

UNIVERSIDADE ANHANGUERA-UNIDERP
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO E
GESTÃO AGROINDUSTRIAL

POTENCIAL DE USO DO LÍQUIDO DA CASTANHA DE
CAJU NO CONTROLE DE *Colletotrichum gloesporioides* E
Lasiodiplodia theobromae

Nayara Zielasko Trombini Garcia

Bióloga

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL
2015

UNIVERSIDADE ANHANGUERA-UNIDERP
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM PRODUÇÃO E
GESTÃO AGROINDUSTRIAL

POTENCIAL DE USO DO LÍQUIDO DA CASTANHA DE
CAJU NO CONTROLE DE *Colletotrichum gloesporioides* E
Lasiodiplodia theobromae

Nayara Zielasko Trombini Garcia

Orientador: Prof^a.Dr^a. Giselle Feliciani Barbosa
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Rosemary Matias
Coorientadora: Prof^a. Dr^a Denise Renata Pedrinho

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado Profissional em Produção e Gestão Agroindustrial da Universidade Anhanguera-Uniderp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção e Gestão Agroindustrial.

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL
Fevereiro– 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Anhanguera – Uniderp

G21p Garcia, Nayara Zielasko Trombini.
 Potencial de uso do líquido da castanha de caju no controle de
Colletotrichum gloesporioides e *Lasiodyplodia theobromae* / Nayara
Zielasko Trombini Garcia. -- Campo Grande, 2015.
 52f.

 Dissertação (mestrado) – Universidade Anhanguera – Uniderp,
2015.
 “Orientação: Profa. Dra. Giselle Feliciani Barbosa.”

 1. Agricultura sustentável 2. Fungicida natural 3. *Carica papaya* L.
 Título.

CDD 21.ed. 338.1
632.952


FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: **Nayara Zielasko Trombini Garcia**

Dissertação defendida e aprovada em 18 de fevereiro de 2015 pela Banca Examinadora:



Prof.^a. Doutora **Giselle Feliciani Barbosa (Orientadora)**



Prof.^a. Doutora **Mami Yano (Universidade Católica Dom Bosco)**



Prof. Doutora **Wolff Camargo Marques Filho (Universidade Anhanguera-Uniderp)**

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REVISÃO GERAL DE LITERATURA.....	04
2.1. Desafio do século: produzir x conservar.....	04
2.2. Controle alternativo de pragas e doenças: conceito aliado a sustentabilidade.....	06
2.3. <i>Anacardium occidentale</i>	07
2.4. Caracterização do líquido da castanha de caju (LCC).....	09
2.5. Mamão: origem caracterização e problemática pós-colheita com fungos fitopatogênicos.....	12
2.6. Antracnose: uma doença prejudicial à cadeia produtiva do mamão.....	12
2.7. Podridão da haste: uma doença prejudicial à cadeia produtiva do mamão.....	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	15
4. ARTIGO 1.....	22
4.1. Introdução.....	24
4.2. Material e Métodos.....	25
4.2.1. Análises física e química.....	25
4.2.2. Ensaio <i>in vitro</i>	26
4.2.3. Ensaio <i>in vivo</i>	28
4.3. Resultados e Discussão.....	29
4.4. Conclusões.....	41
4.5. Referências Bibliográficas.....	41

**POTENCIAL DE USO DO LÍQUIDO DA CASTANHA DE CAJU NO
CONTROLE DE *Colletotrichum gloesporioides* E *Lasiodiplodia
theobromae***

RESUMO: A agricultura sofre diariamente com agentes patológicos que diminui sua qualidade e rentabilidade, o uso de agrotóxicos para diminuir estes danos é necessário, mas um manejo inadequado pode causar danos ao meio ambiente e a saúde humana. Fungos como *Colletotrichum gloesporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* causam grandes danos a diversas culturas. Portando este trabalho objetivou usar o Líquido da Castanha de Caju (LCC), um lipídeo fenólico extraído do fruto da *Anacardium occidentale* L. como controle alternativo a estes agentes patogênicos. Foram realizados testes químicos e físicos na amostra de LCC como: ph, condutividade elétrica, solubilidade e leitura em espectrofotômetro, para os ensaios biológicos foram realizados testes de inibição de crescimento micelial *in vitro* e *in vivo* com frutos de mamões com dois tratamentos, tratamento protetor onde o LCC foi aplicado previamente e somente dois dias depois ocorreu a inoculação do patógeno e o tratamento curativo onde inoculou-se o patógeno e dois dias depois aplicou-se o LCC. Também foi realizada contagem de esporos e o ensaio para detectar a presença de compostos voláteis. O LCC apresentou maior potencial fungicida na inibição do crescimento micelial *in vitro* na concentração de 320 µg mL⁻¹ para ambos os fungos. No teste *in vivo* para o fungo *Colletotrichum gloesporioides* o tratamento protetor foi mais eficaz já para o fungo *Lasiodiplodia theobromae* o tratamento curativo foi mais eficaz. Para ambos os fungos ocorreu maior inibição da esporulação na concentração de 320 µg mL⁻¹ e constatou que a substância causadora deste potencial não tem característica de volatilizar-se e que a presença do patógeno no fruto altera seus padrões químicos de pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis e acidez total.

Palavras-chave: Agricultura sustentável; fungicida natural; *Carica papaya* L.

**POTENTIAL USE OF CASHEW NUT SHELL LIQUID IN CONTROL OF
Colletotrichum gloesporioides AND *Lasiodiplodia theobromae***

ABSTRACT: Agriculture suffers daily with pathogens that diminishes its quality and profitability, the use of pesticides to reduce this damage is necessary but inadequate management can cause damage to the environment and human health. Fungi *Colletotrichum gloesporioides* and *Lasiodiplodia theobromae* cause major damage to different cultures. Porting this study aimed to use the Net of Cashew (LCC), a phenolic lipids extracted from the fruit of *Anacardium occidentale* L. as an alternative control these pathogens. Chemical and physical tests were performed in LCC sample as: pH, electrical conductivity, solubility and reading in a spectrophotometer, for biological assays were performed inhibition of mycelial growth tests *in vitro* and *in vivo* with papaya fruit with two treatments, where the protective treatment CNSL was previously applied and only occurred two days after the pathogen inoculation and curative treatment where the pathogen was inoculated two days later and was applied to the LCC. Also spore count was performed and the assay to detect the presence of volatile compounds. The LCC potential was higher fungicide in the inhibition of mycelial growth *in vitro* at a concentration of 320 $\mu\text{g mL}^{-1}$ for both fungi. In testing *in vivo* to *Colletotrichum gloesporioides* the protective treatment was more effective to have the fungus *Lasiodiplodia theobromae* curative treatment was more effective. In both fungi was greater inhibition of sporulation in the concentration of 320 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and found that the substance causing this potential is characteristic to volatilize and that the presence of the pathogen in the fruit changes its chemical pH standards, electrical conductivity, soluble solids and total acidity.

Keywords: Sustainable agriculture; natural fungicide; *Carica papaya* L.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A insustentabilidade das práticas produtivas contemporâneas está acarretando consequências catastróficas ao planeta (CAMARGO, 2003). O Brasil é o país que mais utiliza agrotóxicos, sendo responsável por 16% das transações de compra e venda deste produto, gerando um cenário negativo ao produto brasileiro no exterior (PELAEZ *et al.*, 2010).

O uso contínuo de agrotóxicos pode causar danos à saúde humana seja por contato direto ou indireto (MOREIRA *et al.*, 2002). A presença de lavouras próximas a cursos d'água aliado a um mal manejo potencializa o risco de desequilíbrio ecológico neste sistema, pois a sua contaminação implica em mudanças fisiológicas nos organismos aquáticos acarretando diminuição da biodiversidade deste ambiente (MARCHESAN *et al.*, 2010; CALADO, 2011). Os agrotóxicos também podem causar desequilíbrio em populações de insetos benéficos, como as abelhas que são afetadas pelo uso inadequado destas substâncias (PERES *et al.*, 2003).

No Brasil, a ocorrência de doenças causadas por fungos é um grave problema no cultivo de frutas, e podem causar perdas de até 80% da produção (CAMARGO *et al.*, 2011). Na cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.), onde o Brasil é o primeiro produtor mundial com uma produção anual de 1.650.000 toneladas e uma área de cultivo de 36 mil hectares (EMBRAPA, 2014), as principais doenças pós-colheita são a antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (MENEZES, 1997) e a podridão da haste causada por *Lasiodiplodia theobromae* (CARDOSO *et al.*, 2009).

Para amenizar os impactos negativos que os fungos fitopatogênicos causam a agricultura e diminuir a utilização de agrotóxicos, o manejo integrado e a agricultura orgânica vêm ganhando espaço entre os produtores. Os produtos naturais como: óleos vegetais, óleos essenciais, extratos de plantas, preparados homeopáticos, dentre outros, vem sendo amplamente pesquisados para o uso em atividades de controles de pragas e doenças em substituição aos agrotóxicos (NEGREIROS, 2010).

As plantas pertencentes a família Anacardiaceae vêm sendo amplamente estudadas devido aos seus metabolitos secundários. Composta por 76 gêneros

e 600 espécies, 25% dos seus gêneros são considerados tóxicos e causadores de dermatites de contatos severas (CORREIA *et al.*, 2008).

Das 11 (onze) espécies conhecidas e descritas do gênero *Anacardium* destaca-se a *Anacardium occidentale* L. (cajueiro) pela sua importância biológica com a produção de lipídios fenólicos encontrados em diferentes partes da planta (CORREA; SILVA, 2005) e sua importância econômica para o Nordeste brasileiro tendo em vista os diferentes produtos gerados através de seu fruto (castanha) e seu pseudofruto (pedúnculo) ativando a economia local e gerando vários empregos diretos e indiretos (ANDRADE, 2008).

O fruto do cajueiro, popularmente conhecido como castanha de caju, é um aquênio de comprimento e largura variável, casca coriácea lisa, mesocarpo alveolado, repleto de um líquido escuro quase preto e inflamável, chamado de Líquido da Castanha do Caju (LCC) ou Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) como é conhecido internacionalmente (MAZZETTO *et al.*, 2009).

O beneficiamento da castanha de caju consiste na extração de sua amêndoa e secundariamente do LCC, que é retirado de sua casca e mesocarpo esponjoso, e consiste em um óleo-resina com propriedades cáusticas (MATOS, 2005; LORENZI, 2008).

O LCC extraído da castanha de caju é constituído por cerca de 90% de ácido anacárdico que é um composto fenólico biossintetizado a partir de ácidos graxos (DIÓGENES *et al.*, 1996). Para a obtenção do LCC, emprega-se diferentes processos como a extração a frio, a extração por solventes (KUMAR *et al.*, 2002; CORREIA *et al.*, 2006) e o processo térmico-mecânico, onde o próprio LCC quente é utilizado para aquecer as castanhas a 190°C. Porém, quando submetido a altas temperaturas o ácido anacárdico sofre reação de descarboxilação convertendo-se a cardanol, produzindo o denominado LCC técnico (LOPES, 2005) e passará a apresentar uma composição de 70-75% de cardanol, 10-15% de cardol, 10% de material polimérico e traços de 2-metilcardol (CORREA; SILVA, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2006).

Pesquisas demonstram resultados promissores da utilização dos lipídios fenólicos em diversas áreas, tais como: antitumores (KUBO *et al.*, 1993), doenças cerebrais e cardiovasculares (ITOKAWA *et al.*, 1987; WANG *et al.*, 1998), larvicida e inseticida (PORTO *et al.*, 2008; GUSMÃO *et al.*,

2011), potencial antimicrobiano (LIMA *et al.*, 2000) com destaque para atividade antifúngica (BARBOSA, 2008).

O valor econômico do LCC está relacionado, quase que exclusivamente, com indústrias automobilísticas para pó de fricção, isolantes elétricos, impermeabilizantes, vernizes, dentre outros (LOMONACO *et al.*, 2009).

A composição ampla dos extratos vegetais e óleos essenciais pode ser uma alternativa no controle de doenças em plantas por serem produtos naturais e seus danos à saúde e aos ecossistemas, se comparado com os agrotóxicos convencionais, é mínimo (NEGREIROS, 2010).

Considerando que o LCC, um subproduto do caju, é explorado apenas com finalidade industrial e atualmente pesquisas demonstram resultados promissores em atividades biológicas como fungicida, justifica-se a avaliação de sua atividade frente aos fungos *L. theobramae* e *C. gloesporioides*.

2. REVISÃO GERAL DE LITERATURA

2.1. Desafio do século: produzir x conservar

O mundo enfrenta uma crise ambiental de grandes proporções. Vários fatores colaboraram para a insustentabilidade do mundo contemporâneo, a mais grave foi o crescimento populacional em escala geométrica, mas devemos considerar também o esgotamento dos recursos naturais, o hábito consumista crescente, o pensamento equivocada de natureza infinita como fonte de matéria prima e o aumento de geração de resíduos sem destinação correta (CAMARGO, 2003).

Verificou-se, no século XX, o início do pensamento de conscientização sobre a mudança de comportamento na relação homem/natureza. Tendo início no ano de 1960 com a publicação do livro *Silent spring* (Primavera silenciosa) de Rachel Carson, apontando os impactos negativos causados pelo uso do diclorofeniltricloroetano (DDT) e outros agrotóxicos, acarretando a sua proibição e apontando a irracionalidade ecológica dos sistemas produtivos da época (CALTELLS, 2000).

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas por fortes discussões dos movimentos ambientalistas como: Greenpeace, Ecologia Profunda, Grupo dos Dez e os Partidos Verdes, onde tinham como foco a preservação do meio ambiente e a oposição às práticas insustentáveis perante a natureza, pela necessidade de matéria-prima para alimentar o sistema capitalista (CASTELLS, 2000; LEFF, 2001).

A década de 70 teve como característica o período da internacionalização das discussões sobre os impactos ambientais, assim inserindo-se na política de vários países. Em 1971, realizou-se o encontro *Founex* uma prévia para a primeira conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (Suécia) em junho de 1972, tendo como foco principal, pela primeira vez, a relação entre o desenvolvimento e meio ambiente. Na conferência em Estocolmo as opiniões internacionais dividiam-se em duas linhas extremadas que previam abundância (*the cornucopians*) e os catastróficos (*doomsayers*) (SACHS, 2008).

Os pertencentes à linha “*the cornucopians*” defendiam que eram descabidas as preocupações com o meio ambiente, pois bateriam de frente

com os avanços do processo de industrialização dos países em desenvolvimento, assim nunca alcançando os países desenvolvidos. Para esta corrente o que importava era a aceleração do crescimento, não se importando com as consequências dos impactos negativos no meio ambiente (SACHS, 2008).

A segunda corrente, “*donnsayers*” liderada pelas pesquisas malthusianas apontavam que se o crescimento demográfico e os hábitos consumistas desenfreados não fossem imediatamente mudados, ou até mesmo estagnados, o planeta Terra entraria em colapso, mostravam que ao final do século, a humanidade desapareceria em função da exaustão dos recursos naturais ou pelos efeitos caóticos da poluição. Para os malthusianos o problema tinha como foco a explosão demográfica (SACHS, 2008).

Depois da realização dos dois eventos (*Founex* e Estocolmo) surgiu uma terceira corrente descartando o extremismo das duas correntes anteriores e juntando a ideia de crescimento econômico aliado a preservação ambiental tendo como pilar de seu idealismo o consumo consciente aliado ao aproveitamento racional dos recursos ambientais (SACHS, 2008).

A década de 80 marcou-se pela criação de leis, que regulamentam a atividade industrial no âmbito da poluição gerada. Em 1984 foi criada, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, com o objetivo de avaliar os avanços dos processos de degradação ambiental e a eficácia das estratégias adotadas para enfrentá-los (LEFF, 2001; CAMARGO, 2003). Após três anos de estudos a Comissão publicou seu relatório de estudo técnico, que ficou conhecido como “*Nosso Futuro Comum*”, e, demonstrava que era possível o crescimento econômico aliado a preservação ambiental. Assim, surgia oficialmente o conceito de desenvolvimento sustentável (LEFF, 2001; CAMARGO, 2003), mas sua consolidação só ocorreu na conferência do Rio-92, onde os líderes políticos, reconheceram o tema “crescimento econômico e o meio ambiente” como sendo de importância internacional, Barbieri (2007) fala em seu trabalho que pela primeira vez, na Rio-92, surgiram as bases para alcançar o desenvolvimento sustentável em escala global, determinando direitos e obrigações individuais e coletivas, no campo do meio ambiente e do desenvolvimento, a elaboração da Agenda 21 foi o documento mais importante para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Analisando estes antecedentes históricos nota-se que o conceito de desenvolvimento sustentável, fundamenta-se em estabelecer uma relação de equilíbrio entre as ações humanas/natureza aliado ao desenvolvimento econômico. O desenvolvimento sustentável é um tema polêmico, que gera muitas incertezas quanto seu real significado e principalmente, sua articulação em escala global, mas que deve considerar a priorização da manutenção da integridade dos sistemas no decorrer do tempo, considerando aspectos fundamentais dentro de dimensões econômica, social, cultural e ambiental (CAMARGO, 2003).

2.2. Controle alternativo de pragase doenças: conceito aliado a sustentabilidade

Atualmente o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, representando 16% das vendas mundiais desses produtos, colocando-se em uma posição de evidência negativa no cenário internacional (PELAEZ *et al.*, 2010). Tratando-se da aplicação destes produtos na agricultura, uma grande parcela é perdida, não atingindo o seu alvo de ataque e ficando acumulado em reservatório de água e no próprio solo, isso ocorre por um manejo inadequado e tecnologias não eficientes (BETTIOL; GHINI, 2003).

A utilização dos agrotóxicos nas culturas de frutas vem gerando grande preocupação com a saúde pública estabelecendo parâmetros toxicológicos de utilização (MATTOS, 2004). O mercado mundial da cadeia produtiva das frutas, seja in natura ou processadas, vem tornando-se cada vez mais rigoroso e priorizando a conservação do meio ambiente (MATTOS, 2004). Além disso, o sistema de rastreabilidade do que está sendo consumido vem aumentando em diversos países e incluindo em seu perfil a análise de resíduos de agrotóxicos utilizada em toda a cadeia produtiva (FACHINELO *et al.*, 2008).

O manejo ecológico tem como fundamento o princípio da prevenção, aprimorando as condições do solo, aumentando a biodiversidade e utilizando práticas de manejo diferenciadas (SOUZA; RESENDE, 2006). Os sistemas alternativos destacam o manejo das relações biológicas, como aquelas existentes entre praga e predadores nos processos naturais (BETTIOL; GHINI, 2003).

O controle biológico tende ao equilíbrio do agroecossistema, de forma que o hospedeiro, na presença do patógeno não sofra danos, significativos, em função da ação de outros organismos não patogênicos presentes no agroecossistema. Nos sistemas de controles alternativos a definição de doença não é só a interação do patógeno, hospedeiro e o meio, mais também a existência de outros organismos não patogênicos presente no sítio da infecção com que colaboram, seja para limitar a proliferação do patógeno, seja para aumentar a resistência da planta (BAKER; COOK, 1974).

A utilização de produtos na agricultura com intuito de amenizar os impactos causados por fitopatógenos é antiga, data por volta dos séculos XVIII e XIX com a domesticação das abelhas, assim, passou a serem aplicados os primeiros bioinseticidas proveniente da própolis. Em 1920 iniciaram-se as pesquisas com fungos antagonistas mais somente em 1970 que os estudos consolidaram-se com critério científico (LOPES, 2009). Atualmente, com a engenharia genética, são desenvolvidas plantas transgênicas portadoras de genes da bactéria biocontroladora (*Bacillus thuringiensis*).

O controle biológico nos dias atuais vem desenvolvendo-se de forma acelerada (PAL;GARDENER, 2006). Dentre as técnicas aplicadas no controle biológico, o uso de antagonistas é a mais conhecida, por exemplo, o fungo *Trichoderma*, de ampla distribuição, ocorrendo em quase todos os tipos de solos (SAMUELS, 1996), é considerado eficiente antagonista no controle de uma série de fungos fitopatogênicos, atuando tanto pela produção de compostos metabólicos, bioativos e também pelo hiperparasitismo (CAMPOROTA, 1985; PAPAIVIZAS, 1985; CLAYDON *et al.*, 1987; SAMUELS, 1996).

O manejo incorreto dos fungicidas convencionais propicia o aparecimento de fungos resistentes, o desenvolvimento de produtos naturais fungitóxicos é uma alternativa a esta problemática (CHANG *et al.*, 2008).

2.3. *Anacardium occidentale* L.

A família Anacardiaceae pertence à ordem Sapindales é composta por 76 gêneros e 600 espécies e possui uma ampla distribuição, podendo ser encontrada na Europa, Ásia, América do Norte, apesar de apresentar maior abundância em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil foram catalogadas

cerca de 70 espécies divididas em 15 gêneros divididos em três diferentes tribos: Anacardieae, Spondiadeae e Rhoeae, onde 25% são considerados tóxicos e causadores de dermatite de contato severa devido aos seus metabolitos secundários (CORREA *et al.*, 2005). Anacardiaceae pertence à Ordem Sapindales é composta por 70 gêneros com aproximadamente 600 espécies, sendo distribuída de forma pantropical, com poucos exemplares em regiões temperadas (CORREA *et al.*, 2005).

Das 11 (onze) espécies conhecidas e descritas do gênero *Anacardium* destaca-se a *A. occidentale* L. (cajueiro) pela sua importância biológica com a produção de lipídios fenólicos encontrados em diferentes partes da planta (CORREA; SILVA, 2005) e sua importância econômica para o Nordeste brasileiro tendo em vista os diferentes produtos gerados através de seu fruto (castanha) e seu pseudofruto (pedúnculo), ativando a economia local e gerando vários empregos diretos e indiretos (ANDRADE *et al.*, 2008).

A anatômica marcante da Anacardiaceae é à presença de canais/cavidades secretores em órgãos vegetativos, responsáveis pela produção de substâncias de uso medicinal, industrial e responsável por seus efeitos alergênicos. Estes canais são encontrados no floema primário, secundário e medula (JUDD *et al.*, 1999).

Tendo sua origem ainda discutida pelos pesquisadores onde a teoria mais aceita é que sua origem é no Brasil ou norte da América do Sul (BARROS *et al.*, 1999) a *A. occidentale* L. é a única espécie de seu gênero cultivada e com grande dispersão (BARROS *et al.*, 2002). No Brasil podemos encontrá-la na Amazônia, Cerrado e principalmente no Nordeste em diversos de seus ecossistemas, especialmente nas zonas litorâneas, dunas e restingas somando 98% das áreas de cajueiro brasileiro. Barros *et al.* (1995) descreve que o cultivo do cajueiro iniciou-se no Nordeste brasileiro por tribos indígenas que já o explorava anteriormente a chegada dos colonizadores.

Existem dois tipos de cajueiros definidos pelo seu porte, denominados de cajueiro tipo comum, encontrado mais na região Amazônica, é o mais disseminado; e, cajueiro anão precoce, encontrado no Centro Oeste e Nordeste (BARROS, 2002).

O fruto verdadeiro do cajueiro é onde se extrai a sua castanha que tem cerca de dois a três centímetros de comprimento e 2,5 cm de largura,

apresenta coloração marrom-acinzentado, é formada pelo endocarpo (casca), mesocarpo esponjoso e epicarpo (onde localiza a castanha) (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005).

A castanha de caju está em expansão no mercado tornando-se uma alternativa muito nutritiva, devido aos seus lipídios e proteínas, na substituição industrial de amêndoas e amendoins em confeitarias (DIÓGENES *et al.*, 1996; AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005).

O beneficiamento da castanha de caju consiste na extração de sua amêndoa, de forma artesanal, torrada, ou de forma industrial, com aquecimento em altas temperaturas e/ou com solventes, e, secundariamente, retira-se do mesocarpo esponjoso um subproduto conhecido como Líquido da Castanha de Caju (LCC) que tem como função a proteção da amêndoa contra ataque de patógenos (MATOS, 2005; LORENZI, 2008).

Atualmente o valor econômico do LCC esta relacionado, quase que exclusivamente, com indústrias automobilísticas para pó de fricção, isolantes elétricos, impermeabilizantes, vernizes, dentre outros; mas, recentes pesquisas apontam um potencial biológico devido ao seus componentes que possuem um nucleo benzônico e uma longa cadeia lipídica (LOMONACO *et al.*, 2009).

2.4. Caracterização do líquido da castanha de caju (LCC)

O LCC, subproduto da produção de castanha de caju, é uma resina líqüida com propriedade inflamável e cáustica com uma coloração que varia do marrom claro a preto, de odor forte e característico (WATANABE, 2010). O LCC tem ampla aplicação industrial sendo utilizado como base para vernizes, tintas e revestimento, tais aplicações ocorrem por sua característica de ser facilmente polimerizado (COSTA, 2004).

Sua estrutura apresenta uma cadeia alifática (cadeia lateral) proveniente do ácido anacárdico (Figura 1) componente majoritário no LLC, proporciona uma natureza hidrofóbica (apolar) e outra polar (hidrofílica), o que favorece a sua permeação na membrana da parede celular de microrganismos (membrana lipoproteica), que fluem pela bicamada lipídica pelo grupo apolar afetando a permeabilidade e dentro da célula os grupos polares podem atuar nos resíduos de aminoácidos das proteínas destes organismos desativando-as (GUIMARÃES *et al.*, 2010).

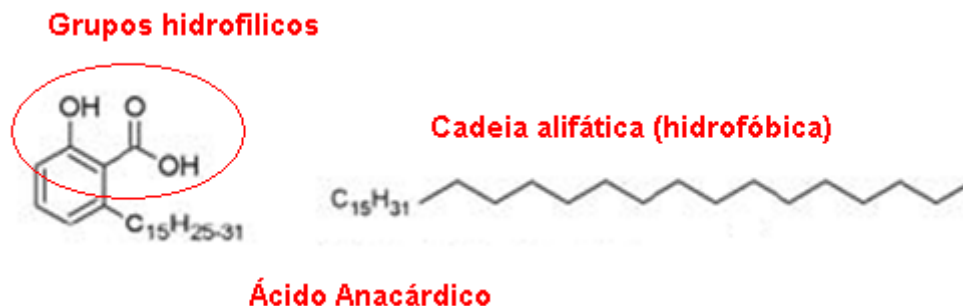


Figura 1. Estrutura do ácido anacárdico, o principal constituintes do LCC. (Fonte: Adaptação de Mazzetto *et al.*, 2009).

Estudos recentes comprovam ampla atividade biológica, como antimicrobiana, antioxidante, antitumoral, larvicida e fungicida devido sua composição com substâncias que possuem um centro benzênico, como: ácido anacárdico, carnadol e cardol derivados do ácido salicílico, com grupo de 15 carbonos, é um produto de meta-alquifenóis, que varia seu grau de instauração dependendo do grupo ligado ao núcleo benzênico (DOMINGOS,2007).

Existem três métodos de extração do LCC: (1) utilizando solventes (2) por meio de processo mecânico (prensagem) (3) extração por aquecimento, assim gerando o LCC natural ou técnico. Na extração com solvente ou mecânica gera-se o LCC natural no qual o composto mais abundante é o ácido anacárdico (60-65%) tendo também em sua composição cardol (15-20%), cardanol (10%) e traços de 2 metilcardol. Na extração por aquecimento (180-300°C) gera-se o LCCtécnico, onde sua principal substância é cardanol (60-65%), cardol (15-20%), material polimérico (10%) e traços de 2-metilcardol, sendo o cardol a substância mais tóxica. Aextração por solvente ou mecânica é também chamada de fria por não comprometer o estado natural do LCC (OLIVEIRA, 2007).

O LCC natural tem como principal composto o ácido anacárdico (ácido 6-pentadecilsalicílico), pertence ao grupo dos compostos fenólicos, biossintetizado a partir dos ácidos graxos, apresenta o núcleo do ácido salicílico (núcleo benzênico) e uma cadeia lateral de 15 carbonos que podem, ou não, conter insaturações (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005). É conhecido por suas propriedades antimicrobianas (inibição de bactérias gram-positivas, inclusive estafilococos e bacilos), utilizado em cosméticos por combater a proliferação de acne, (KUMAR, 2002; OLIVEIRA, 2007; WATANABE *et al.*,

2010), anticancerígeno, anti-inflamatório, antioxidante, radio sensibilizador e também por possuir atividade moluscicida e larvicida (SUNG *et al.*, 2008).

Apesar do ácido anacárdico extraído do cajueiro ser pouco estudado, já se tem um grande conhecimento com os estudos do *Ginkgo biloba*, também rico neste composto, e que é uma árvore amplamente utilizada na medicina oriental por conter altas quantidades de ácido anacárdico, que é considerado um estimulador da circulação sanguínea e um colaborador na proteção do sistema nervoso central, sendo assim conhecido como ativador da memória (AGOSTINI-COSTA, 2005).

Na Tailândia a planta do gênero *Knema* que também contem altas taxas de ácido anacárdico em sua composição é muito utilizada na medicina como carcinogênica (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005). Embora o ácido anacárdico tenha como propriedade as dermatites de contato, em concentrações $\geq 5\%$, estudos demonstram que esta substância não apresenta potencial mutagênico, carcinogênico ou cocarcinogênico (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005; SUNG, 2008).

O LCC técnico, obtido a partir do aquecimento da castanha de caju, tem como seu principal composto o cardanol que é um componente fenólico com uma cadeia alifática em posição meta com 15 carbonos na estrutura, proveniente da descarboxilação do ácido anacárdico, e constitui a porção monofenólica do LCC (GANDHI *et al.*, 2012). É derivado do ácido salicílico, apresentando-se como uma alternativa de fonte de energia renovável e biodegradável, também amplamente pesquisado por suas propriedades poliméricas (KUMAR *et al.*, 2002; OLIVEIRA, 2007). Derivados do cardanol são utilizados na produção de tintas, vernizes, lubrificantes e pó fricção. Produtos clorados do cardanol estão sendo pesquisados como pesticida e os seus derivados sulfonados de cardanol, tetraidro cardanol, e seus éteres fenólicos são utilizados como agentes surfactantes (GANDHI *et al.*, 2012). O LCC é utilizado na medicina popular por causa de sua atividade antimicrobiana em feridas e de pigmentação para pele em tatuagens artesanais.

O LCC é apontado por Mazzeto *et al.* (2009) como uma das fontes mais ricas em lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural e é um produto a ser mais pesquisado e explorado no controle de doenças em frutas causadas por fungos, uma vez que a demanda por alimentos orgânicos, sem resíduos de

agrotóxicos, vem crescendo a cada dia no mercado brasileiro, pois consumidores preocupados com os danos imediatos ou retardatários da ingestão excessiva destas substâncias vêm optando por produtos provenientes da agricultura alternativa (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

2.5. Mamão: origem, caracterização e problemática pós-colheita com fungos fitopatogênicos

O mamão tem sua origem na América onde predomina o clima tropical, na faixa que vai do noroeste da América do Sul ao sul do México. Pertencente a família Caricacea e que possui 31 espécies, o gênero *Carica* apresenta apenas uma espécie, *C. papaya*, que é amais cultivada comercialmente (SILVA, 2006), o que faz do Brasil o maior produtor mundial da fruta (EMBRAPA, 2014).

Os produtores brasileiros são privilegiados com o clima que permite que tenha colheita o ano inteiro, mas é fundamental que seja realizada no tempo de maturação correta para que o fruto chegue em perfeitas condições ao consumidor. Uma grande barreira enfrentada pelos produtores ocorre na pós-colheita, gerando grandes perdas na produção, em muitos casos, superiores a 50% (TAVARES; 2009). Devido ao alto teor de umidade e a altas taxas respiratórias, as frutas frescas, têm sua vida útil reduzida durante o período pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na cadeia do mamão as doenças pós-colheita são responsáveis por grandes perdas durante o processo de transporte do produto e armazenamento, variando de 10 a 40% nos transportes terrestres e 5 a 30% nos transportes aéreos. As principais doenças pós-colheita do mamão são a antracnose, provocada por *C. gloeosporioides*, e as podridões, causada por *L. thobromae* e *Phoma caricae-papaya* (onde encontra-se um complexo fúngico). Além de outras doenças causadas por, *Alternaria*, *Fusarium*, *Stemphylium* (RESENDE; MARTINS, 1997).

2.6. Antracnose: uma doença prejudicial à cadeia produtiva do mamão

A antracnose é uma doença causada pelo fungo *Colletotrichum sp.* pertencente ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Ascomycetes, Ordem Phyllachorales, Família Glomerellaceae, Gênero *Glomerella* (forma imperfeita

do *Colletotrichum*), Espécie: *G. cingulata*, tendo como estágio anamórfico a espécie *C. gloeosporioides* Penz (AGRIOS, 2004).

O *C. gloeosporioides* Penz. é uma espécie muito agressiva a agricultura, por causar doenças de pré e pós-colheita em uma grande gama de hospedeiros de diferentes famílias, incluindo-se o mamão e muitas outras frutas tropicais e subtropicais (BAILEY; JEGER, 1992). As colônias de *C. gloeosporioides* são de formas variáveis, com uma coloração que varia de cinza clara a cinza escura e micélios aéreos. Seus conídios são formados em massas de cor salmão (na placa de Petri), cilíndricos e retos, com ápice obtuso e são liberados quando encontram umidade, caracterizando estado de latência quando o meio não for propício a germinação. Sua disseminação ocorre pelo vento, insetos, respingo das chuvas e ferramentas contaminadas. Em meio de cultura apresenta características heterogênicas, principalmente correlacionadas ao crescimento micelial (TAVARES, 2004).

A antracnose é uma doença grave em todas as cadeias frutíferas por causar perdas significativas principalmente em regiões tropicais e subtropicais (AGRIOS, 2004). A severidade da doença está relacionada às condições ambientais, sendo menos severa em períodos de umidade e temperaturas baixas. O fungo penetra no fruto ainda imaturo e forma uma infecção latente até a total maturação do fruto. A doença apresenta como sintomas lesões necróticas irregulares por todo o fruto (BAILEY, 1992).

Em se tratando de doenças causadas por fungos o pensamento arcaico de que o controle químico é a solução mais eficiente ainda prevalece entre os produtores (KIMATI, 1995). Ventura (2003) demonstra em seu trabalho que o tratamento hidrotérmico aliado a aplicação de cera e fungicidas demonstra-se mais eficaz, ao comparar com o tratamento químico isolado, no controle de doenças pós-colheita causadas por *C. gloeosporioides*.

2.7. Podridão: uma doença prejudicial à cadeia produtiva do mamão

Uma das podridões de plantas mais severas é causada pelo fungo *L. theobromae* e pelo complexo fúngico (*Ascochyta* sp. *Phoma caricae-papayae*, *C. gloeosporioides* e diversos fungos dos gêneros *Botryodiplodia*, *Phomopsis*, *Fusarium* e *Alternaria*) (NERY-SILVA *et al.*, 2007) que se forma (SUTTON, 1980), pertencente ao reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Dothideomycetes,

Ordem Botryosphaerales, Família Botryosphaeriaceae, Gênero *Lasiodiplodia*, encontrado em regiões tropicais e subtropicais, causa grandes perdas em diversas culturas como: coqueiro, mangueira, mamoeiro, videira, bananeira, entre outras (FREIRE *et al.*, 2004).

Suas colônias são de coloração acinzentada a negras, variando de acordo com o substrato, apresentando micélios abundantes e aéreos (PEREIRA; SILVA, 2006). Os conídios podem ser simples ou compostos com parede espessa e base truncada, quando maduros tornam-se uniseptados e de coloração castanho – amarelado, sendo longitudinalmente estriados. O micélio pode apresentar-se imerso ou superficial, septado, ramificado e de coloração acinzentada (SUTTON, 1980).

Com alta capacidade de infectar frutos o *L. theobroamae* é muito eficiente em sua disseminação, podendo ocorrer pelo vento, gotejamento de água contaminada, contato com os esporos, dentre outras. Cardoso (2002) exemplifica em seu experimento que sementes contaminadas de graviola podem apresentar percentuais de transmissão variando de 50 a 100% tanto com prejuízos pré-colheita, com a podridão seca atingindo até mesmo para a pós-colheita, com a podridão dos frutos tendo como consequência o apodrecimento da área infectada e posteriormente podendo abranger todo o fruto (PEREIRA *et al.*, 2008).

Para controle da infecção em frutos na pós-colheita, Tavares (2004) recomenda o tratamento hidrotérmico à temperatura de 55° C durante cinco minutos, controle com fungicidas e o processo de encerar os frutos, no entanto, outros métodos alternativos de controle, eficientes no combate ao patógeno, seguros do ponto de vista do período de carência para o consumo, e, ambientalmente sustentáveis precisam ser testados para ampliar as opções de escolha para o produtor.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ANDRADE, P. S. Qualidade de cajus-de-mesa obtidos nos sistemas de produção integrada e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 176-179 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000100032>>.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; JALES, K. A.; OLIVEIRA, M. E. B.; GARRUTI, D. S. **Determinação espectrofotométrica de ácido anacárdico em amêndoas de castanha de caju**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2005.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; VIERIA, R. F.; NAVES, R. V. **Caju: identidade tropical que exala saúde**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 2005.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5ª ed. San Diego: Academic press, 2004. p. 903.

BAILEY, A. J.; JEGER, J. M. **Colletotrichum: biology, pathology and control**. Oxford: British Society for Plant Pathology, 1992. p. 388.

BAKER, R.; COOK, J. **Biological control of plant pathogens**, University California, Berkeley, USA, 1974. p. 433.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudança da Agenda 21**. 8. ed. Petrópolis: Rio de Janeiro, 2007. p. 160.

BARBOSA, B. D. **Avaliação das atividades antimicrobiana, antioxidante e análise preliminar da mutagenicidade do extrato aquoso das folhas de *Anacardium humile* ST. Hill. (Anacardiaceae)**. 2008. 45f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

BARROS, L. M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: ARAÚJO, J.P. P.; SILVA, V. V. **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p. 55-71.

BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V. **Recursos genéticos de cajueiro: situação atual e estratégias para o futuro**. Embrapa Agroindústria Tropical. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste. 2002.

BARROS, L. M. **Caju Produção: aspectos tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA-CNPAT, 2002. p. 148.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 279.

CALADO, S. C. M. **Teia trófica dos macroinvertebrados em dois trechos do rio Sambaqui, Morretes – PR**. 2011. 42f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas: Papirus, 2003. p. 160.

CAMARGO, R. B.; PEIXOTO, A. R.; TERAPO, D.; ONO, E. O.; CAVALCANTE, L.S. Fungos causadores de podridão pós-colheita em uvas apirênicas no pólo agrícola de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 15-19, 2011.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CAMPOROTA, P. Antagonism in vitro of *Trichoderma* spp. vis-a-vis *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Agronomie**, Piracicaba, v. 5, p. 613-620, 1985. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000100002>>.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; SANTOS, A. S. Doenças. In: _____(Ed). **Graviola Fitossanidade**, Brasília, Embrapa. 2002, p. 9-21.

CARDOSO, J. E.; BEZERRA, M. A.; VIANA, F. M. P.; SOUSA, T. R. M.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C. Ocorrência endofítica de *Lasiodiplodia theobromae* em tecidos de cajueiro e sua transmissão por propágulos. **Summa Phytopathologica**, Fortaleza. v. 35, n. 4, p. 262-266, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052009000400002>>.

CASTELLS, M. **A era da Informação, economias, sociedade e cultura: O poder da Identidade**. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra, 2000.

CHANG, H. T.; CHENG, Y. H.; WU, C. L.; CHANG, S. T.; CHANG, T. T.; SUN, Y. C. Antifungal activity of essential oil and its constituents from *Calocedrus macrolepis* var. *formosana* Florin leaf against plant pathogenic fungi. **Bioresource Technology**, Taiwan, v. 99, p. 6266-6270, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. p. 785. Disponível em: <<http://poscolheita.cnpdia.embrapa.br/perdas-pos-colheita-efrutasehortalicas>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

CLAYDON, N.; ALLAN, M. L.; HANSON, J. R.; AVENT, G. A. Antifungal alkyl pyrones of *Trichoderma harzianum*. **Transactions of the British Mycological Society**, Manchester, v. 88, n. 4, p. 503-513, 1987.

CORREA, A. M. D.; SILVA, T. R. S. **Drosera (Droseraceae)**. New York Botanical Garden, New York, v. 96, p. 6, 2005.

CORREIA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.), Cajuzinho (*Anacardium othonianun* RIZZ.) e Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando o melhoramento genético. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 1287-1300, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000600026A>>.

COSTA, T. S. A.; JALES, K. A.; GARRUTI, D. S.; PADILHA, V. A.; LIMA, J. B.; AGUIAR, M. J.; PAIVA, J. R. Teores de ácido anacárdico em pedúnculos decajueiro *Anacardium microcarpum* e em oito clones de *Anacardium occidentale varnanum*. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1075-1080, 2004. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000100032>>.

DIOGENES, M. J. N.; MARAIS, S. M.; CARVALHO, F. F. Contact dermatitis among cashew nut workers. **Contact Dermatitis**, v. 35, p. 114-115, 1996.

DOMINGOS, A. K.; SAAD, E. B.; VECHIATTO, W. W. D.; WILHELM, H. M.; RAMOS, L. P. J. **Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 255-451, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura do mamoeiro**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisaculturas_pesquisadas-mamao.php&menu=2>. Acesso em: 12 dez. 2014.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: UFPel, 2008, 311p.

FREIRE, F. C. O.; VIANA, F. M. O.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. A. **Novos hospedeiros do fungo *Lasiodiplodia theobromae* no estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004, 6p. (Embrapa, Comunicado Técnico, 91).

GANDHI, T.; PATEL, M.; DHOLAKYIA, B.K. Studies on effect of varioussolvents on extraction of cashew nut shell liquid (CNSL) and isolation ofmajor phenolic constituents from extracted CNSL. **Journal of Natura Product and Plant Resource**, Gurgaon, India, v. 2, p. 135-142, 2012.

GUSMÃO, D. H.; SANTOS, K.; DOURADO, D. M.; MATIAS, R. **Controle de qualidade do protótipo a base do ácido anacárdico**. In: IV Seminário Interno de Iniciação Científica e 4º Encontro de Pós-graduação *Stricto Sensu* da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, 2011.

ITOKAWA, Y. Antitumor principles from *Ginkgo biloba* L. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, Japan, v. 35, p. 16-20, 1987.

MUNDO, S. R.; DUARTE, M. R., Caracteres morfoanatômicos de folha e caule de *Cupania vernalis* Cambess., Sapindaceae. **Revista brasileira farmacognosia**, João Pessoa, v. 19, n. 2b, 2009. p. 599-606. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2009000400016>>.

KIMATI, H. Controle químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (ed.) **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3ª ed., v. 1. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 919.

KUBO, I.; KINST-HORI, I.; YOKOKAWA, Y. Tyrosinase inhibitors from *Anacardium occidentale* fruits. **Journal of Natural Products**, India, v. 57, n. 15, p. 545-551, 1994.

KUMAR, P. P.; PARAMASHIVAPPA, R.; VITHAYATHIL, S. J.; SUBBA-RAO, P. V.; RAO, S. Process for isolation of cardanol from technical cashew (*Anacardium occidentale* L.) nutshell liquid. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 4705-4708, 2002.

LEFF, H. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 18-32.

LIMA, C. A. A.; PASTORE, G. M.; LIMA, E. D. P. A. Study of the antibacterial activity of anacardic acids from the cashew *Anacardium occidentale* nut shell oil of the clone of cashew midget precocious CCP-76 and CCP-09 in five stages of maturation on oral microorganisms. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 20, n. 3, p. 358-362, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000300013>>.

LOMONACO, D.; SANTIAGO, G. M. P.; FERREIRA, Y. S.; ARRIAGA, A. M. C.; MAZZETTO, S. E.; MELE, G.; VASAPOLLO, G. Study of technical CNSL and its main components as new green larvicides. **Green Chemistry**, New York, n. 11, p. 31-33, 2009.

LOPES, A. A. S. **Síntese de um aditivo tiosforado a partir do Líquido da Casca da Castanha de Caju** (*Anacardium occidentale* Linn). 2005. 38f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

LOPES, R. B. A indústria no controle biológico: produção e comercialização demicroorganismos no Brasil. In: MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. (ed). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p. 15-28.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, Plantarum, 2. ed. 2008, 544 p.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; MACEDO, V. R. M.; MARCHEZAN, M. G. Resíduos de agrotóxico na água de rios da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 40, n. 5, p. 1053-1059, 2010.

MATOS, A.P. de. Manejo integrado da podridão negra do fruto do abacaxizeiro. Cruz das Almas: **Embrapa-CNPMP**, Abacaxi em Foco, n. 34, 2 p., 2005.

MATOS, O. C. Substâncias naturais de origem vegetal com atividade biocida: seu uso na proteção das culturas. **Biocidas**, Lisboa, p. 1-14, 2004. Disponível em: <<http://agriculturasamazonicas.ufpa.br/PDF%27S/>>. Acesso em: 09 de fev. de 2015.

MAZZETO, S. E.; LOMONACO, .D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju; oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 732-741, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000300017>>.

MENEZES, M. Doenças do cajueiro (*Anacardium occidentale*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1997. p. 201-206.

MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; SILVA, J. J. O.; SARCIONELLI, P. N.; BATISTA, D. F.; EGLER, M.; FARIA, M. V. C.; ARAÚJO, A. J.; KUBOTA, A. H.; SOARES, M. O.; ALVES, S. R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo. v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232002000200010>>.

NEGREIROS, R. J. Z. **Controle da antracnose na pós-colheita de bananas 'nanicão' e 'prata' com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais**. 2010. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

OLIVEIRA, M. S.; BADIALE-FURLONG, E. Screening of antifungal and antimycotoxigenic activity of plant phenolic extracts. **World Mycotoxin Journal**, Wageningen, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3920/WMJ2008.1006>>.

PAL, K. K.; GARDENER, B. M. Biological Control of Plant Pathogens. **The Plant Health Instructor**, Wooster, v. 10, 3p. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi: 10.1094/PHI-A-2006-1117-02>>.

PAPAVIZAS, G. G. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, California, v. 23, p. 23-54, 1985.

PELAEZ, V. **Monitoramento do mercado de agrotóxicos**. Departamento de economia. UFPR, 2010. Disponível em: <<http://www.ufpr.br/portalfufr/noticias/oligopolizado-mercado-de-agrotoxicos-cresce-no-brasil-quatro-vezes-acima-da-media-mundial/>> Acesso em: 12 dez. 2014.

PEREIRA, A. L.; SILVA, G. S.; RIBEIRO, V. Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 572-578, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582006000600006>>.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: _____ **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Fiocruz, 2003. p. 21-41.

PORTO, K. R. A.; ROEL, A. R.; SILVA, M. M.; COELHO, R. M.; SCHELEDER, E. J. D. JELLER, A. H. Atividade do óleo da *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41 n. 6, p. 586-589. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822008000600008>>.

RODRIGUES, F. H. A.; SOUZA, J. R.; FRANÇA, F. C. F.; RICARDO, N. M. P. S.; FEITOSA, J. P. A. Efeito estabilizante de componentes do líquido da castanha de caju (LCC) natural e técnico (cardanol e cardol) sobre a termooxidação do poli (1,4-cis-isopreno) sintético (pis). In: 17^o CBECIMat CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 11, 2006, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Cerâmica (ABS), 2006. p. 8503-8512.

SAMUELS, G. J. *Trichoderma*: a review of biology and systematics of thegenus. **Mycological Research**, Washington, v. 100 p. 923-935. 1996.

SANCHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. p. 25-56.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. L. **Manual de horticultura orgânica**. 2. ed., Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. 843 p.

SUNG, B.; PANDEY, M. K.; AHN, K. S.; YI, T.; CHATURVEDI, M. M.; LIU, M.; AGGARVAL, B. B. Anacardic acid (6-nonadecyl salicylic acid), in inhibitor of histone acetyltransferase, suppresses expression of nuclear factor-kB regulated gene products involved in cell survival, proliferation, invasion, and inflammation through inhibition of the inhibitory subunit of nuclear factor-kB α kinase, leading to potentiation of apoptosis. **Blood Journal**, Washington, v. 111, p. 4879-4891, 2008.

SUTTON, B. C. **Coelomycetes**: fungi imperfect with pycnidia, acervuli and stromata, England, C.M.I., 1980. p. 696.

TAVARES, G. M. **Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita**. 2004. 57f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

TAVARES, G. M. **Podridão do pé do mamoeiro**: infestação em solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência de *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos. 2009. 83f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2009.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J. S. Manejo das doenças do mamoeiro. In:_____. **A cultura do mamoeiro**: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003. p. 231-267.

WANG, D. Inhibitory activity of unsaturated fatty acids and anacardic acids toward soluble tissue factor-factor VII a complex. **Journal of Natural Products**, India, v. 62, p. 1352-1355, 1998.

WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, S.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; FORSTER, R.J.; KOBAYASHI, Y. In *vitro* evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and proprionate-enhancing agent for ruminants. **American Dairy Science Association**, Champaign, v. 93, p. 5258-5267, 2010.

4. ARTIGO 1

POTENCIAL ANTIFÚNGICO DO LÍQUIDO DA CASTANHA DE CAJU NO CONTROLE DE *Colletotrichum gloesporioides* E *Lasiodiplodia theobromae*

RESUMO: O Líquido da Castanha de Caju é um lipídio fenólico extraído do fruto da *Anacardium occidentale* L. que demonstra ter potencial de uso biológico. A substituição dos agrotóxicos convencionais por produtos naturais vem aumentando devido aos impactos que o mau manejo pode acarretar a saúde humana e ao meio ambiente. Este trabalho objetivou avaliar o potencial fungicida deste produto frente aos fungos *Colletotrichum gloesporioides* e *Lasiodiplodia theobromae* por sua importância nos impactos negativos na produção frutífera. Foram realizados testes químicos e físicos para determinar o padrão da amostra como: pH, condutividade elétrica, solubilidade e determinação do teor de ácido anacárdico na amostra. Para os ensaios biológicos foram realizados testes de inibição do crescimento micelial *in vitro* e em *in vivo* em frutos de mamões, determinação de compostos voláteis e inibição da produção de esporos. O LCC apresentou maior potencial fungicida no teste *in vitro* na concentração de 320 µg mL⁻¹ para ambos os fungos, nesta mesma concentração ocorreu a maior inibição da esporulação tanto para o *Colletotrichum gloesporioides* quanto para o *Lasiodiplodia theobromae*. No teste realizado *in vivo* ocorreu maior inibição para o fungo *Colletotrichum gloesporioides* no tratamento protetor e para o fungo *Lasiodiplodia theobromae* o tratamento curativo foi mais eficaz. Constatou-se que a substância com potencial fungicida não é volátil e a presença do patógeno altera os padrões químicos do fruto.

Palavras-chave: Controle alternativo; agricultura sustentável; fungicida natural; *Carica papaya* L.

**POTENTIAL USE OF CASHEW NUT SHELL LIQUID IN CONTROL OF
Colletotrichum gloesporioides AND *Lasiodiplodia theobromae***

ABSTRACT: The Net of Cashew is a phenolic lipids extracted from the fruit of *Anacardium occidentale* L. that demonstrates potential for biological use. The replacement of conventional pesticides for natural products is increasing due to impacts that mismanagement can lead to human longing and the environment. This study aimed to evaluate the potential of this product fungicide front fungi *Colletotrichum gloesporioides* and *Lasiodiplodia theobromae* for its importance in negative impacts on fruit production. Chemical and physical tests were conducted to determine the pattern of the sample as pH, electrical conductivity, solubility, and determination of anacardic acid content of the sample. For biological assays were performed mycelial growth inhibition test *in vitro* and *in vivo* in papaya fruit, determination of volatile and inhibition of spore production. The LCC potential was higher fungicidal the test *in vitro* at a concentration of 320 $\mu\text{g mL}^{-1}$ for both fungi at this same concentration had the highest inhibition of sporulation both *Colletotrichum gloesporioides* as to *Lasiodiplodia theobromae*. In the test performed *in vivo* was greater inhibition to *Colletotrichum gloesporioides* in protective treatment and the fungus *Lasiodiplodia theobromae* curative treatment was more effective. It was found that the substance with the potential fungicide is not volatile and the presence of the pathogen alters fruit chemical standards.

Keywords: Alternative control; sustainable agriculture; natural fungicide; *Carica papaya* L.

4.1. Introdução

A utilização de agrotóxicos na agricultura é necessária, somente as doenças causadas por fungos patogênicos acarretam grandes perdas. Estima-se que anualmente perde-se cerca de 20% somente em pré-colheita, se somarmos as perdas pós-colheita o percentual sob para 80% de toda a produção agrícola brasileira (CAMARGO *et al.*, 2011).

O agrotóxico, mal manejado, pode acarretar efeitos para o meio ambiente e para a saúde humana. O impacto causado nas populações “não alvo” é muito importante porque afeta o equilíbrio das populações do ambiente e até mesmo os inimigos naturais do patógeno. Outro importante impacto ambiental ocasionado por agrotóxicos é a contaminação de cursos d’ águas superficiais e subterrâneas. Para a saúde humana os efeitos sobre a saúde são classificados em dois tipos: (1) efeito agudo resultante da exposição a concentrações de um ou mais agentes tóxicos capazes de causarem dano efetivo aparente em um período de 24 horas; (2) efeito crônico resultantes de uma exposição, ou, ingestão continuada de doses relativamente baixas de um ou mais produtos denominadas resíduos (PERES *et al.*, 2003).

O uso de agrotóxicos na agricultura é prática comum, e muitas vezes indiscriminado. Na fruticultura, para aumentar a qualidade dos frutos colhidos, atender as exigências do mercado e prolongar a vida útil dos frutos, fungicidas para o controle de patógenos são utilizados em diversas etapas de desenvolvimento dos frutos, inclusive em tratamentos pós-colheita, o que pode causar a permanência de resíduos no alimento e gerando danos a saúde do consumidor. Os resíduos de agrotóxicos, na cultura do mamão, por exemplo, são considerados “perigosos” segundo o estudo divulgado pela ANVISA em 2011, das 170 amostras coletadas 21,20% apresentaram agrotóxicos não autorizados para a cultura e 12,05% estava com resíduos acima do permitido.

Os fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae* são importantes agentes patogênicos por sua ampla gama de hospedeiros pós-colheita, mas principalmente por sua característica de contaminação ainda no campo ficando em latência até o momento ideal para iniciar seu desenvolvimento (LEITE, 2009). Ambos atacam a cultura do mamão, cultura frutífera de destaque no país, sendo o fungo *C. gloeosporioides* o que acarretará as maiores perdas nesta cultura.

Frente à necessidade de produzir e preservar, à utilização de produtos naturais na substituição dos agrotóxicos vem aumentando devido aos seus baixos impactos. O cajueiro, *A. occidentale* L., vem sendo amplamente estudado devido aos seus lipídios fenólicos (CORREA; SILVA, 2005). Seu fruto verdadeiro é constituído por sua castanha que gera dois produtos, a castanha de caju e o Líquido da Castanha de Caju (LCC) (LORENZI, 2008).

O Líquido da Castanha de Caju é aproximadamente um terço da massa total da castanha e é composto por fenóis, principalmente ácido anacárdico, mas no processo industrial que utiliza altas temperaturas este ácido descarboxila formando novas substâncias: cardol, carnadol, material polímero e metilcardol (RODRIGUES *et al.*, 2006).

Pesquisas com compostos fenólicos vêm demonstrando resultados promissores em diversas áreas de aplicabilidade biológica, tais como: larvicida e inseticida (PORTO *et al.*, 2008; GUSMÃO *et al.* 2011), potencial antimicrobiano (LIMA *et al.* 2000) com destaque para atividade antifúngica (BARBOSA, 2008).

Este trabalho objetivou analisar o potencial fungicida do LCC, um lipídeo fenólico, frente aos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*.

4.2. Material e Métodos

O LCC utilizado nos ensaios foi extraído do mesocarpo da espécie *Anacardium occidentale* (cajueiro), e cedido pela empresa Resibras Company®, localizada em São Paulo, SP.

4.2.1. Análises física e química

O LCC para ser utilizado nos ensaios *in vitro* e *in vivo* foi submetido às seguintes análises: organolépticas (cor e aspecto), solubilidade, pH, condutividade elétrica, cromatografia de camada delgada (CCD), análise espectroscópica e doseamento.

A determinação da solubilidade do LCC ocorreu em solventes em gradiente de polaridade crescente (benzeno, diclorometano, clorofórmio, acetato de etila, acetona, etanol, metanol e água) na proporção 1:100 mL e teve como base Collins *et al.* (2006). Na análise de pH (pHDigimed, DM-20) e

de condutividade elétrica (Digimed, CE DM3) utilizou-se o LCC bruto e as análises foram executadas em triplicatas.

O LCC (10 µL) foi submetido a caracterização química preliminar utilizando a técnica de cromatografia em camada delgada (CCD) em cromatoplasmas de sílica gel GF₂₅₄, com suporte de alumínio (0,2 mm, Merck®), de tamanho 8,0 x 7,0 cm eluidas com CHCl₃: Hexano: etanol (5,0:5,0:0,4), e, os compostos foram detectados por exposição a irradiação com luz ultravioleta em 254 e 365 nm (VILBER LOURMA®, VOO-6168), para evidenciar as substâncias presentes.

Para caracterizar se ocorreu a degradação do LCC, observada na CCD, este foi analisado por espectros de UV-visível utilizando 10 mg mL⁻¹ do extrato bruto em etanol, a varredura ocorreu entre 200 a 700 nm (SILVERSTEIN; WEBSTER, 2000; AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2004).

A quantificação do ácido anacárdico no LCC (0,004 g 100 mL⁻¹ Hexano) foi feita com base nos procedimentos descritos por Agostini-Costa *et al.* (2006) e por interpolação da absorbância da amostra contra uma curva de calibração construída ($y = 0,1088 + 0,03102 x$; $r^2 = 0,9762$) com padrão de ácido anacárdico (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 mg mL⁻¹) obtidos conforme Agostini-Costa *et al.* (2004).

4.2.2. Ensaios *in vitro*

Foi preparado uma solução estoque da amostra de LCC, pesando 0,5gr da amostra diluindo em 100 mL de água e adicionado 5µmL de dimetilsulfoxido (DMSO).

Para realizar a avaliação da atividade fungicida foram utilizados os fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae*, agentes causais da antracnose em frutos e podridão, respectivamente. Os fungos foram sediados pela Coleção de Culturas Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) contendo meio de cultivo, armazenados em tubos de ensaio em refrigeração do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da Universidade Anhanguera-Uniderp, onde foram previamente repicados para placa de Petri contendo meio de cultura BDA e incubado até atingir vigor máximo para realização dos testes.

Ao meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) fundente ($\pm 45^{\circ}\text{C}$) foram aplicadas as diferentes concentrações do LCC (20, 40, 80, 160 e $320\ \mu\text{g mL}^{-1}$) Como testemunhas foram utilizadas placas contendo apenas o meio de cultura BDA (testemunha pura) e testemunha contendo BDA mais DMSO (dimetilsufóxido), que foi utilizado como diluente. Em cada placa de Petri foram vertidos 10 mL do meio já contendo as diferentes concentrações e após sua solidificação foi colocado, no centro, um disco de 5,0 mm de diâmetro de ágar colonizado pelos fungos, separadamente. As placas foram vedadas e acondicionadas em câmara climática tipo BOD na temperatura de $22\pm 2\ ^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h.

As avaliações foram realizadas diariamente, medindo-se o crescimento micelial com base no diâmetro (cm) da colônia fúngica, em duas direções opostas. À partir dos resultados obtidos determinou-se a taxa de crescimento diário (TX), por meio da fórmula apresentada a seguir:

$$TX = \frac{\text{Diâmetro Final da Colônia}}{\text{Número de dias para Incubação}}$$

Os valores da porcentagem de crescimento médiados patógenos de cada tratamento foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) que tem como função avaliar a severidade da doença, conforme procedimento proposto por Campbell e Madden (1990).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições por concentração.

Para detectar a presença e efeito de possíveis compostos voláteis, foi utilizada a mesma metodologia anteriormente descrita, no entanto, sem contato direto do produto com o fungo. O teste foi realizado somente com a concentração que obteve maior inibição no teste *in vitro*. Foi vertido na placa de Petri 10 mL de meio BDA contendo a concentração de $320\ \mu\text{g mL}^{-1}$ de LCC, na parte que serve para tampar a placa também foi vertido meio de cultura BDA (sem o LCC) e colocado um disco de 5,0 mm de ágar colonizado pelos fungos separadamente. As análises foram realizadas como as descritas na metodologia *in vitro* (RAGGI, 2008).

A avaliação da esporulação foi realizada colocando-se 10 mL de água destilada esterilizada nas placas de Petri dos ensaios anteriores, e, raspando-se a superfície das colônias. Posteriormente a suspensão foi filtrada com gaze e a amostra depositada em câmara de Neubauer para contagem do número de esporos seguindo a metodologia adaptada de Almeida (2003).

Os dados da taxa de inibição do crescimento micelial (TX), area abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e esporulação foram submetidos à análise de variância e quando significativas, foram realizadas análise de regressão com o auxílio do software Assistat (SILVA, 2014).

4.2.3. Ensaios *in vivo*

Para os ensaios *in vivo* foram utilizados frutos de mamão (*C. papaya* L.) do cultivar Golden, pertencentes ao grupo Solo, comercializados na Central de Abastecimento do Mato Grosso do Sul (CEASA/MS), no município de Campo Grande. A concentração utilizada nesta etapa foi a que apresentou maior eficiência nos testes *in vitro*. Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com 5 repetições de três frutos, totalizando 15 frutos por tratamento, segundo metodologia adaptado Fialho (2008).

O primeiro tratamento realizado foi o da imersão dos frutos. Para avaliar o efeito protetor, foram imersos 15 frutos em uma solução de água mais à solução estoque previamente preparada, onde esta solução teve uma concentração de $320 \mu\text{g.mL}^{-1}$ do LCC e dois dias após o fungo foi inoculado, depositando-se um disco de micélio+fungo sobre ferimentos realizados nos frutos. O outro tratamento, para avaliar o efeito curativo, foi realizado mediante a prévia inoculação dos 15 frutos e, após 2 dias, imersão dos frutos na mesma solução e concentração do LCC. Como testemunha 1 foram utilizados frutos não inoculados e tratados com água, e, como testemunha 2, frutos inoculados e tratados com água. Os frutos permaneceram em bandejas fechadas com sacos plásticos por 13 dias, e as leituras foram realizadas a cada dois dias, a partir do quinto dia após a instalação do teste, medindo-se o crescimento do patógeno com base no diâmetro da colônia fúngica, em duas direções opostas, em centímetros.

A partir dos resultados obtidos determinou-se a taxa de crescimento diário (TX) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme descrito anteriormente para os ensaios *in vitro*.

Após os testes *in vivo* foi retirado as polpas dos frutos e submetidas a análise de pH (Digimed, DM-20), condutividade elétrica (Digimed, CE DM3), concentração de sólidos solúveis, determinada utilizando um refratômetro digital (Refractometer, RTD-45), com resultados expressos em graus Brix corrigidos para 20°C, e, a acidez titulável (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativas, foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), com o auxílio do software Assistat (SILVA, 2014).

4.3. Resultados e Discussão

A amostra de LCC utilizada nos ensaios *in vitro* e *in vivo* neste trabalho foi solúvel em todos os solventes testados (metanol, etanol, acetona, acetato de etila, clorofórmio, diclorometano e benzeno) exceto para água. A solubilidade do LCC em solventes orgânicos pode ser justificada pela cadeia alifática (cadeia lateral) do ácido anacárdico, e de seus derivados cardol, cardanol, 2 dimeti-cardol entre outros (GUIMARÃES *et al.*, 2010).

A condutividade elétrica encontrada para o LCC de $2,89 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ pode ser considerada baixa e também exerce um papel fundamental na solubilidade da amostra. Esmeraldo (2006) aponta que quanto menor a condutividade elétrica de uma amostra, menor é a polaridade e a solubilidade da amostra, uma maior dissolução do soluto liberará mais íons na amostra e assim aumentará a condutividade elétrica.

O LCC bruto analisado apresenta um pH de $6,5 \pm 0,7$. Para o ácido anacárdico puro isolado das cascas de castanhas de caju o pH foi de 4,2 a 4,66 segundo AGOSTINI-COSTA *et al.* (2004). Andrade *et al.* (2008) encontraram valores de 4,4 a 4,6 para o LCC, e apontaram que o pH ácido é influenciado diretamente pela concentração de ácidos orgânicos presentes na amostra. Pimentel (2008) relata que o pH alcalino em comparação com o pH do ácido anacárdico puro evidencia degradação da amostra.

O teor de ácido anacárdico da amostra do LCC estudado foi de 52,8 %. Ao estudar sua degradação termoxidativa, Rodrigues (2010) diz que amostras

provenientes de extração natural contém uma maior quantidade de ácido anacárdico (60-65% de ácido anacárdico, 15-20% de cardol, 10% de cardanol e traços de 2 dimetil-cardol, enquanto amostras extraídas com temperatura por volta dos 140 °C o ácido anacárdico dextracarboxila, degradando-se totalmente fornecendo 70-75% cardanol, 10-20% cardol e 10% de material polimerizado e traços de 2 dimetil-cardol.

Com a análise da cromatografia de camada delgada (CCD) confirmou a degradação da amostra indicada pela alteração do padrão do pH (Figura 2).

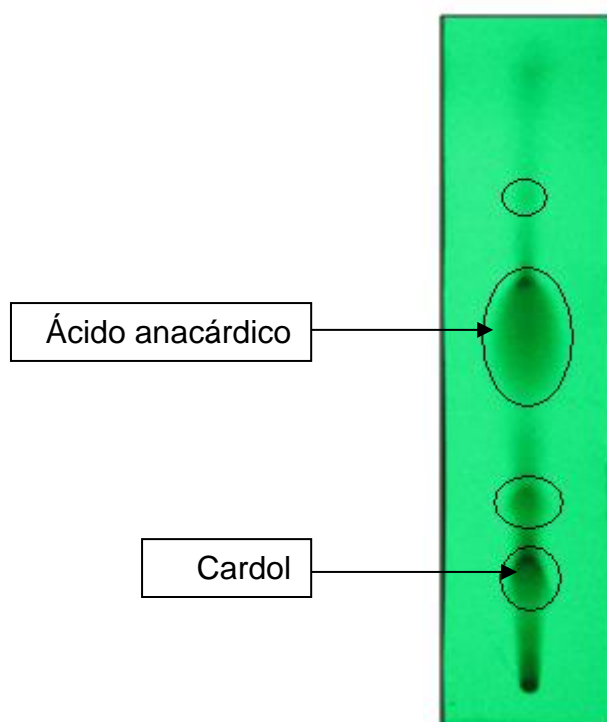


Figura 2. Foto da cromatoplaça do LCC, componente de *A. occidentale* L. (Anacardiaceae), fase móvel CHCl_3 :Hex:EtOH (5,0:5,0:0,4).

Segundo Mazzetto *et al.* (2009), a composição do LCC varia de acordo com a sua origem e também com o processo de extração, a extração em temperaturas entre 180-200°C empregada no processo industrial, resulta na descarboxilação do ácido anacárdico, perdendo a carboxila de sua estrutura conduzindo a formação do cardol, cardanol, 2-metilcardol e material de polímeros (CORREIA, 2005; RODRIGUES, 2006; CHAVES *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos a partir dos espectros de absorção UV-visível de varredura do Líquido da Casca da Castanha de Caju (LCC) demonstraram que

houve uma absorção máxima entre 280 e 320 nm, o que corresponde ao cardol e ácido anacárdico, respectivamente, esses valores também foram descritos por (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2005). As bandas 3 e 4 provavelmente correspondem a metilcardol e cardanol (Figura 3).

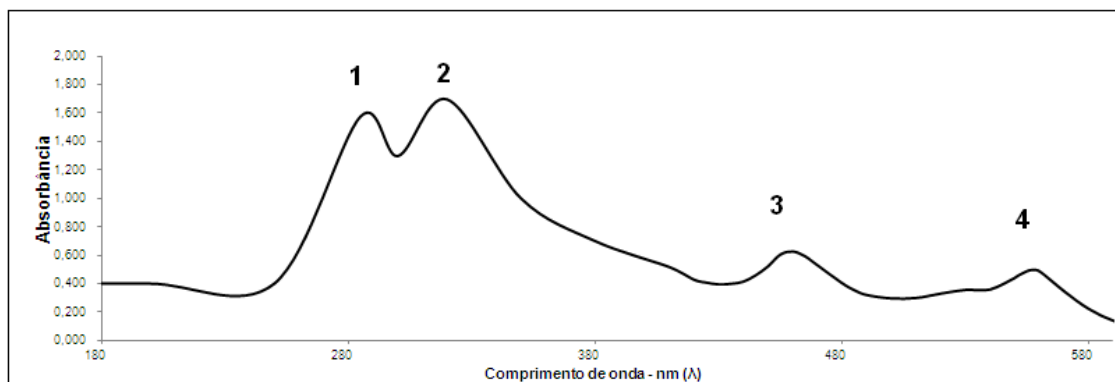


Figura 3. Espectro de absorção de UV-visível do Líquido da Castanha de Caju (LCC). 1: absorção em 280 nm corresponde ao cardol, 2: absorção em 320 nm corresponde ao ácido anacárdico, 3 e 4 não podem ser identificados com precisão.

O ácido anacárdico é termo lábil e quando submetido em temperaturas elevadas se decompõe em cardanol e dióxido de carbono, o que contribui para a variação e alcalinização do meio, e ainda é possível observar que a liberação de CO₂ influencia diretamente na densidade do LCC e tem relação inversa a decomposição (RISFAHERI *et al.*, 2009).

- **Atividade antifúngica: testes *in vitro***

No teste realizado *in vitro* verifica-se que ocorreu inibição significativa do crescimento micelial para o fungo *C. gloeosporioides* e também para o fungo *L. theobromae* (Tabelas 1 e 2). Para a taxa de crescimento diário (TX) e áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), pelas análises de regressão, observa-se que os dados ajustam-se a equações lineares decrescentes ou quadráticas, e os valores dessas variáveis tendem a diminuir com o aumento das concentrações de LCC (Figuras 4, 5, 6 e 7). Na concentração de 320 µg.mL⁻¹, foram observados os melhores resultados. Não ocorreu diferença significativa entre a testemunha pura, somente o meio de cultura, e a testemunha DMSO.

Tabela 1. Valores médios da taxa de crescimento micelial (TX) e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nos ensaios *in vitro* da ação antifúngica de diferentes concentrações do Líquido da Castanha de Caju (LCC) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. Campo Grande, MS, 2014.

Concentração de LCC ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	TX (cm dia^{-1})	AACPD
0	0,42	583,33
20	0,42	573,18
40	0,42	585,68
80	0,40	572,92
160	0,38	575,00
320	0,35	518,75
MS	0,013	37,620
Teste F	37,09** ⁽¹⁾	9,54* ⁽²⁾
CV (%)	1,99	2,31

TX: taxa de crescimento micelial; AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença. *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 0,421 - 0,000234x$ ($R^2 = 0,91$); ⁽²⁾ $y = 580,62 + 0,052x - 0,0007586x^2$ ($R^2 = 0,77$).

Tabela 2. Valores médios da taxa de crescimento micelial (TX) e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nos ensaios *in vitro* da ação antifúngica de diferentes concentrações do Líquido da Castanha de Caju (LCC) sobre *Lasiodiplodia theobromae*. Campo Grande, MS, 2014.

Concentração de LCC ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	TX (cm dia^{-1})	AACPD
0	1,2	359,60
20	1,2	353,13
40	1,2	359,96
80	1,1	279,56
160	1,0	271,53
320	0,4	53,70
DMS	0,166	79,433
Teste F	327,40** ⁽¹⁾	674,75** ⁽²⁾
CV (%)	2,93	2,80

TX: taxa de crescimento micelial; AACPD: área abaixo da curva de progresso da doença. *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade. ⁽¹⁾ $y = 1,206 + 0,000269x - 0,00000859x^2$ ($R^2 = 0,99$); ⁽²⁾ $y = 359,247 - 0,389x - 0,002x^2$ ($R^2 = 0,97$).

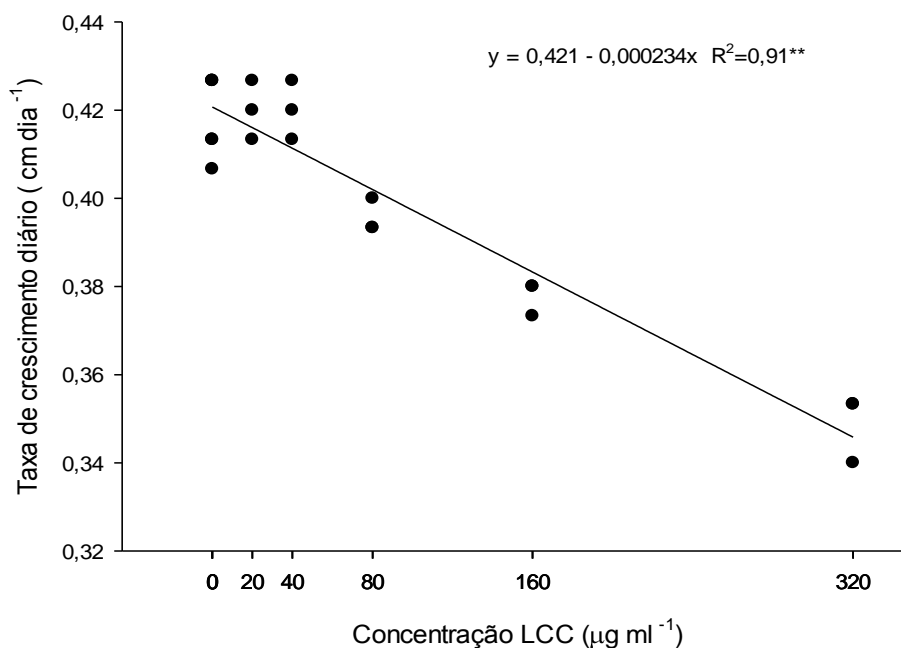


Figura 4. Taxa de crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* sob diferentes concentrações do Líquido da Castanha de Caju (LCC) em ensaios *in vitro*. Campo Grande, MS, 2014.

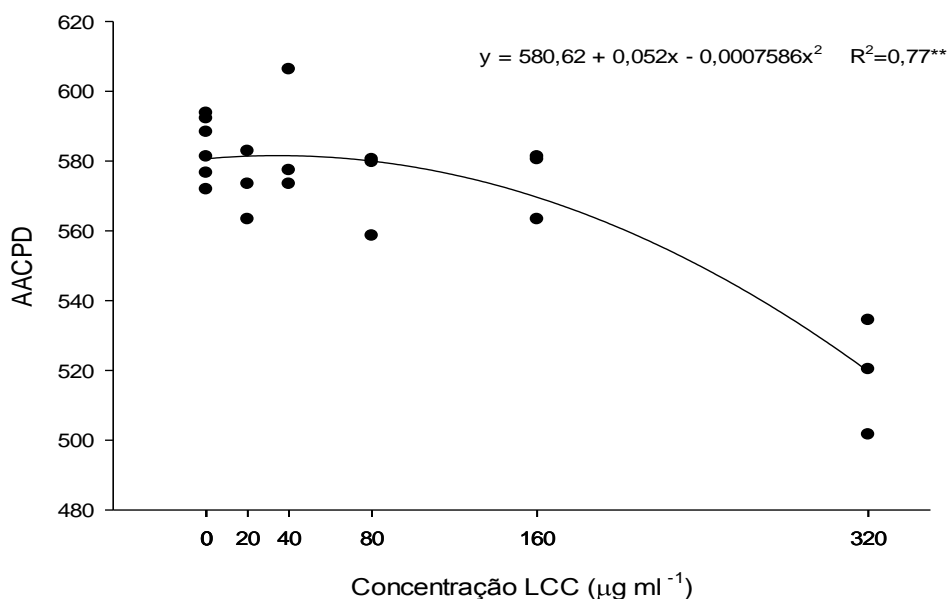


Figura 5. Área abaixo da curva de progresso da doença antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* sob diferentes concentrações do Líquido da Castanha de Caju (LCC) em ensaios *in vitro*. Campo Grande, MS, 2014.

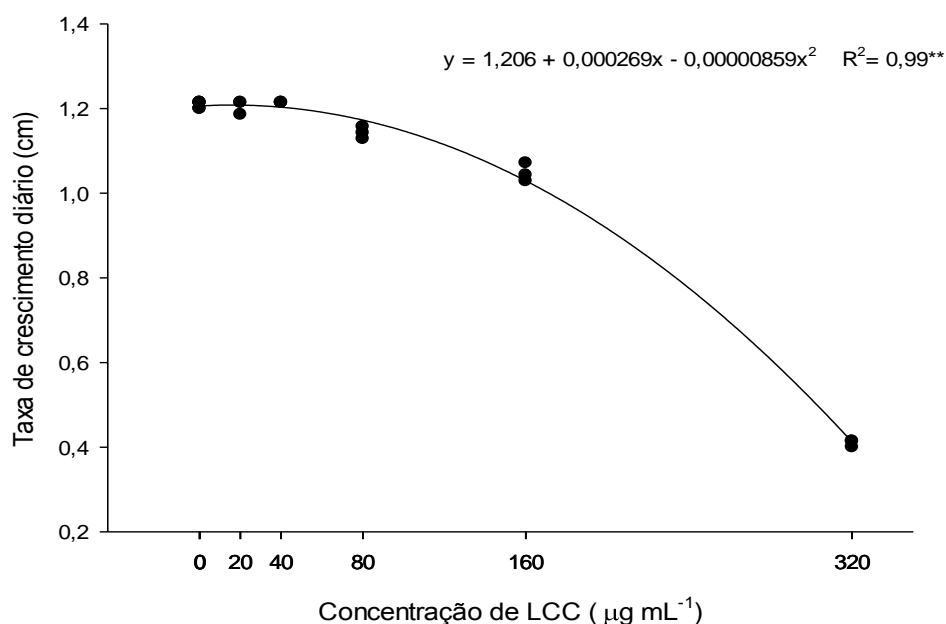


Figura 6. Taxa de crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* sob diferentes concentrações do Líquido da Castanha de Caju (LCC) em ensaios *in vitro*. Campo Grande, MS, 2014.

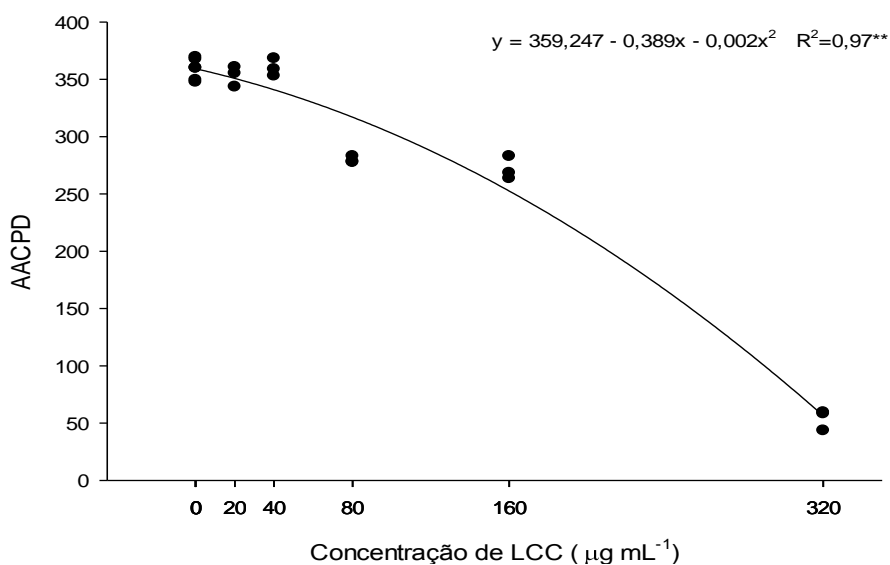


Figura 7. Área abaixo da curva de progresso da doença antracnose causada por *Lasiodiplodia theobromae* sob diferentes concentrações do Líquido da Castanha de Caju (LCC) em ensaios *in vitro*. Campo Grande, MS, 2014.

A cadeia alifática do LCC proporciona uma natureza hidrofóbica (apolar) e outra polar (hidrofílica), o que favorece a sua permeação na membrana da parede celular de microrganismos (membrana lipoproteica), que fluem pela

bicamada lipídica pelo grupo apolar afetando a permeabilidade e dentro da célula os grupos polares podem atuar nos resíduos de aminoácidos das proteínas destes organismos desativando-as (GUIMARÃES *et al.*, 2010).

Oliveira (2008) relata em seu trabalho Patologia pós-colheita: frutos, olerícolas e ornamentais tropicais, que substâncias formadas por grupos fenóis têm uma ação fungitóxica por inativação de enzimas relacionadas com a síntese energética e a síntese de substâncias naturais do fungo e todas as substâncias presentes no LCC são formadas por lipídios fenólicos.

Portanto, o LCC tem sua entrada no meio intracelular facilitada pela formação de suas cadeias e já dentro da célula seu grupo fenol atua na inativação das enzimas da síntese energética assim apresentando um potencial fungitóxico.

Foi realizada a contagem de esporos nos ensaios *in vitro* e, para ambos os fungos, obteve-se redução no número de esporos a medida que aumentou-se a concentração do LCC (Figuras 8 e 9).

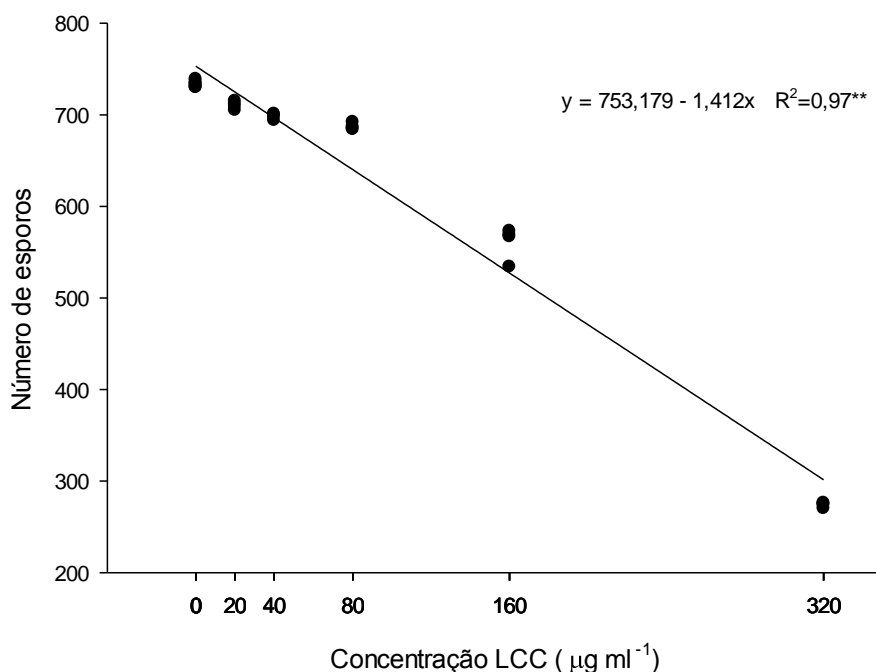


Figura 8. Número de esporos de *Colletotrichum gloeosporioides* sob diferentes concentrações do líquido da castanha de caju (LCC) em ensaios *in vitro*. Campo Grande, MS, 2014.

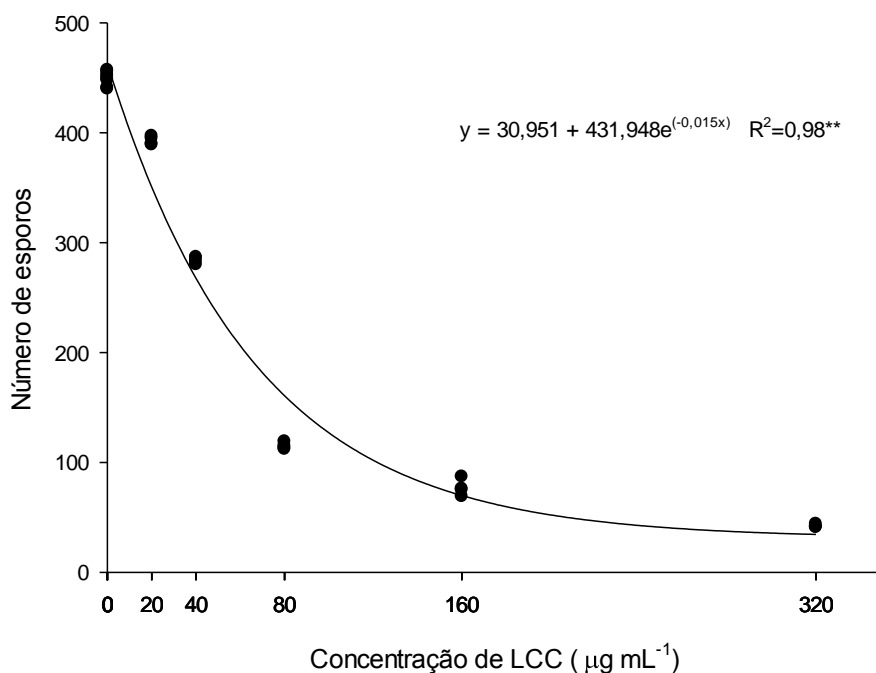


Figura 9. Número de esporos de *Lasiodiplodia theobromae* sob diferentes concentrações do líquido da castanha de caju (LCC) em ensaios *in vitro*. Campo Grande, MS, 2014.

Com a diminuição dos nutrientes para o microrganismo devido à ação dos compostos fenólicos acarreta uma diminuição na produção de suas estruturas de reprodução (esporos). Agrios (2005) relata a importância da diminuição da esporulação de fungos patogênicos para o controle da doença, pois assim diminuirá a sua área de disseminação, aparecimento de novos focos da doença e ainda a incubação da mesma no solo por estas estruturas.

- **Atividade antifúngica: compostos voláteis**

No teste realizado para verificar se a inibição que o LCC ocasionou ao crescimento micelial e esporulação dos fungos *C. gloeosporioides* e *L. theobromae* na concentração de 320µg mL⁻¹ foi ocasionado por possíveis compostos voláteis, foi verificado que, na ausência do contato direto do fungo com o LCC não há redução no crescimento fúngico, demonstrando que seu efeito inibitório não foi ocasionado por compostos voláteis (Figuras10 e 11).

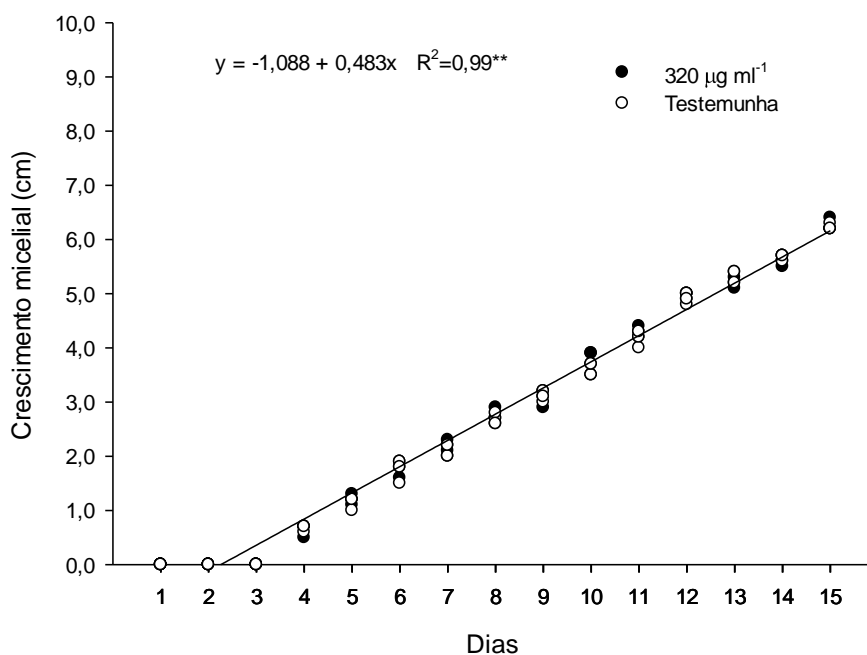


Figura 10. Crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* submetido a ensaios *in vitro* para avaliação da ação dos compostos voláteis do Líquido da Castanha de Caju (LCC). Campo Grande, MS, 2014.

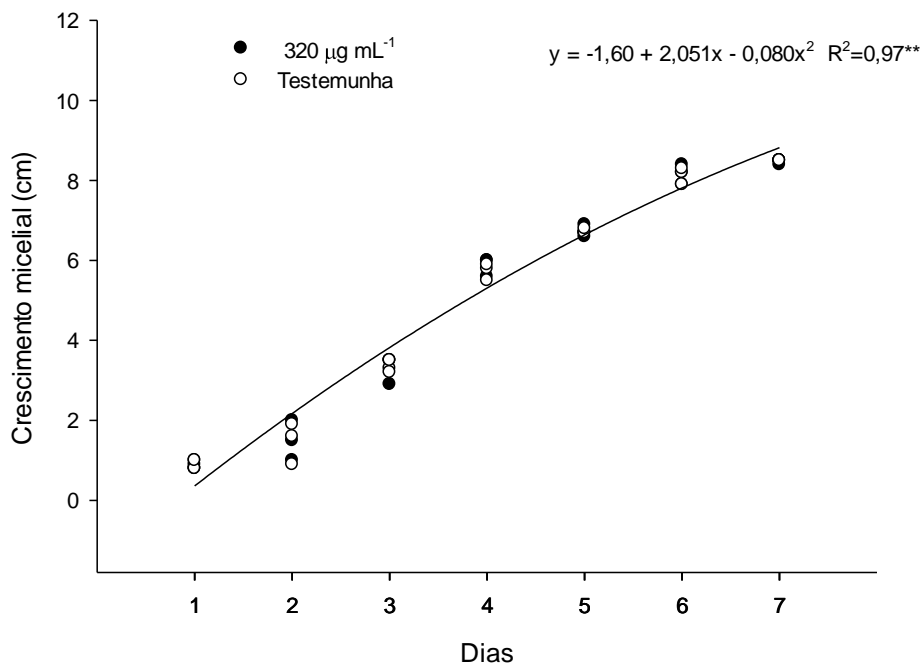


Figura 11. Crescimento micelial de *Lasiodiplodia theobromae* submetido a ensaios *in vitro* para avaliação da ação dos compostos voláteis do Líquido da Castanha de Caju (LCC). Campo Grande, MS, 2014.

Para determinar qual é a possível aplicabilidade do produto na agricultura é importante saber se o efeito inibitório foi resultado da volatilização de algum componente do produto, pois, produtos voláteis, são mais recomendados para uso em lugares fechados, como câmaras frias ou silo de armazenamento de grãos, já produtos não voláteis podem ser utilizados em lugares abertos, pois não ocorre a necessidade de criar um microambiente com o produto.

Segundo Oliveira (2003) as características dos óleos vegetais está relacionada, principalmente, ao tamanho de sua cadeia de carbono e suas saturações que altera o peso molecular da substância, quanto menor a cadeia carbônica e maior o número de insaturações menor é seu ponto de fusão (GUNSTONE, 2007).

As substâncias presentes na amostra estudada têm uma longa cadeia lipídica formada por 15 carbonos sendo um alquifenol não saturado (CORREIA; SILVIA, 2005) assim apresentando um peso molecular que não permite sua volatilização.

- **Atividade antifúngica: testes *in vivo***

O teste *in vivo* demonstrou que o tratamento protetor foi mais eficaz do que o tratamento curativo para a diminuição tanto da taxa de crescimento diário como da área abaixo da curva de progresso da doença, para o fungo *C. gloeosporioides*, e o tratamento curativo foi mais eficaz do que o tratamento protetor para o fungo *L. theobromae* (Tabelas 3 e 4). No entanto, ambos os tratamentos, protetor e curativo, diferiram significativamente da testemunha inoculada e não tratada para ambos os fungos.

Para o fungo *C. gloeosporioides* o tratamento protetor obteve resultado mais eficaz que os demais tratamentos. Tavares e Souza (2005) relatam que em se tratando de antracnose por *C. gloeosporioides* é melhor que ocorra o tratamento antes do início da infecção, pois esta é muito agressiva e de rápido desenvolvimento. Gomes (2008) também descreve em seu trabalho que o controle do *C. gloeosporioides* seja iniciado do campo, com pulverização ainda na época de frutificação e um tratamento hidrotémico e com fungicida no período de pós-colheita para que o patógeno não inicie sua infecção agressiva.

Tabela 3. Valores médios da taxa de crescimento micelial (TX) e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nos ensaios *in vivo* da ação antifúngica do Líquido da Castanha de Caju (LCC) sobre *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de mamão. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	TX (cm dia ⁻¹)	AACPD
TNI	0,00 d	0,00 d
TI	0,44 a	1,85 a
Curativo	0,28 b	0,72 b
Protetor	0,20 c	0,30 c
DMS	0,007	0,052
Teste F	12907,30**	4336,08**
CV (%)	1,58	3,84

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. TNI: Testemunha não inoculada; TI: Testemunha inoculada.

Tabela 4. Valores médios da taxa de crescimento micelial (TX) e da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nos ensaios *in vivo* da ação antifúngica do Líquido da Castanha de Caju (LCC) sobre *Lasiodiplodia theobromae* em frutos de mamão. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	TX (cm dia ⁻¹)	AACPD
TNI	0,00 d	0,00 d
TI	0,94 a	9,77 a
Curativo	0,50c	1,85 c
Protetor	0,64 b	4,23b
DMS	0,03	0,58
Teste F	2360,04**	937,51**
CV (%)	3,47	7,82

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. TNI: Testemunha não inoculada; TI: Testemunha inoculada.

Para o fungo *L. theobromae* o tratamento curativo foi mais eficaz. Sales Junior (2009) e Pereira (2009) descrevem que este fungo tem como característica à latência e que ao iniciar seu desenvolvimento, seu crescimento micelial é rápido, mas demanda de muita energia. Como explicado anteriormente, o LCC é um composto fenólico que atua inativando enzimas produtoras de energia para o patógeno, logo o tratamento curativo mostrou-se mais eficaz, pois o fungo saiu de seu estado de latência e assim aumentou a sua demanda por energia, mas depois de 2 dias com a aplicação do LCC, e a inativação das enzimas fornecedoras de energia, o fungo não tinha nutrientes suficientes para manter o seu, acelerado, crescimento micelial gerando assim a sua inibição, mais eficaz, neste tratamento.

Os testes físicos e químicos realizados com as polpas dos frutos após o término dos ensaios *in vivo* demonstraram que variações significativas nos valores de pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis e acidez, foram observadas somente entre a testemunha não inoculada e os demais tratamentos, tanto para o fungo *C. gloeosporioides* como para o *L. theobromae*, conforme Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Valores médios de pH, condutividade elétrica (CE), graus Brix e acidez total (AT) de frutos de mamão após os ensaios *in vivo* da ação antifúngica do Líquido da Castanha de Caju (LCC) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	pH	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Sólidos Solúveis (° Brix)	AT (mg.L^{-1})
TNI	5,93 a	3,93 b	8,35 b	1,90 a
TI	4,72 b	5,66 a	11,70 a	1,14 b
Curativo	4,60 b	5,75 a	11,13 a	1,19 b
Protetor	4,68 b	5,72 a	11,20 a	1,19 b
Teste F	269,75**	221,04**	31,75**	19,89*
DMS	0,162	0,252	1,130	0,370
CV (%)	1,73	2,55	5,69	14,53

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade. TNI: Testemunha não inoculada; TI: Testemunha inoculada.

Tabela 6. Valores médios de pH, condutividade elétrica (CE), graus Brix e acidez total (AT) de frutos de mamão após os ensaios *in vivo* da ação antifúngica do Líquido da Castanha de Caju (LCC) sobre *Lasiodiplodia theobromae*. Campo Grande, MS, 2014.

Tratamentos	pH	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Sólidos Solúveis (° Brix)	AT (mg.L^{-1})
TNI	5,93 a	3,93 b	8,35 b	1,90 a
TI	5,50 b	5,62 a	11,40 a	1,14 b
Curativo	5,53 b	6,10 a	11,07 a	1,12 b
Protetor	5,54 b	5,71 a	11,07 a	1,20 b
Teste F	25,39**	32,05**	37,71**	18,48*
DMS	0,17	0,72	0,97	0,36
CV (%)	1,59	7,14	4,95	14,50

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey. *: significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade. TNI: Testemunha não inoculada; TI: Testemunha inoculada.

Estes resultados demonstram que a presença do patógeno altera todo o padrão químico do fruto. Almenida (2006) e Ramos (2003) relatam em seus

trabalhos que o patógenos alteram todos os processos bioquímicos do fruto, por meio do seu aumento da atividade respiratória, transpiração e da produção de etileno, assim, acelerando seu amadurecimento e aumentando o total de sólidos solúveis, ou seja, uma maior quantidade de açúcar fica disponível para o fungo. Com o amadurecimento do fruto a quantidade de papaína (proteína enzimática presente no látex do fruto verde) diminuiu, assim sua função de auxílio na proteção do fruto frente à patógenos também diminui (OLIVEIRA, 2014). Com um fruto mais desprotegido a sua conservação para consumo será afetada negativamente, tornando-se mais suscetível ao ataque de diversos patógenos e perdendo seu aspecto comercial.

4.4. Conclusões

A análise química qualitativa e quantitativa evidenciou a descarboxilação do Líquido da Castanha de Caju.

O LCC possui potencial antifúngico para os fungos *C. Gloeosporioides* e *L. theobromae*.

4.5. Referências Bibliográficas

AGOSTINI-COSTA, T. S.; JALES, K. A.; GARRUTI, D. S.; PADILLA, V. A.; LIMA, J. B.; AGUIAR, M. J.; PAIVA, J. R. Teores de ácido anacárdico em pedúnculos de cajueiro *Anacardium microcarpum* e em oito clones de *Anacardium occidentale* disponíveis no Nordeste do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1075-1080, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000400017>>.

AGOSTINI-COSTA, T. S.; VIERIA, R. F.; NAVES, R. V. **Caju**, identidade tropical que exala saúde. Distrito Federal Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2005/artigo.2005-1229.6574944222>>. Acesso em: 09 de fev. de 2015.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. San Diego: Elsevier, 2004. p. 90.

ALMEIDA, J. E. M.; BASTISTA FILHO, A.; LAMAS, C.; LEITE, L. G.; TRAMA, M.; SANO, A. H. Avaliação da compatibilidade de defensivos agrícolas na conservação de microrganismos entomopatogênicos no manejo de pragas do cafeeiro. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 79-84, 2003.

ALMEIDA, J. E. M.; BASTISTA FILHO, A.; LAMAS, C.; LEITE, L. G.; TRAMA, M.; SANO, A. H. Avaliação da compatibilidade de defensivos agrícolas na conservação de microrganismos entomopatogênicos no manejo de pragas do cafeeiro. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 79-84. 2003.

ALMEIDA, R. F. MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; VITORAZIL, L.; CARLOS, L. A.; PINTO, J. K. A. Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. "Golden". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 577-581, 2006.

ANDRADE, A. P. S; OLIVEIRA, V. H; INNECCO, R.; SILVA, E. O. Qualidade de caju-de-mesa obtidos nos sistemas de produção integrada e convencional **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 176-179, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000100032>>.

ANVISA. **Farmacopéia Brasileira**. Ed. 4. São Paulo: Atheneu, v. 2, 2000.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório de Atividades Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimento (PARA)**. 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/58a5580041a4f6669e579ede61db78cc/Relat%C3%B3rio+PARA+2011-12+-30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 10 fev. 2015.

BARBOSA, B. D. **Avaliação das atividades antimicrobiana, antioxidante e análise preliminar da mutagenicidade do extrato aquoso das folhas de *Anacardium humile* ST. Hill. (Anacardiaceae)**. 2008. 35f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

CALADO, S. C. M. **Teia trófica dos macroinvertebrados em dois trechos do rio Sambaqui, Morretes – PR**. 2011. 58f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CAMARGO, R. B.; PEIXOTO, A. R.; TERAPO, D.; ONO, E. O.; CAVALCANTE, L. S. Fungos causadores de podridão pós-colheita em uvas apirênicas no pólo agrícola de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 15-19, 2011.

CAMARGO, R. B.; PEIXOTO, A. R.; TERAPO, D.; ONO, E. O.; CAVALCANTE, L.S. Fungos causadores de podridão pós-colheita em uvas apirênicas no pólo agrícola de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1 2011.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. Michigan, 1990. 532p.

CHAVES, M. H.; CITÓ, A. M. G. L.; LOPES, J. A. D.; COSTA, D. A.; OLIVEIRA, C. A.; COSTA, A. F.; BRITO JÚNIOR, F. E. M. Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extraído *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 106-112. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2010000100021>>.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Fundamentos de Cromatografia**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

CORREIA, A. M. D.; SILVA, T. R. S. *Drosera* (Droseraceae). **Flora Neotropica Monograph**, New York, v. 96, p. 1-67, 2005.

CORREIA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.), Cajuzinho (*Anacardium othonianun* RIZZ.) e Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando o melhoramento genético. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008.

CORRENTE, A. R., **Expressão diferencial de cDNAs de maçãs cv Fuji em resposta á inoculação com os fungos *Botryosphaeria dothidea* e *Penicillium expansum* e o tratamento térmico em pós-colheita**. 2007. 58f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

COSTA, M. A. L., **Extração de compostos com ação antifúngica de folhas seca de *Senna reticulata***. 2011. 48f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

DIOGENES, M. J. N.; MARAIS, S. M.; CARVALHO, F. F. Contact dermatitis among cashew nut workers. **Contact Dermatitis**, New York, v.35, p. 114-115, 1996.

ESMERALDO, M. **A Preparação de novos compósitos suportados em matriz de fibra vegetal/natural**. 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica e Inorgânica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

FIALHO, M. B. **Mecanismos de ação de compostos orgânicos voláteis antimicrobianos produzidos por *Sacharomyces cerevisiae* sobre o desenvolvimento de *Guignardia citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citros**. 2008. 120p. (Tese de Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2008.

GEDAM P. H.; SAMPATHKUMARAN P. S. Cashew nut shell liquid: extraction, chemistry and applications. **Progress in Organic Coatngs**, Dakota, v. 14, n. 2, p. 115-157, 1986.

GOMES, L. I. **Métodos de inoculação de *Colletrotrichum gloeosporioides* e efeito de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de mamoeiro.** 2008. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agente. **Química Nova**, Ribeirão Preto, v. 33, n. 3, p. 667-679, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000300035>>.

GUNSTONE, F. D. Chemical properties. In: **The Lipid Handbook**. London, 2007.

GUSMÃO, D. H.; SANTOS, K.; DOURADO, D. M.; MATIAS, R. **Controle de qualidade do protótipo a base do ácido anacárdico.** In: IV seminário interno de iniciação científica e 4º encontro de pós-graduação *stricto sensu* da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande, 2011.

HALFELD-VIEIRA, B. A.; NECHET, K. L. Queda de frutos em coqueiro causada por *Lasiodiplodia theobromae* em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília v. 30, n. 2, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582005000200022>>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** 3ed. São Paulo, v. 1, p. 21-2, 27-8, 42-3, 1985.

LEITE, C. D. Controle Pós-Colheita da Podridão Amarga da Maçã com o Uso do Óleo de Nim. Resumos do VI CBA e II CLAA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Camaragibe, v. 4, n. 2, p. 1644-1648, 2009.

LIMA, C. A.A.; PASTORE, G. M.; LIMA, E. D. P. A. Study of the antibacterial activity of anacardic acids from the cashew *Anacardium occidentale* nut shell oil of the clone of cashewmidget precocious CCP-76 and CCP-09 in five stages of maturation on oral microorganisms. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 358-362, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000300013>>.

LOMONACO, D.; SANTIAGO, G. M. P.; FERREIRA, Y. S.; ARRIAGA, A. M. C.; MAZZETTO, S. E.; MELE, G.; VASAPOLLO, G. Study of technical CNSL and its main components as new green larvicides. **Green Chemistry**, New York, v. 4, n. 11, p. 31-33, 2009.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. **Nova Odessa**. Plantarum, 2.ed. 544p. 2008.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; MACEDO, V. R. M.; MARCHEZAN, M. G. Resíduos de agrotóxico na água de rios da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 40, n. 5, p. 1053-1059, 2010.

MATOS, A.P. Manejo integrado da podridão negra do fruto do abacaxizeiro. Cruz das Almas: **Embrapa-CNPMP**. Abacaxi em Foco, n. 34. 2 p., 2005.

MAZZETO, S. E.; LOMONACO, .D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju; oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 732-741, 2009. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000300017>>.

MORAIS, W. B.; JESUS-JUNIOR, W. C.; PEIXOTO, L. A.; PEREIRA, A. J. Aplicação foliar de fungicidas e produtos alternativos reduz a severidade do oídio do tomateiro. **Nucleus**, Ituverava, v. 8, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3738/nucleus.v8i2.554>>.

MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; SILVA, J. J. O.; SARCIONELLI, P. N.; BATISTA, D. F.; EGLER, M.; FARIA, M. V. C.; ARAÚJO, A. J.; KUBOTA, A. H.; SOARES, M. O.; ALVES, S. R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232002000200010>>.

NEGREIROS, R. J. Z. **Controle da antracnose na pós-colheita de bananas 'nanição' e 'prata' com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais**. 2010. 32f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

OLIVEIRA, J. T. G. S. B. **Melhor Dose e Dose Econômica de TBHQ em Óleos de Milho e Canola**. 2003. 27f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo- Escola Superior de Agricultura apresentada para obtenção do título de mestre, Piracicaba, 2003.

OLIVEIRA, M. S.; BADIALE-FURLONG, E. Screening of antifungal and antimycotoxigenic activity of plant phenolic extracts. **World Mycotoxin Journal**, Wageningen, v. 1, n. 2, p. 139-146, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3920/WMJ2008.1006>>.

PEREIRA, V. S. **Sensibilidade a Fungicidas e Adaptabilidade de *Lasiodiplodia theobromae* Patogêno ao Mamão**. 2009. 38f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: _____ **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Fiocruz, 2003. p. 21-41.

PIMENTEL, M. F. **Análise ecotoxicológico do efluente da indústria de beneficiamento da castanha de caju antes e após tratamento em reator aeróbio inoculado com fungos**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinha Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

PORTO, K. R. A.; ROEL, A. R.; SILVA, M. M.; COELHO, R. M.; SCHELEDER, E. J. D. JELLER, A. H. Atividade do óleo da *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41 n. 6. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822008000600008>>.

RAGGI, L. **Estudo da composição química e das atividades biológicas de óleos voláteis de espécies de Lauraceae, em diferentes épocas do ano.** 2008. 45f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo, 2008.

RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S.; MARCELLINI, P. S.; FIGUEREDO, T.; BATISTA, R. A. **Estudo do amadurecimento de frutas tropicais comercializadas descascadas ou fatiadas no estado de Sergipe.** Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC-SE) 2003. Disponível em: <<http://www.fapitec.se.gov.br/?q=documento/estudo-do-amadurecimento-de-frutas-tropicais-comercializadas-descascadas-ou-fatiadas-no-es>>. Acesso em: 02 dez. de 2014.

RISFAHERI; IRAWADI, T. T.; NUR, M. A.; SAILAH, I. **Indonesian Journal of Agriculture Sciences**, Indonesia, v. 2, p. 11-20. 2009.

RODRIGUES, F. H. A.; SOUZA, J. R.; FRANÇA, F. C. F.; RICARDO, N. M. P. S.; FEITOSA, J. P. A. Efeito estabilizante de componentes do líquido da castanha de caju (LCC) natural e técnico (cardanol e cardol) sobre a termooxidação do poli (1,4-cis-isopreno) sintético (pis). In: 17º CBECIMat CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 11, 2006, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Cerâmica(ABS) p. 8503-8512, 2006.

RODRIGUES, F. O. **Efeito do Líquido da Castanha de Caju (LCC) nas propriedades reológicas do ligante asfáltico modificado pó SBS.** 2010. 19f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SALES JUNIOR, R. NUNES, G. H. S., LIMA, L. L., GUIMARÃES, I. M., MORAIS, P. L. D. M. Controle químico da podridão peduncular causada por *Lasioidiplodia theobromae*. **Revista de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 907-910, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000300039>>.

SHRINER, R. L.; FUSON, R. C.; CURTIN, D. Y.; MORRIL, T. C. The systematic Identification of Organic Compounds. **John Wiley & Sons**, New Jersey, 1980.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **ASSISTAT Software:** statistical assistance, Versão 7.7 beta. 2014.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos.** Rio de Janeiro, 6. ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2000.

SOUZA, A. C. G. de; SANDI, D. **Industrialização**. In: BRUCKENER, C. H.; PIKANÇO, M. C. Maracujá: mercado. Porto alegre: Cinco Continentes, p. 472 2001.

SOUZA, D. **Estudo das Propriedades físicas de polpas e néctares de pequenos frutos**. 2006. 57f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

TAVARES, G. M. **Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita**. 2004. 87f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000100006>>.