadas grandes áreas com esta anacardiácea [...] (MESQUITA, SOBRINHO. p. 196, 2013).

No Ceará, no ano de 2017, a área cultivada foi de 386.757 ha, enquanto a produção de castanha estimada de 121.045 toneladas, com 57.557 produtores espalhados nos cinco polos e o valor bruto da produção (VBP) atingiu mais de R\$ 148 milhões (ADECE, 2017). Estes resultados de produção e ganhos foram importantes e mostraram o que a cajucultura pode gerar para todos os envolvidos na cadeia produtiva da fruta.

O cajueiro é uma planta com apreciável habilidade adaptativa aos solos de baixa fertilidade, ao clima de altas temperaturas e ao estresse hídrico. Essas características permitem que esta cultura seja uma importante fonte de renda no nordeste, por ser produzido em épocas secas, principalmente nas entressafras das culturas anuais, gerando empregos no campo assim como nas agroindústrias.

Verifica-se a importância da cajucultura no produto interno bruto (PIB) nordestino, e em particular no Ceará, que é o terceiro mais forte do Nordeste com 14,5% de participação no PIB regional, atrás dos estados da Bahia e de Pernambuco com 31,5% e 17,9%, respectivamente. Em relação ao PIB nacional, o Ceará contribui com apenas 1,9% e o PIB per capital cearense é de 6.149 reais (SERRANO; PESSOA. 2016).

Apesar de o cajueiro ser uma planta rústica e adaptada as condições do região nordeste do Brasil, a cultura vem sofrendo diversos problemas fitossanitários provocados por múltiplos fatores (LIMA 2017), tais como: envelhecimento das plantas, vulnerabilidade genética, baixa produtividade, problemas estes que por sua vez vem sendo revertidos com novos clones, através da técnica adotada com o cultivo do cajueiro anão, de excelente produção.

Segundo Viana *et al.* (2016), a introdução de clones de cajueiro anão, tem cooperado na redução da variabilidade genética, aumentando a vulnerabilidade das plantas a possíveis doenças. Por outro lado, a expansão da área plantada tem provocado o desequilíbrio e aparecimento de muitos organismos patogênicos, permitindo a presença das doenças que eram consideradas endêmicas e sem causar prejuízos (CARDOSO; VIANA, 2011).

O Cajueiro é acometido de inúmeras doenças, das quais se destacam as mais importantes são Oídio (*Erysiphe quercicola*), Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), Mofo-preto (*Pilgeriella anacardii*), Resinose (*Lasiodiplodia theobromae*) e Podridão-preta-da-haste (*Lasiodiplodia theobromae*) (CARDOSO; VIANA; MARTINS, 2016).

## **2.2 O Oídio do Cajueiro**

O Oídio causado pelo fungo *Erysiphe quercicola*, foi considerado uma doença secundária no Brasil. Desde o ano de 2006, o quadro epidemiológico tem se caracterizado pela ocorrência quase que generalizada em todas as áreas cultivadas, sobretudo nas brotações mais jovens (inflorescência) e maturis (CARDOSO *et al.*, 2013). Esta doença tem causado prejuízo total na produção e na qualidade do pedúnculo. Devido a agressividade do fungo, os sintomas da doença tem sido verificado em diferentes clones de cajueiro-anão. Por essa razão, os danos causados tornam-se muito mais preocupantes, uma vez que tanto o pedúnculo quanto a castanha, que são

os principais produtos comercializados, são severamente afetados (CARDOSO; VIANA; MARTINS, 2016). O patógeno infecta a inflorescência, determinando a ‘‘ queima’’ e muitas flores. Tal alteração no quadro epidemiológico desta fitomoléstia, possivelmente influência de condições ambientais com longo período de estiagem e baixa umidade relativa, fatores que favorecem ao fungo, bem como a introdução de clones de cajueiro anão.

Atualmente, Oídio é considerado como o maior problema fitossanitário do cajueiro no Brasil, por apresentar cerca de 70% dos pomares da cultura. A doença se verifica em quase todos países produtores do cajueiro, a sua ocorrência se observa com maior intensidade nas zonas tropicais (VIANA *et al.*, 2018; KIMARI *et al.*, 1997).

### **2.3 A *Moringa oleifera***

A *Moringa oleifera* é uma planta pertencente à família Moringaceae, originária da Índia, conhecida pela sua facilidade de adaptação e propagação em diferentes tipos de condições de solo, principalmente de climas secos. Esta planta é encontrada em vários países devido sua capacidade de adaptação, sendo sua semente usada no tratamento da água potável, coagulante e atividade antimicrobiana. A presença de proteínas pertencentes ao grupo 2S-Albumina nas sementes torna esta planta uma fonte potencial de controle de fungos, além de apresentar diversos benefícios a saúde humana (FREIRE *et al.*, 2015; ULLAH *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2008).

A *M. oleifera* é cheia de benefícios, contém mais proteínas do que iogurte assim como a carne de boi; mais potássio que a banana e mais vitaminas que laranja. Ainda possui uma grande número de antioxidantes, vitamina A e B, várias aminoácidos essenciais e ferro, além de múltiplas minerais presente, tais como zinco, selênio e cromo (GRECCO 2018).

Entre as proteínas contidas na semente da moringa, algumas estão ligadas à quitina e tem a propriedade de atuar de forma negativa no desenvolvimento dos fungos, por fazer parte da sua constituição, destruindo as propriedades funcionais e estruturais da moléculas (SOUSA 2013) ‘‘Dentre estas proteínas está a Mo-CBP<sub>3</sub>, uma proteína ligante da quitina que mostra potente atividade antifúngica inclusive várias espécies de fungo fitopatogênicos’’. A semente da moringa acumula várias moléculas que atuam na defesa da planta, onde se destacam os metabolitos secundários e as proteínas (SOUSA 2013).

As plantas medicinais apresentam muitas variedades de compostos biologicamente ativos, que são utilizados na cura de muitas doenças, ao longo dos séculos. Estes compostos possuem potências antifúngicas, destacando-se as proteínas, desenvolvidas pelas plantas como mecanismo de defesa, propiciando alternativas na proteção contra fungos patogênicos (LOPES 2016). Deste modo, torna-se de grande relevância se buscar medidas de manejo dessa doença por vias alternativas, reduzindo impactos ambientais e zelando pela saúde do trabalhador do campo e dos consumidores.

#### **2.4 Actinobactérias ACTB-171 e 242**

As *actinobactérias* são constituídas dos maiores filos das bactérias e apresentam bactérias Gram-positivos com alto teor de Guanina e Citosina (G+C) no seu DNA. Neste grupo bacteriano estão incluso micro-organismos que expõem uma vasto espectro de morfologias, a partir do cocóide até à fragmentação das estruturas hifálicas, também têm características fisiológicas e metabólicas altamente modificáveis (VENTURA *et al* 2007). As actinobactérias se encontram distribuídas nos ecossistemas terrestres e aquáticos, principalmente no solo, onde realizam um crucial papel na reciclagem de biomateriais impérvios por decomposição e formação de húmus. Os genomas actinobacterianos sequenciados competem a organismo acentuada para a medicina humana e veterinária, biotecnologia e ecologia (VENTURA *et al* 2007).

Na busca pelo micro-organismos que apresentam características de defesas contra algumas doenças (controle biológico) aperfeiçoando o estado fitossanitário da planta assim como aumento na produção, realçaram o interesse dos pesquisadores agrícolas, dentre estes micro-organismos, as actinobactéria (procariontas gram-positivos) demonstram enorme potencial para o biocontrole (CARRER FILHO *et al.*, 2009) por apresentar eficiência contra vários fungos patogênicos de plantas.

Devidos as grandes preocupações com impactos ambientais e a procura pela alimentação saudável, a busca pelos micro-organismos e plantas que exercem função como agente do controle biológico, que melhora o estado fitossanitário da planta, se tornou uma das metas dos pesquisadores agrícola.

As actinobactérias são micro-organismos que têm a capacidade de propagar-se por toda parte do ecossistema, podem ser encontrados nas águas residuais, produtos alimentícios, pedras, animais, plantas, entre outros, mas o seu principal habitat é no solo (SATHEEJA; JEBAKUMAR, 2011), apesar de colonizar bem o solo e o rizoplano, têm a capacidade de gerar

o crescimento da plantas e garantir proteção das raízes contra patógenos (BENIZRI *et al.*, 2001). Pode-se assim mencionar que são seres ubíquos, pois são encontrados em todos os lugares que se possa imaginar.

As actinobactérias são responsáveis pela a produção de mais de 70% dos antibióticos populares (BÉRDY, 2005). “ Os metabólitos secundários sintetizados por estas bactérias têm variadas atividades biológicas, muitos deles com potencial antagônico, o que os tornam importante agentes no desenvolvimento de produtos para o controle biológico” (VENTURA *et al.*, 2018).

### **3 Metodologia**

#### **3.1 Obtenção da Proteína (albumina) à base da semente da *Moringa oleifera*.**

Para a obtenção da proteína (Albumina) à base das sementes da moringa, foram coletadas as sementes na área da sede da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará. As sementes coletadas foram descascadas manualmente e trituradas em liquidificador, depois imersas em hexano, para a retirada da porção lipídica (óleo) contido nas sementes. Para obtenção do pó de granulometria fina, as sementes foram moídas em moedor de café caseira. Em seguida, foi preparada uma solução tampão tris- HCl 50mM, pH 8.0, contendo 0,15M NaCl. Posteriormente 10 gramas do pó da semente da moringa foi dissolvido em 100ml da solução tampão tris – HCl e NaCl e submetido à dialise sob agitação (10 rpm) em agitador magnético micro controlado sob refrigeração a fim de evitar a desnaturação das proteínas. Depois a solução foi filtrada em seguida e encaminhada para a centrifuga por vinte minutos sob temperatura de 40° C e quinze mil rcf (15000 RCF(g), em uma velocidade de dez mil e trezentos rotação por minutos (10300 rpm), para a separação das albuminas das globulinas.

A porção proteica foi submetida à liofilização em uma liofilizador do modelo FreeZone, da marca LABCONCO, especializado, para a transformação das solução líquidas em solução em pó.

#### **3.2 Obtenção dos Extratos da Actinobactérias ACTB-171 e 242**

A obtenção dos extratos da actinobactérias ACTB-171 e 242, dos fermentados biológicos da cepas ACTB\_171 e 242 foi feita à partir de culturas puras inoculadas em erlenmeyers de 250 mL contendo aproximadamente 100 mL de meio de cultura líquido

de batata e dextrose (BD) e mantidos em shaker (mesa agitadora), sob agitação de 150 rpm à temperatura de  $28 \pm 2$  °C por 14 dias. Após esse período, a biomassa foi separada do fermentado aquoso, que contém os metabolitos. A fase aquosa foi submetida a um processo de separação líquido-líquido em funil de decantação, foram feitos três (3) extrações sucessivas com volume de 50 mL de acetato de etila. Com a biomassa foi realizado três (3) extrações adicionando um volume de 100 ml (1:1 metanol/ clorofórmio), por fim os resíduos da biomassa foram filtrados e separados do extrato líquido. Após esses processos, os extratos líquidos obtidos foram secos em evaporador rotativo, para a obtenção dos extratos brutos. O extrato bruto obtido da biomassa foi submetido ao processo de liofilização para a obtenção do extrato em pó.

### **3.3 Teste de aplicação dos extratos vegetais e biológicos na inibição da germinação dos conídios do oídio**

Os tratamentos consistiram de Kumulus (T1); proteína (albumina) (T2); extrato aquoso de ACTB-171 (T3); extrato da biomassa de ACTB-171 (T4); extrato da biomassa de ACTB-242 (T5) e testemunha (T6). O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical e no Laboratório de Química e Bioquímica da Universidade Federal do Ceará (UFC). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos de quatro repetições de uma placa por parcela.

Foram utilizados 2,5 mg de proteína (albumina), 2,5 mg do extrato aquoso da Actinobacteria (ACTB-171), 2,5 mg da biomassa de Actinobacteria (ACTB-171), e 2,5 mg da biomassa de Actinobacteria (ACTB-242) e 15 mg de Kumulus (composto químico), solubilizados separadamente em um mililitro de água destilada para (albumina e Kumulus), e um mililitro de DMSO para (extrato aquoso ACTB 171, extrato da biomassa da ACTB 171 e extrato da biomassa da ACTB 242) e dispensados em placas contendo 5mL de ágar.

Os conídios do fungo foram obtidos através de pincelamento de folhas de cajueiro infectadas, contendo abundante esporulação do oídio, em cada placa contendo os respectivos tratamentos. As placas foram mantidas em incubadora BOD, sendo feita a primeira leitura da germinação após de cinco horas em BOD, e a segunda leitura foi feita as vinte e quatro horas de incubação. As leituras foram feitas através de microscópio óptico, contando-se os conídios germinados e não germinados de forma aleatória de 1 a 100, para cada quatro repetições dos cinco tratamentos.

### 3.4 Teste das Dosagens

Foram testados as diferentes doses de 2,5; 5; 7,5; 10; 20 e 40 mg mL<sup>-1</sup> dos três tratamentos (Albumina, extrato da biomassa 171 e 242) em quatro repetições por tratamentos com o mesmo método utilizado anteriormente, para avaliar o maior resultado na inibição da germinação dos conídios do Oídio do cajueiro.

### 4 Resultados e Discussão

Pelos resultados da análise de variância houve interação significativa entre os tratamentos alternativos e tempos de avaliação da inibição da germinação de conídios do oídio do cajueiro nos dois experimentos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a percentagem da inibição da germinação do oídio do cajueiro em dois fases do experimentos realizados

Fonte de variação	Germinação (%)	
	Experimento 1	Experimento 2
Tratamentos	1403,02**	10,33**
Tempo	188,02**	39,68**
Tratamentos x Tempo	21,02*	4,83**
Erro	6,66	0,18
CV (%)	26,19	14,06

\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; nãsignificativo; CV – coeficiente de variação.

Foram observados que os quatro tratamentos obtiveram respostas positivas na inibição da germinação dos conídios do oídio, onde os extratos da biomassa da actinobactéria 242 e 171 foram os que apresentaram os melhores resultados quando comparado com os outros tratamentos (Tabela 2). O extrato da biomassa da ACTB 242 foi o que apresentou a maior índice de inibição da germinação do oídio seguido por extrato da biomassa da ACTB 171. O extrato da semente da moringa(albumina) e extrato aquoso da actinobactéria 171, apresentaram um moderado desempenho na inibição da germinação dos conídios do oídio de acordo com o teste aplicado.

Tabela 2 – Efeito de tratamentos alternativos na inibição da germinação do oídio do cajueiro

Tratamentos	Experimento 1		Experimento 2	
	5 h	24 h	5 h	24 h
	Germinação (%)			
Kumulus	0,25 cA	0,00 dA	0,00 cA	0,25 eA
Proteína de sementes da moringa	8,50 bB	12,50 bA	8,25 aB	27,75 abA
Extrato aquoso da ACBT 171	0,25 cB	9,75 bcA	3,75 abB	23,75 bA
Extrato da biomassa da ACTB 171	2,50 cA	5,50 cA	5,25 abA	12,50 cA
Extrato da biomassa da ACTB 242	2,25 cA	4,75 cdA	4,25 abA	6,00 dA
Testemunha	33,50 aB	38,50 aA	2,50 bcB	35,00 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha em cada experimento, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ACTB171 - actinobactéria 171; ACTB242 - actinobactéria 242.

Pelos resultados estatísticos o primeiro experimento avaliado a 24 horas (Tabela 2), apresentou resultados significativos em todos os tratamentos na inibição da germinação dos conídios, onde a albumina inibiu 67,53%, o extrato aquoso da actinobactéria 171 inibiu 74,67%, o extrato da biomassa da actinobactéria 171 inibiu 85,71% e o extrato da biomassa da actinobactéria 242 inibiu 87,66% quando comparado com a testemunha.

E no segundo experimento (Tabela 2), a inibição da germinação dos conídios avaliados a 24 horas, foram de 20,71% para o extrato da semente da moringa (albumina), 32,14% para extrato aquosa da actinobactéria 171, 64,28% para extrato biomassa ACTB 171 e 82,85% para extrato biomassa ACTB 242. Segundo as observações das placas do tratamento com a testemunha no segundo experimento, observou-se na leitura feita a 5 horas um baixa índice da germinação, tendo em conta a baixa viabilidade apresentado pelos conídios obtida nessas placas. Mais já com 24 horas de tempo, verifica-se a germinação significativa comparado com a 5 horas de tempo.

Pelos resultados da análise de variância houve interação significativa entre os tratamentos alternativos e concentrações para a inibição de germinação de conídios do oídio do cajueiro (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para a percentagem de inibição da germinação dos conídios do cajueiro em função de tratamentos e concentrações

Fonte de variação	Germinação (%)
Tratamentos	1845,18**
Concentrações	6603,66**
Tratamentos x Concentrações	247,91*
Erro	38,90
CV (%)	31,86

\*\*significativo a 1%; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo; CV – coeficiente de variação.

Houve diferença significativa entre os tratamentos na inibição da germinação dos conídios do cajueiro nas concentrações de: 5 - 7,5 - 10 e 20 mg mL<sup>-1</sup>, de acordo com os resultados de análise estatístico obtidos na tabela 4. Nestas concentrações, observou-se que o extrato da biomassa da actinobactéria 242 apresentou a melhor resposta na inibição dos conídios do oídio do cajueiro, quando comparado com a proteína da semente da moringa (Tabela 4).

Tabela 4 – Efeito dos tratamentos alternativos na germinação do oídio do cajueiro em função de concentrações

Tratamentos	Concentrações (mg mL <sup>-1</sup> )					
	0	5	7,5	10	20	40
	Germinação (%)					
Proteína de sementes da moringa	66,75 a	26,25 a	32,00 a	31,00 a	11,00 a	6,75 a
Extrato da biomassa ACTB 171	66,75 a	4,00 b	4,00 b	9,25 b	9,25 ab	9,50 a
Extrato da biomassa ACTB 242	66,75 a	1,50 b	1,25 b	1,00 b	0,25 b	0,25 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ACTB171 - actinobactéria 171; ACTB242 - actinobactéria 242.

Em função das concentrações, houve redução exponencial da germinação dos conídio do oídio do cajueiro para todos os tratamentos, com destaque para os extratos da biomassa da actinobactéria 171 e extrato da biomassa da actinobactéria 242, que apresentaram os menores valores em relação a albumina (Gráfico 1). Para albumina da semente da moringa, as maiores reduções da germinação foram observadas a partir da concentração de 20 mg mL<sup>-1</sup>, quando

comparado com a testemunha (0 mg mL<sup>-1</sup>). Enquanto para os extrato da biomassa da actinobactéria 171 e extrato da biomassa da actinobactéria 242, as reduções máximas da germinação foram observadas a partir das concentrações de 7,5 e 5 mg mL<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação a testemunha.

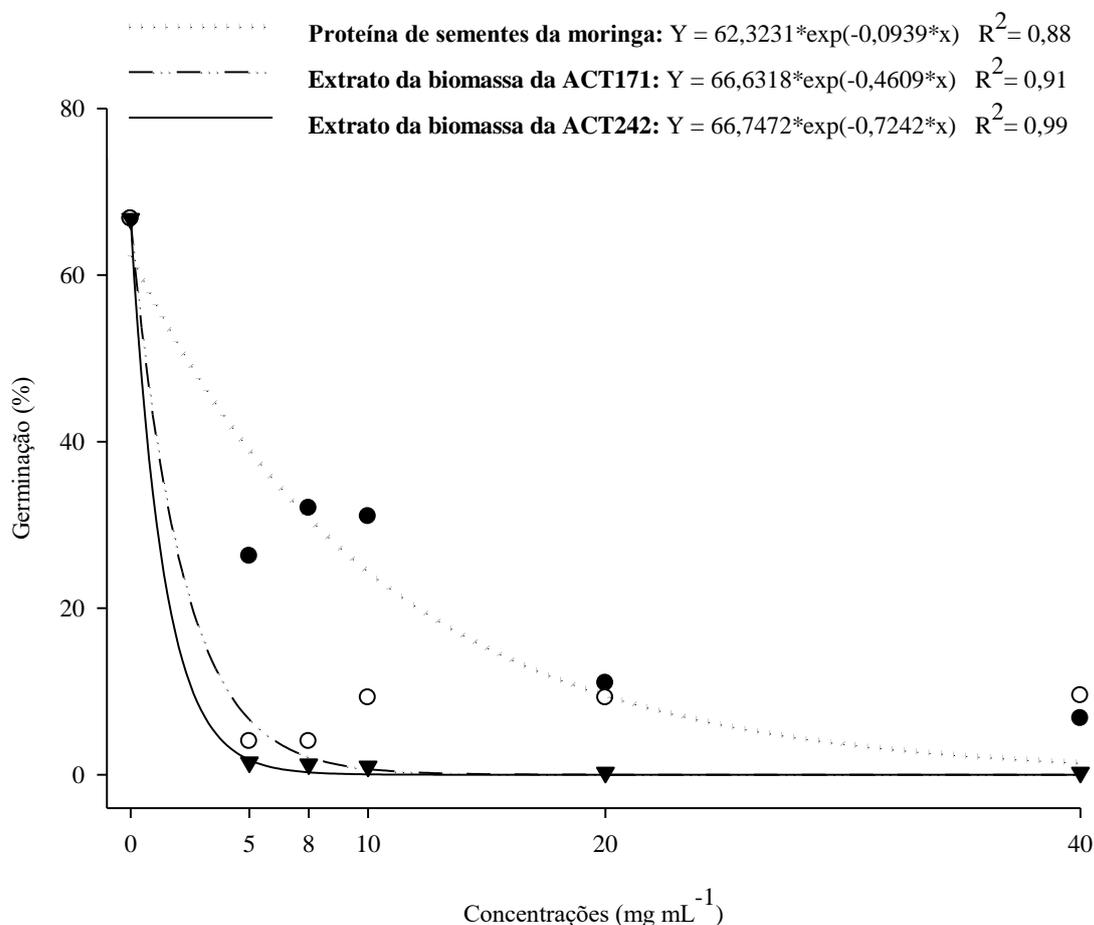


Gráfico 1 - Germinação do oídio do cajueiro em função das concentrações dos produtos alternativos. ACT171 - biomassa da actinobactéria 171; ACT242 - biomassa da actinobactéria 242.

## 5 Conclusão

Conclui-se que o extrato da semente da moringa (albumina), o extrato aquoso da actinobactéria 171, o extrato da biomassa actinobactéria 171 e o extrato da biomassa actinobactéria 242, inibiu a germinação de *Erysiphe quercicola* agente causal de oídio de cajueiro.

## Referencias

Agencia de desenvolvimento do estado do ceara S.A. N°086: Câmara setorial do caju ceara. Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br/index.php/camara-setorial-da-cadeia-produtiva-da-cajucultura>. Acesso em: 30 abril 2019.

BATISTA, A. B. Caracterização estrutural da Mo-CBP3, uma albumina 2S de sementes de Moringa oleífera lamarck e seu modo de ação contra fungos fitopatogênicos. 2013. 154 f. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

BENIZRI, E.; BAUDOIN, E.; GUCKERT, A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*, v.11, p.557– 574, 2001.

BÉRDY, J. Bioactivi microbial metabolites, a person view. *Journal of Antibiotical*, London, v. 58, p. 1-26, 2005.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do cajueiro no Brasil. In:\_\_\_\_\_ **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas do Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. p. 161-176.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; MARTINS, M. V. V. Doenças do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.) *Agronegócio caju: práticas e inovações*. Brasília, DF: Embrapa, pp.217-238, 2013.

CARRER FILHO, R.; ROMEIRO, R. S.; AMARAL, L. S.; GARCIA, F. A. Potencialidade de um actinomiceto de rizosfera de tomateiro como agente de biocontrole de doenças. Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n.3, 2009.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. de A.; CARVALHO, A. de F. U. Moringa oleífera: compostos bioativos e potencialidade nutricional. *Revista de Nutrição*. Campina, v. 21, n.4, p.431-437, Ago 2008.

FREIRE, J.E.C.; VASCONCELOS, I.M.; MORENO, F.B.M.B.; BATISTA, A.B.; LOBO, M.D.P.; PEREIRA, M.L.; LIMA, J.P.M.S.; ALMEIDA, R.V.M.; SOUSA, A.J.S.; MONTEIRO-MOREIRA, A.C.O.; OLIVEIRA, J.T.A.; GRANGEIRO, T.B. Mo-CBP3, an

antifungal chitin-binding protein from *Moringa oleifera* seeds, is a member of the 2S albumin family. PLoS One, v.10, p.e0119871, 2015.

GRECCO, A. Benefícios da moringa: superalimento contra a desnutrição. Disponível em: <<https://www.ativosau.de.com/beneficios-dos-alimentos/beneficios-da-moringa/>>. Acesso em: 29 abril 2019.

KIMARI, H et al. Oídio. In:\_\_\_\_. Manual de Fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995-1997. P. 418.

LIMA, J. S. Epidemiologia quantitativa do oídio do cajueiro no clone BRS 189. 2017. 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LOPES, T. D. P. Potencial antidermotofítico de Mo-CBP4, uma proteína ligado à quitina de semente da *Moringa oleifera*. 2016. 105 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Fortaleza.

MESQUITA, A. L. M.; BRAGA SOBRINHO, R. Pragas do Cajueiro. In: Praga e doenças do cajueiro.

OLIVEIRA, A.P.D et al. Importância das actinobactéria em processos ecológicos industriais e econômicos. Espírito Santo, 01 jul. 2014. Enciclopédia Biosfera.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. Sistema de produção do caju: aspectos econômicos da cultura do cajueiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, jul 2016. 2 ed.

SATHEEJA SV; JEBAKUMAR SRD. Phylogenetic analysis and antimicrobial activities of *Streptomyces* isolates from mangrove sediment. **Journal of Basic Microbiology**, v. 51, p.71-79, 2011.

SOUSA, A.J.S. Caracterização de exsudato de semente de moringa oleífera Lamarch e investigação do seu papel da defesa vegetal. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal do ceara, Centro de ciências, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Programa de pós-Graduação em Bioquímica, Fortaleza.

ULLAH, A.; MARIUTTI, R.B.; MASOOD, R.; CARUSO, I.P.; COSTA, G.H.G.; FREITA, C.M. de; SANTOS, C.R.; ZANPHORLIN, L.M.; MUTTON, M.J.R.; MURAKAMI, M.T.;

ARNI, R.K. Crystal structure of mature 2S albumin from *Moringa oleifera* seeds. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v.468, p.365-371, 2015.

VENTURA, J.P. et al. Actinobactéria com agentes de controle biológico de fitopatógenos de trigo. In: 12º Congresso internacional de iniciação científica, 12., 2018, Campinas, São paulo.

VIANA, F. M. P. et al. Enxofre versus acibenzolar-s-methyl no controle do oídio do cajueiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 4, p. 400-401, Abril 2018.

VIANA, F. M. P. et al. Doenças do cajueiro. *Informe Agropecuária*, v. 37, n. 290, p. 34-46. 2016.