



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**LÍVIA KARLA REMÍGIO MAIA**

**INFLUÊNCIA DO OÍDIO NO FRUTO DE CAJUEIRO ANÃO**

**FORTALEZA-CE**

**2014**

**LÍVIA KARLA REMÍGIO MAIA**

**INFLUÊNCIA DO OÍDIO NO FRUTO DE CAJUEIRO ANÃO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. José Emilson Cardoso  
Co-orientador Antônio Calixto Lima

**FORTALEZA-CE**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

M187i      Maia, Lívia Karla Remígio.  
              Influência do oídio no fruto de cajueiro anão / Lívia Karla Remígio Maia. – 2014.  
              85 f. il., color. enc. ; 30 cm.

              Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,  
              Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza, 2014.  
              Área de concentração: Fitotecnia/Fitopatologia.  
              Orientação: Prof. Dr. José Emilson Cardoso.  
              Coorientação: Prof. Dr. Antônio Calixto Lima.

              1. Caju. 2. Pragas agrícolas - Controle biológico. 3. Plantas - Efeito dos fungicidas.      I. Título.

---

CDD 632

LÍVIA KARLA REMÍGIO MAIA

INFLUÊNCIA DO OÍDIO NO FRUTO DE CAJUEIRO ANÃO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

APROVADA EM: 31/01/2014

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Emilson Cardoso (Orientador)

EMBRAPA Agroindústria Tropical



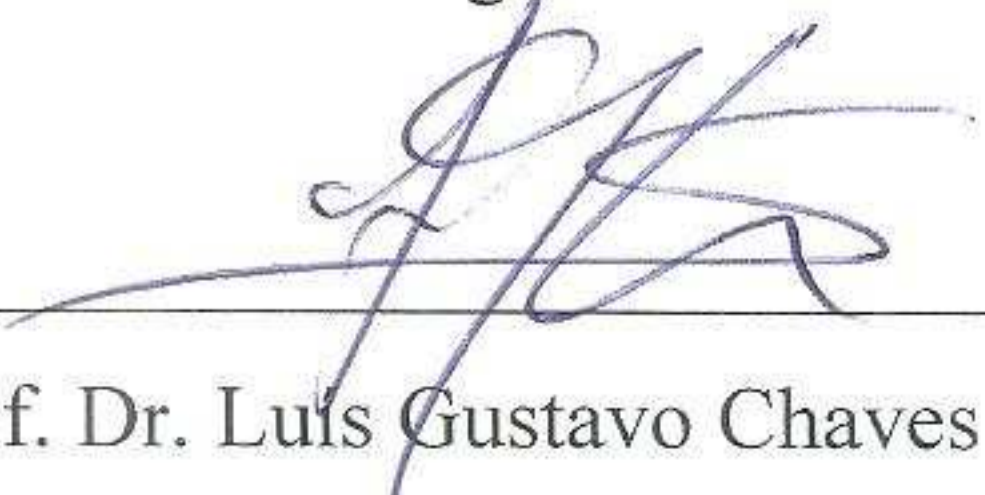
Prof. Dr. Renato Innecco

Universidade Federal do Ceará (UFC)



Dr. Antônio Calixto Lima

EMBRAPA Agroindústria Tropical



Prof. Dr. Luis Gustavo Chaves da Silva

Instituto de Desenvolvimento Rural (UNILAB)

Aos meus Pais e aos meus irmãos, pela  
dedicação, confiança e por não medirem  
esforços para que esse sonho fosse realizado.  
Pelo amor incondicional e educação.

Ao meu namorado pela compreensão,  
Por acreditar na minha capacidade,  
Pelo amor e paciência.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo amparo e pela força que me fez superar cada momento de dificuldade, por me guiar e iluminar meu caminho.

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade e apoio na realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior-CAPEL.

Ao meu orientador José Emilson Cardoso, pelos ensinamentos que serviram tanto para a minha vida pessoal como para minha vida acadêmica, pela orientação, paciência e confiança.

Ao meu Co-orientador Antônio Calixto Lima, pelos ensinamentos, paciência e total dedicação. Agradeço demais por tudo que o senhor fez por mim.

Ao meu Pai, Júlio Mário Maia, pelos dias de trabalho que permitiram minha permanência em outro estado, pelo amor e incentivo.

À minha mãe, Maria Ivaneide Remígio Silva, pela sua total doação para que tudo em minha vida desse certo. Pelo amor, ensinamentos e confiança.

À minha sobrinha e afilhada Júlia Moreira Maia, por me permitir sentir uns dos amores mais puros existentes e por fortalecer os laços de união da minha família.

Aos meus irmãos, Júlio Mário Maia Júnior e Germano Silva Maia pelo amor, carinho, apoio financeiro e incentivo. E também as minhas cunhadas, Ana Paula Siebra e Nadielle, pela amizade e por acreditarem em mim.

Aos meus avós maternos, Luiz Sabino (segundo pai) e Maria do Socorro, meus segundos pais, por todo amor e pelos exemplos de vida que contribuíram para a minha formação pessoal. A minha avó paterna Maria Ursulina *in memória*, por que sei que ela esteve comigo todo este tempo.

A todos os meus familiares, próximos ou distantes, que torceram para que eu conseguisse alcançar meus objetivos, principalmente ao meu padrinho Renato Remígio, Tia Bibia, Tio Raimundo, Daniele, Aline, Renan, Thyanne, Roger, Tio Ivanildo, Tia Francimédia.

Ao meu namorado, Reivany Eduardo Moraes Lima, pela paciência, compreensão, dedicação, incentivo, confiança, carinho, amor e por ajudar a superar cada obstáculo que surgiu no decorrer dessa caminhada. E aos seus pais Sr. Paulo e Sra. Eliane que me acolheram, deram forças e acreditaram em mim nos momentos mais difíceis.

Aos membros da banca examinadora, pela atenção e contribuição para o enriquecimento deste trabalho científico.

Aos pesquisadores Dr. Marlon Valentim e Dr. Freire, pelas ajudas, paciência e ensinamentos a mim oferecidos.

A todos que compõem o grupo de trabalho do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa, em especial a Joilson Lima (um verdadeiro irmão), Gustavo e Raul, que foram essenciais e não mediram esforços para que esse trabalho fosse realizado, e também a Francisco, Glauber, Samara, Suane, Thiago, Laís, Sérgio, Klênio, Olienaide e Zizi que me ajudaram muito em diversos trabalhos. Quero agradecer também a Aldiel, mesmo não estando mais no laboratório, pela paciência e ensinamentos;

A todos os funcionários da fazenda experimental da Embrapa e da Fábrica de Beneficiamento, em especial ao Dão e ao Davi que foram essenciais para que todo o trabalho fosse realizado.

A todos os amigos de turma, em especial Anderson, Kelly Kaliane e Tatiana, pelo companheirismo e pela amizade, e também a Magda, Lucas, Thiago, Bruno Lessa, João Paulo, Geovânio, Hernandes, Evaldo, Diones, Olienaide, Wanderlúcia, Frederico e Maria Lucilânia, pelo apoio e paciência.

A todos os meus amigos, em especial a minha amiga, Karoline Monteiro Cabral, que sempre confiou e me ajudou nas mais diversas formas. Muito obrigada pela sua amizade. E aos meus sobrinhos do coração Maria Luiza e Luiz Eduardo, eles são muito importante na minha vida.

A todos os professores do Departamento de Fitotecnia da UFC pela experiência repassada e contribuição para minha formação acadêmica, em especial ao Renato Innecco e Fanuel.

Ao secretário da Pós-Graduação em Fitotecnia/UFC Deocleciano Xavier pela amizade e apoio na parte burocrática.

A todos os amigos da Pós-Graduação em Fitotecnia/UFC pela amizade e convivência harmoniosa.

A todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para tornar esse sonho virar realidade.

## RESUMO

Recentemente, tem-se observado a ocorrência de sintomas típicos do oídio do tipo descrito na África em todas as regiões produtoras do Nordeste brasileiro. Objetivou-se avaliar o efeito da doença na qualidade biológica e industrial da castanha e amêndoa. As sementes coletadas para esse estudo foram originadas de um experimento, conduzido em 2012, utilizando o clone CCP-76, cujo objetivo era avaliar diferentes defensivos agrícolas no controle do oídio do cajueiro. Esse experimento foi constituído de cinco diferentes produtos, além de uma testemunha (sem aplicação) e três diferentes períodos de aplicação. Os defensivos agrícolas utilizados foram: duas formulações diferentes de enxofre (Highcrop 680 SC 3 ml/L) e (Kumulus® 3 g/L), triflumizole (Trifmine® 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole® 0,75 ml/L) e Oxicloreto de cobre (Recop® 3g/L). As pulverizações foram efetuadas a cada 7, 14 e 21 dias. A partir das coletas de castanha este experimento foi dividido em quatro partes: germinação, avaliação microbiológica, severidade e qualidade de amêndoas. Na germinação foram realizados dois testes, com e sem tratamento fitossanitário, as variáveis analisadas: teste de densidade, a porcentagem de germinação e de emergência, o comprimento da parte aérea, radicular e plântula, diâmetro do caule, número de folhas, expansão foliar, peso da parte aérea, raiz e plântula; foram analisadas mediante 6 tratamentos e 6 blocos casualizados. Na análise microbiológica foram realizadas duas avaliações; na castanha e na amêndoa; e as variáveis analisadas: porcentagem de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Eurotium*, *Cladosporium*, *Penicilium* e *Curvularia*; na castanha seguiram-se por seis tratamentos em seis blocos e nas amêndoas seguiram-se por seis tratamentos em quatro blocos. Na severidade foram analisadas mediante uma escala de nota: 0 - ausência de lesões (0%); 1 - lesões cobrindo até 25% da castanha; 2 - lesões cobrindo até 50% da castanha; 3 - lesões cobrindo até 75% da castanha e 4 - lesões atingindo 100% da castanha, através de um fatorial 6x3 (cinco defensivos e uma testemunha x três intervalos de aplicação – 7,14 ou 21 dias ). Na análise de qualidade da amêndoa foram analisadas as variáveis: peso total de amêndoas de castanhas de caju (PTACC); peso médio de 10 amêndoas (PMA); calibragem (CALIB): número de amêndoas/50g; abertura de cotilédones (AB COT): 0-Sem aberturas, 1-Pequena abertura, 2-Abertura média e 3- Muito abertos; frequência (FREQ)= número de amêndoas com cotilédones abertos numa amostra de 25 castanhas analisadas; rendimento industrial (RI (%) = PTACC/5); inteiras sadias; brocadas; manchadas; roxas e estragadas (BMRE); quebradas(QUEB): S-Banda; B-Batoque e P- Peçaço, através do mesmo fatorial citado na análise microbiológica. A germinação das sementes não se correlaciona com a emergência das plântulas. Os fungicidas Trifmine e Recop contribuem para redução do vigor das plântulas. O processo de esterilização das sementes reduz a germinação e o desenvolvimento das plântulas. Os gêneros de fungos *Aspergillus* e *Penicillium* são os mais comumente associados às castanhas e amêndoas. A qualidade das castanhas do clone CCP-76 não é afetada pela ocorrência de oídio quando a severidade está igual ou abaixo de 2 na escala de 0 a 4.

**Palavras Chaves:** *Anacardium occidentale* L., Análise microbiológica, Germinação



## ABSTRACT

Recently, it has been observed the occurrence of typical symptoms of powdery mildew of the type described in Africa in all producing regions of Northeast Brazil. This study aimed to evaluate the effect of disease on biological and industrial quality of nuts and kernels cashew. Seeds collected for this study were derived from an experiment conducted in 2012, using the CCP-76 clone, whose aim was to evaluate different agricultural chemicals (defensives) to control powdery mildew cashew. This experiment consisted of five different defensives, and a control (no application) and three different application periods. The agricultural chemicals used were sulfur (Highcrop 680 SC 3ml/L), sulfur (Kumulus ® 3 g/L), triflumizole (Trifmine ® 0.5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole ® 0.75 ml/l) and copper oxychloride (Recop ®, 3 g/L). Sprays were performed every 7, 14 and 21 days. From the collections of nuts this experiment was divided in four parts: germination, microbiological analysis, severity and quality of kernel. In the germination, were performed two tests, with and without phytosanitary treatment, the variables analyzed: density test, the percentage of germination and emergence, the length of the part aerial, root and seedling, stem diameter, number of leaves, leaf expansion, weight of shoot, root and seedling; were analyzed by 6 treatments and 6 randomized blocks. In the microbiological analysis were performed two assessments, in nut and kernel cashew, the variables analyzed: percentage of fungi of the genera *Aspergillus*, *Eurotium*, *Cladosporium*, *Penicillium* and *Curvularia*, in nut cashew followed by six treatments in six blocks and kernel cashew followed by six treatments in four blocks. In the severity were analyzed using a range of note: 0 - no injuries (0%), 1 - lesions covering up to 25% nut; 2 - lesions covering up to 50% nut, 3 - lesions covering up to 75% and nut and 4 - lesions reaching 100% nut, through a factorial 6x3 (five defensives and a control x three different application periods - 7,14 or 21 days). In the analysis of quality kernel cashew were analyzed the variables: weight total of kernel cashews (WTKC), weight mean of 10 kernels (WMK); calibration (CALIB): number of kernel/50g; opening cotyledon (COT OP): 0-No openings, 1 -small aperture, 2 - aperture average and 3 - very open; frequency (FREQ) = number of kernels with open cotyledons in a sample of 25 kernels analyzed; industrial income (II (%)) = WTKC/5 ; entire healthy; brocade, stained, purple and spoiled (BMRE); broken (Brok): S - band, B - stopper and P – piece, by the same factor cited in the microbiological analysis. The seed germination is not correlated with seedling emergence. The Trifmine and Recop contribute to reduced seedling vigor. The sterilization process reduces seed germination and seedling development. The fungal genera *Aspergillus* and *Penicillium* are the most commonly associated with nuts and kernels cashew. The quality of the kernels cashew clone CCP-76 is not affected by the occurrence of powdery mildew when severity is equal to or below 2 on the scale 0 - 4.

**Keywords:** *Anacardium occidentale* L., Microbiological analysis, Germination

## LISTA DE FIGURAS

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 1 -  | Estruturas que compõem a castanha de caju (corte longitudinal).....   | 26 |
| Figura 2 -  | Amêndoas em diferentes tamanhos.....  | 30 |
| Figura 3 -  | Fluxograma do processamento e beneficiamento da castanha de caju, bem como a produção de resíduos líquidos.....   | 32 |
| Figura 4 -  | <i>Oidium anacardii</i> em folhas de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale</i> ), forma anamórfica. A. folhas apresentando sintomas na parte adaxial “crescimento branco acinzentado”. B. folhas apresentando sintomas na parte abaxial “crescimento branco acinzentado”. C. Conídios de <i>O. anacardii</i> . D. Detalhe do conídio, (bar=0,9µm). E. Conidióforo. F. Conidióforo+conídio..... | 39 |
| Figura 5 -  | Teste de densidade realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....   | 41 |
| Figura 6 -  | Plantio das sementes esterilizadas nas bandejas com vermiculita realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....  | 42 |
| Figura 7 -  | A emergência das plântulas no teste de germinação realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....  | 43 |
| Figura 8 -  | Pesagem das castanhas realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....  | 47 |
| Figura 9 -  | Secagem das sementes para armazenamento em sacos plásticos realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....   | 47 |
| Figura 10 - | Sementes em sacos de pano para cozimento, realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....  | 48 |
| Figura 11 - | Secagem das sementes ao sol após o cozimento, realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....  | 48 |
| Figura 12 - | Processo de decorticação realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....   | 49 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 13 - | Processo de pesagem das cascas com as amêndoas e só das amêndoas, realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....  | 49 |
| Figura 14 - | Processo de estufagem realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....  | 50 |
| Figura 15 - | Processo de despeliculagem realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).....   | 50 |
| Figura 16 - | Porcentagem de sementes de cajueiro (clone CCP 76) que flutuaram ou submergiram conforme os tratamentos e moderado ataque de oídio das plantas em condições de campo. Médias da mesma série seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....                                       | 54 |
| Figura 17 - | Porcentagens de germinação e emergência das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderadamente atacadas por oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 54 |
| Figura 18 - | Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) das plântulas 25 dias após semeio de castanhas provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a diferentes tratamentos e moderadamente atacadas por oídio. Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)..... | 55 |
| Figura 19 - | Peso da parte aérea (PPA), peso da raiz (PR) e peso total (PT) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....            | 56 |
| Figura 20 - | Diâmetro do caule (DC), Número de folhas (NF) e Expansão foliar (EXP) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....     | 57 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 21 - | Percentagem de sementes de cajueiro (clone CCP 76) que flutuaram ou submergiram conforme o tratamento das plantas com moderado ataque de oídio em condições de campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 59 |
| Figura 22 - | Percentagens de germinação e emergência das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 60 |
| Figura 23 - | Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....                   | 61 |
| Figura 24 - | Peso da parte aérea (PPA), peso da raiz (PR) e peso total (PT) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 62 |
| Figura 25-  | Diâmetro do caule (DC), Número de folhas (NF) e Expansão foliar (EXP) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....                                 | 62 |
| Figura 26 - | Figura 26. Teste microbiológico em castanhas realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....   | 65 |
| Figura 27 - | <i>Aspergillus</i> (ASP), <i>Eurotium</i> (EUR) e <i>Cladosporium</i> (CLA) na semente de cajueiro (Clone CCP 76) advindas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, porém para <i>Penicilium</i> (PEN) houve diferença pelo teste |    |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
|             | de Tukey ao nível de 5 % de significância (Fortaleza, 2013).....  | 66 |
| Figura 28 - | Teste microbiológico em amêndoas realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....   | 67 |
| Figura 29 - | <i>Aspergillus</i> (ASP), <i>Penicilium</i> (PEN), <i>Eurotium</i> (EUR), <i>Cladosporium</i> (CLA) e <i>Curvularia</i> do cajueiro (Clone CCP 76) advindas de amêndoas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio no campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 69 |
| Figura 30 - | Análise de severidade da doença realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....  | 70 |
| Figura 31 - | Frequência de notas de severidade (0 - ausência de lesões (0%) (N0); 1 - lesões cobrindo até 25% da castanha (N1); 2 - lesões cobrindo até 50% da castanha (N2); 3 - lesões cobrindo até 75% da castanha (N3) e 4 - lesões atingindo 100% da castanha (N4) de castanhas provenientes de plantas de cajueiro (CCP-76) submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Barras representam médias de 10 castanhas. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)..... | 71 |
| Figura 32 - | Frequência de notas de severidade 0 - ausência de lesões (0%) (N0); 1 - lesões cobrindo até 25% da castanha (N1); 2 - lesões cobrindo até 50% da castanha (N2); 3 - lesões cobrindo até 75% da castanha (N3) e 4 - lesões atingindo 100% da castanha (N4) de castanhas provenientes de plantas de cajueiro (CCP-76) submetidas a diferentes aplicações (7, 14 e 21 dias). Barras representam médias de 10 castanhas. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....                     | 71 |
| Figura 33 - | Classificação das amêndoas doença realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013).....  | 73 |
| Figura 34 - | Peso total das amêndoas de castanhas de caju (PTACC) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....   | 74 |
| Figura 35 - | Peso médio das amêndoas (PMA) provenientes de plantas de cajueiro   |    |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
|             | clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....   | 74 |
| Figura 36 - | Calibragem (CALIB) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP- 76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....   | 75 |
| Figura 37 - | Abertura de cotilédones (AB COT) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 76 |
| Figura 38 - | Frequências de cotilédones abertos (FREQ) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Para os defensivos não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, porém para período de aplicação, houve diferença pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância (Fortaleza, 2013)..... | 76 |
| Figura 39 - | Percentual de Rendimento Industrial (RI%) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância(Fortaleza, 2013).....  | 77 |
| Figura 40 - | Percentual de Inteiras Sadias (IS) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....  | 78 |
| Figura 41 - | Percentual de brocadas, manchadas, roxas e estragadas (BMRE) e quebradas (QUEB) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013).....   | 78 |

## LISTA DE TABELAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabela 1 - | Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para o primeiro teste de germinação em castanhas não esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013).....   | 52 |
| Tabela 2 - | Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para o segundo teste de germinação em castanhas esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013).....        | 58 |
| Tabela 3 - | Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para a avaliação microbiológica em castanhas esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013).....           | 64 |
| Tabela 4 - | Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para a avaliação microbiológica em amêndoas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013).....                          | 67 |
| Tabela 5-  | Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para análises da qualidade da amêndoa em castanhas não esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013)..... | 72 |

## LISTA DE QUADROS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Quadro 1 - | Características das amêndoas de castanha de caju de acordo com a classificação de qualidade.....       | 28 |
| Quadro 2 - | Classificação das amêndoas de castanha de caju de acordo com o tipo de pedaço.....                     | 29 |
| Quadro 3-  | Designação de tamanho das amêndoas de castanha de caju de acordo com a contagem por quilo e libra..... | 30 |



## SUMÁRIO

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
|                | <b>RESUMO</b>   |           |
|                | <b>ABSTRACT</b>   |           |
|                | <b>LISTA DE FIGURAS</b>                                   |           |
|                | <b>LISTA DE TABELAS</b>                                   |           |
|                | <b>LISTA DE QUADROS</b>                                   |           |
| <b>1</b>       | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                    | <b>18</b> |
| <b>2</b>       | <b>REVISÃO DE LITERURA.....</b>                           | <b>20</b> |
| <b>2.1</b>     | <b>O Cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i> L.).....</b> | <b>20</b> |
| <b>2.1.1</b>   | <i>Origem e Botânica.....</i>                             | <b>20</b> |
| <b>2.1.2</b>   | <i>Aspectos socioeconômicos.....</i>                      | <b>21</b> |
| <b>2.1.3</b>   | <i>O cultivo no Nordeste.....</i>                         | <b>22</b> |
| <b>2.1.4</b>   | <i>Germinação da semente.....</i>                         | <b>24</b> |
| <b>2.2</b>     | <b>O Fruto do Cajueiro (castanha).....</b>                | <b>25</b> |
| <b>2.2.1</b>   | <i>Aspectos gerais.....</i>                               | <b>25</b> |
| <b>2.2.2</b>   | <i>Amêndoa de castanha de caju.....</i>                   | <b>27</b> |
| <b>2.2.2.1</b> | <i>Classificação da amêndoa.....</i>                      | <b>28</b> |
| <b>2.2.3</b>   | <i>Processamento e beneficiamento.....</i>                | <b>31</b> |
| <b>2.3</b>     | <i>Oidium sp.....</i>                                     | <b>33</b> |
| <b>2.3.1</b>   | <i>Oidium anacardii.....</i>                              | <b>37</b> |
| <b>3</b>       | <b>MATERIAI E MÉTODOS.....</b>                            | <b>40</b> |
| <b>3.1</b>     | <b>Caracterização do Experimento.....</b>                 | <b>40</b> |
| <b>3.2</b>     | <b>Experimentos de Germinação.....</b>                    | <b>40</b> |
| <b>3.2.1</b>   | <i>Porcentagem de Germinação e de Emergência.....</i>     | <b>42</b> |
| <b>3.2.2</b>   | <i>Comprimento da plântula.....</i>                       | <b>43</b> |
| <b>3.2.3</b>   | <i>Diâmetro do caule (DC).....</i>                        | <b>43</b> |
| <b>3.2.4</b>   | <i>Número de folhas (NF).....</i>                         | <b>43</b> |
| <b>3.2.5</b>   | <i>Expansão foliar (EXP).....</i>                         | <b>44</b> |
| <b>3.2.6</b>   | <i>Peso da plântula.....</i>                              | <b>44</b> |
| <b>3.3</b>     | <b>Avaliação Microbiológica.....</b>                      | <b>44</b> |
| <b>3.3.1</b>   | <i>Análise microbiológica nas amêndoas.....</i>           | <b>44</b> |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.3.2 | <i>Análise microbiológica das castanhas</i> ..... | 45 |
| 3.4   | Análise da Severidade.....                        | 46 |
| 3.5   | Análises da Qualidade da Amêndoa.....             | 46 |
| 3.6   | Procedimento Estatístico.....                     | 51 |
| 4     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....               | 52 |
| 4.1   | Experimentos de Germinação.....                   | 52 |
| 4.1.1 | <i>Primeiro teste de germinação</i> .....         | 52 |
| 4.1.2 | <i>Segundo teste de germinação</i> .....          | 58 |
| 4.2   | Avaliação Microbiológica.....                     | 63 |
| 4.2.1 | <i>Análise microbiológica em castanhas</i> .....  | 63 |
| 4.2.2 | <i>Análise microbiológica em amêndoas</i> .....   | 66 |
| 4.3   | Análise da Severidade.....                        | 69 |
| 4.4   | Análises da Qualidade da Amêndoa.....             | 72 |
| 5     | <b>CONCLUSÕES</b> .....                           | 80 |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                          | 81 |

## 1 INTRODUÇÃO

O oídio do cajueiro é uma doença descrita pela primeira vez no Estado de São Paulo, em 1898 (NOACK, 1898), que designou o agente causal como o fungo *Oidium anacardii*, sendo essa designação baseada somente nas características anamórficas, uma vez que este fungo não apresenta a fase teleomórfica. É provável que esta espécie tenha co-evoluído com gêneros de *Anacardium* no Brasil, pois a ocorrência de sintomas fora do Brasil somente foi descrita em 1961 na Índia (MORTON, 1961) e em 1979 no leste africano (CASULLI, 1979).

Posteriormente, a doença foi detectada em todas as áreas produtoras de caju do mundo, sendo, entretanto, considerada uma doença de menor importância na maioria das regiões, inclusive no Brasil. Acredita-se que a doença já vinha ocorrendo na África antes de 1960 pela dispersão observada no final da década de setenta.

O caso mais estudado foi o da Tanzânia que chegou a produzir 145 mil toneladas de castanha em 1960, em seguida, esta produção foi decrescendo até atingir a cifra de 16 mil toneladas em 1973. Um levantamento detalhado das causas desse declínio foi realizado por uma equipe multidisciplinar, a qual detectou uma interação de causas socioeconômicas e biológicas. Entre as causas biológicas, a ocorrência epidêmica do oídio foi a mais importante (MARTIN *et al.*, 1997). Consequentemente, o controle do oídio tornou-se a maior prioridade a partir de 1970 naquele país. O oídio tornou-se, então, a principal doença do cajueiro na região oriental africana, sendo objeto de políticas públicas de manejo por vários anos na Tanzânia, Moçambique, Malawi e Quênia.

As possíveis explicações para o fato de ocorrência severa dessa doença no continente africano e não em outras regiões, foram a ausência de pressão de seleção a esse patógeno provocando a “erosão” da resistência natural, as condições climáticas altamente favoráveis durante a fase de floração, o adensamento de plantas nos pomares e a alta virulência do patógeno na região (CARDOSO *et al.*, 2012).

No Brasil, o oídio se manteve, até recentemente, como uma doença de importância secundária, uma vez que sua ocorrência tinha um caráter endêmico, limitada às folhas velhas. Enquanto que, nas condições epidêmicas descritas na África (CASULLI, 1979; SIJAONA, 1997), observa-se uma predominância de ataque nos tecidos juvenis, inflorescências, pedúnculos e frutos, causando abortamento de flores, deformações, rachaduras e varíolas nos pseudofrutos e frutos. Por essa razão, os danos causados por esse segundo tipo, tornam-se

muito mais intensos, uma vez que tanto o pseudofruto quanto a castanha, que são os principais produtos comercializados, são drasticamente afetados.

Recentemente, tem-se observado a ocorrência de sintomas típicos do oídio do tipo descrito na África em todas as regiões produtoras do Nordeste brasileiro. Além dos sintomas descritos, uma acentuada variação do pseudofruto é observada em quase todos os clones comerciais, reduzindo o valor no mercado de mesa, (*in natura*), importante nicho de mercado do agronegócio do caju. Em 2008, foram observados intensos ataques nas Chapadas do Araripe e Ibiapaba, além de diagnósticos eventuais em amostras procedentes de várias regiões litorâneas do Ceará. Nos anos seguintes, observou-se uma maior demanda de diagnósticos em amostras de quase todas as regiões produtoras do Ceará e Piauí, todas elas com os mesmos sintomas (CARDOSO *et al.*, 2012).

Presume-se que no Brasil a situação possa tornar-se semelhante à enfrentada na África, pois algumas variáveis climáticas e biológicas são muito semelhantes. Invariavelmente, os produtores referem-se a perdas não somente qualitativas mais quantitativas na produção de pseudofruto e castanha. As produções obtidas nos últimos anos refletem a tendência de queda, mesmo contrariando os prognósticos decorrentes das realidades climáticas e fenológicas observadas.

Os esporos do oídio são facilmente dispersados pelo vento e germinam rapidamente sob condições de elevada umidade, em torno de 90%, e sob temperaturas variando entre 26 e 28°C (CASTELLANI; CASULLI, 1981). O fungo infecta todas as partes aéreas do cajueiro, exceto os ramos e troncos, entretanto, os danos mais sérios decorrem da infecção às inflorescências, que, em decorrência, não produzem nenhum fruto ou quando produzem, são poucos e deformados (rachados, variegados e chochos). Plantas infectadas nas flores e maturis (pseudofruto e fruto jovem) geralmente têm produção muito reduzida. A doença progride rapidamente durante a estação seca, desde que ocorram ventos para disseminação dos esporos e orvalho para germinação e penetração nos tecidos da planta.

Os primeiros estudos feitos no Brasil, visando o controle do oídio do cajueiro revelaram a eficiência do enxofre (Kumulus® 3g/L) e do fungicida triflumizole (Trifmine® 0,5g/L) (CARDOSO *et al.*, 2012). Nenhum estudo foi realizado com o objetivo de identificar se o efeito do oídio afeta na qualidade da amêndoa, na germinação da castanha e na presença de outros fungos tanto na castanha, como na amêndoa. Os objetivos do atual estudo, conseqüentemente, foram avaliar o efeito da doença na qualidade biológica e industrial da castanha e amêndoa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)

#### 2.1.1 Origem e Botânica

O *Anacardium occidentale* L. é originário do Brasil, possivelmente da Amazônia, com área de dispersão no Nordeste, onde cresce espontaneamente no litoral. Antes dos descobrimentos da América e do Brasil, o cajueiro já era conhecido pelos índios que utilizavam o caju (pedúnculo) na alimentação, espalhando a planta pelas regiões costeiras do Norte da América do Sul e das Antilhas (OLIVEIRA, 2008; REJANI; YADUKUMAR, 2010).

A palavra caju parece vir do termo "Acâi-ou" (língua tupi), que significa pomo amarelo; em línguas estrangeiras é conhecido como marañom (espanhol), cajou, anacardier (francês), cashew (inglês), anacardio (italiana). No cajueiro os tipos se diferenciam quanto à cor, forma, tamanho, sabor e consistência do pedúnculo do fruto sendo conhecido como caju amarelo, caju vermelho, caju banana, caju manteiga, caju travoso, caju branco, caju maçã, entre outros (OLIVEIRA, 2008; REJANI; YADUKUMAR, 2010).

O cajueiro encontra-se disperso numa extensa faixa compreendida entre os paralelos 27°N, no Sudeste da Flórida e, 28°S, na África do Sul (CRISÓSTOMO *et al.*; 2001; FROTA; PARENTE, 1995). No Brasil, a maior diversidade de cajueiro, única espécie cultivada e a de maior dispersão do gênero, encontram-se na região Nordeste, em diversos ecossistemas, especialmente nas zonas costeiras, compondo a vegetação de praias, dunas e restingas (SANTOS, 2011; BARROS, 1995).

O cajueiro é uma planta perene, de ramificação baixa e porte médio, cuja copa atinge, no tipo comum, altura média de 5 a 8 metros e diâmetro médio (envergadura) entre 12 e 14 metros. Excepcionalmente, atinge até 15 m de altura e diâmetro da copa superior a 20 m, dependendo do genótipo e das condições de clima e solo. No caso do cajueiro anão, a altura média não ultrapassa 4 metros e a envergadura varia entre 6 e 8 metros. As folhas são simples, inteiras, alternas, de aspecto subcoriáceo, glabras e curto-pecioladas, medindo de 10 a 20 cm de comprimento por 6 a 12 cm de largura (BARROS, 2002).

O cajueiro é uma planta andromonóica, ou seja, o seu sistema reprodutivo constitui-se de flores masculinas (estaminadas) e hermafroditas na mesma planta. A inflorescência é uma panícula onde se encontram os dois tipos de flores, em quantidades e proporções que variam muito, tanto entre plantas como entre panículas de uma mesma planta (CRISÓSTOMO *et al.*, 2001; TODA FRUTA, 2010).

Com relação ao porte, Barros (2002), descreve a existência de dois tipos bem definidos, o tipo comum e anão. O cajueiro comum apresenta porte elevado, grande variação na distribuição dos ramos e formatos da copa, apresenta grande variabilidade para os principais caracteres de interesse econômico, com relação à castanha e pseudofruto. A maioria das plantas produz menos de 5 kg de castanha por safra, no entanto, encontram-se plantas com produção próxima a 200 kg e sua produção não estabiliza antes dos oito anos (BARROS, 2002).

O tipo anão caracteriza-se pelo porte baixo, copa homogênea, diâmetro do caule e envergadura da copa bem inferior ao tipo comum. A maioria das plantas é propagada por sementes ou por enxertia, as quais iniciam a floração já no primeiro ano e apresentam características com menor variabilidade em relação ao tipo comum (BARROS, 2002).

### ***2.1.2. Aspectos socioeconômicos***

Segundo dados da FAO (2013), apontam que a área cultivada mundialmente com cajueiro é superior a 4,10 milhões de hectares, correspondente à produção em torno de 3,35 milhões de toneladas de castanha de caju “in natura”, com o rendimento médio de 817 kg.ha<sup>-1</sup>. Atualmente Vietnã, Nigéria, Índia, Costa do Marfim e Brasil são os principais países produtores respondendo juntos por cerca de 85% da produção mundial.. Em 2011, os maiores rendimentos dentre os países citados foram do Vietnã e Nigéria, com 3839,4 e 2463,7 kg.ha<sup>-1</sup>. Por sua vez, os menores rendimentos foram obtidos pela Costa do Marfim e Brasil, com 517,7 e 301,9 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (FAO, 2013).

No Brasil, os maiores produtores de caju estão localizados na região Nordeste: Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia. Sendo assim, a fruta é de grande importância econômica na região, uma vez que geram 35 mil empregos diretos no campo e 15 mil na indústria, além de 250 mil empregos indiretos nos dois segmentos (OLIVEIRA, 2008; FERNANDES *et al.*, 2009).

Além da amêndoa da castanha do caju (ACC), produto de maior interesse pela aceitação em diferentes mercados e expressão econômica (ODUWOLE *et al.*, 2001), outros dois subprodutos são extraídos do caju: o líquido da castanha de caju (LCC), que demonstra seu potencial na indústria química (SANTOS; MAGALHÃES, 1999) e o pseudofruto, que pode ser consumido in natura ou utilizado na fabricação de doces, sucos e bebidas.

Nessa região, principalmente, o caju também é aproveitado para a produção de amêndoas, ricas em proteínas e lipídeos. Na fração oleosa, predominam os ácidos graxos oléico (60,3%) e linoléico (21,5%), que são gorduras insaturadas e apresenta boa estabilidade, o que é favorável tanto para a saúde humana, quanto para a tecnologia de alimentos (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA, 2010).

No Brasil, a produção de amêndoa de castanha de caju destina-se, tradicionalmente, ao mercado externo, gerando, em média, divisas da ordem de 150 milhões de dólares anuais. Estados Unidos, Holanda e Canadá atualmente são os principais mercados importadores da castanha de caju do estado do Ceará, respondendo por cerca de 73% das importações (117 milhões dos 160 milhões de dólares anuais) (FIEC, 2012).

O cultivo de caju, bem como a extração e o processamento de castanha constituem atividades tradicionais no Nordeste, havendo registro da adoção dessa prática há mais de cinquenta anos. A extração e o processamento de castanha de caju constituem atividades com grande potencial de geração de emprego, tanto na propriedade rural quanto nas agroindústrias (OLIVEIRA, 2008).

O agronegócio do caju no mundo concentra-se em torno da amêndoa, que gera cerca de dois bilhões de dólares anuais em nível de varejo, ocupando o terceiro lugar entre as nozes mais comercializadas no mercado internacional. A demanda mundial apresenta um quadro em que os Estados Unidos absorvem em torno de 60% do total consumido (EMBRAPA, 2012).

### **2.1.3 O cultivo no Nordeste**

Na região Nordeste, concentra-se a maior produção nacional de castanha de caju, onde se destacam os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte como maiores produtores (IBGE, 2010). Embora o Estado do Ceará detenha a liderança na produção de castanha de caju, estudo pedoclimático demonstra que os estados do Piauí e do Maranhão possuem maior volume

de áreas aptas para o cultivo dessa cultura na região, com amplas perspectivas de tornarem-se os maiores produtores nacionais (AGUIAR *et al.*, 2000).

Inicialmente, a expansão da cajucultura na região nordeste foi caracterizada pela presença de material genético de baixa qualidade (ROSSETI; AQUINO, 2002), plantados por sementes sem nenhum processo de seleção, contribuindo para a formação de pomares heterogêneos (NADGARIDA *et al.*, 2005) e desuniformes, afetando a produtividade da cultura e as características relacionadas a castanha (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Destaca-se neste gênero o cajueiro comum e o cajueiro anão. Cada ecótipo apresenta adaptações agrônomicas próprias. O cajueiro anão apresenta diferenciações das do cajueiro comum e tem como principais vantagens o porte reduzido, a precocidade e a maior duração do período de floração, sendo o cajueiro anão o tipo de maior importância econômica (MITCHELL; MORI, 1987).

Com a introdução do cajueiro anão, o sistema de produção baseado no emprego de clones melhorados e cultivo adensado, a cajucultura tem evoluído significativamente. Vários produtores estão utilizando, inclusive, a irrigação. Conjuntamente, esses fatores podem promover aumento da produtividade, menor risco de perda de produção, ampliação do período de colheita e melhoria da qualidade da castanha e do pseudofruto (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Souza *et al.* (2005), o cajueiro tem capacidade adaptativa a diferentes ecossistemas, este fato tem despertando interesse em outras regiões, ampliando as possibilidades de crescimento de sua cadeia produtiva, tornando-a mais lucrativa. Essa cultura vem se destacando como uma das principais atividades agrícolas sustentável, com amplas possibilidades de crescimento (FERNANDES *et al.*, 2009).

Essa cultura ocupa lugar de destaque entre as plantas frutíferas tropicais do Nordeste. Porém, para áreas novas, existem alguns entraves no tocante à obtenção de mudas para o plantio que precisam ser superados, passando pela disponibilidade de sementes de boa qualidade fisiológica, obtenção de porta enxerto e mudas mais vigorosas e precoces no âmbito de viveiristas (ARAÚJO *et al.*, 2009).

Mesmo com tanto destaque, observa-se que a produtividade ainda é extremamente baixa, em média de  $245 \text{ kg.ha}^{-1}$ , uma vez que a maior produtividade mundial, do Vietnã atinge  $2.761 \text{ kg.ha}^{-1}$  (FAO, 2010).

As novas áreas cultivadas com cajueiro anão-precocidade são mais uniformes e alcança produtividades maiores, em torno de  $1.000 \text{ kg.ha}^{-1}$  (IBGE, 2007). Considerando a disponibilidade de áreas para a expansão da cultura, a possibilidade de recuperação dos pomares existentes e o elenco de tecnologias disponíveis (ainda com pouca apropriação pelos



agricultores familiares), espera-se que o cajueiro, em função desses fatores, possa ter um crescimento considerável com ampliação dos benefícios econômicos e sociais distribuídos por todos os segmentos da cadeia produtiva (FERNANDES *et al.*, 2009).

#### **2.1.4 Germinação da semente**

A germinação é definida como a capacidade da semente produzir uma plântula que, pelas características das estruturas essenciais do embrião, demonstra aptidão para produzir uma planta normal sob condições de campo (BRASIL, 2009). É a reativação do crescimento do embrião resultando no rompimento do tegumento da semente e na emergência da plântula (OLIVEIRA *et al.*, 2008; MALAVASI, 1988). Sob condições apropriadas, quando começa a reembebição, o eixo embrionário dá prosseguimento ao seu crescimento, que havia sido paralisado por ocasião da maturação (FOSSATI, 2007; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A velocidade da absorção da água pela semente varia com a espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente e água, forças intermoleculares, composição química e condição fisiológica (CABRAL *et al.*, 2003; NASSIF *et al.*, 1998). Os estudos de germinação de sementes são geralmente realizados, dentre outros objetivos, para ampliar os conhecimentos sobre o comportamento fisiológico da espécie e suas respostas aos fatores ambientais. Também são usados visando definir metodologias para avaliação da viabilidade de sementes sob condições favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

De acordo com Kramer; Kozlowski (1972), a germinação pode ser definida como o processo que inicia com a retomada do crescimento pelo embrião das sementes, desenvolvendo-se até o ponto em que forma uma nova planta com plenas condições de nutrir-se por si só, tornando-se independente. Já do ponto de vista fisiológico, segundo Nassif *et al.* (1998), germinar é simplesmente sair do repouso e entrar em atividade metabólica.

O processo de germinação do cajueiro inicia-se com a absorção de água terminando com a emergência da radícula, sendo que, as etapas posteriores até o estabelecimento da plântula são denominadas como as de crescimento do eixo embrionário. Para assegurar uma germinação satisfatória e um bom estabelecimento da plântula, utiliza-se como critério prático a densidade da castanha. Aquelas que apresentam maior densidade proporcionam uma maior taxa de germinação, melhor crescimento da parte aérea, maior peso de massa seca e favorece

também a formação de mudas mais vigorosas, com rápido crescimento e florescimento, produzindo mais nos três primeiros anos consecutivos (BARROS, 2002; CAVALCANTI JÚNIOR, 1994). Ferraz (1996) observou em pesquisa que desenvolveu com classes de castanhas, que aquelas que apresentam maior densidade, apresentarem melhor velocidade de emergência, porcentagem de germinação e vigor.

A temperatura também é um dos fatores que tem grande influência sobre o processo de germinação, pois esta compromete tanto a germinação total, como a velocidade de germinação, uma vez que ela influencia na absorção de água, como também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo. A germinação só ocorrerá dentro de determinados limites de temperatura, no qual o processo ocorre com a máxima eficiência, ou seja, obtém-se o máximo da germinação no menor período possível (NAZÁRIO, 2006).

Segundo Cavalcanti Júnior; Chaves (2001), sementes tratadas e selecionadas em substratos desinfetados, iniciam a germinação a partir do 10º dia após a semeadura, prolongando-se até o 25º dia, contudo, 80% da germinação ocorrem entre o 12º e 20º dia após a semeadura. Fatores como temperatura e umidade podem alterar esses limites, sendo que, a faixa de temperatura ideal para a germinação está entre 30°C e 35°C, temperatura acima de 40°C as sementes não germinam ou germinam com anomalias. Caso as sementes não germinem até 25 dias, deve-se desenterrá-las e proceder a um novo plantio, pois, provavelmente, as que germinarem com atraso são de baixo vigor.

Substratos vegetais decompostos podem formar excelentes sementeiras por sua capacidade de retenção da umidade. Embora exista uma preferência pelo emprego de areia como substrato na germinação das sementes de cajueiro, ensaios visando testar diferentes materiais mostram que o melhor ambiente para a germinação e o crescimento das plântulas do cajueiro é uma composição entre solos minerais e matérias orgânicas (BARROS, 2002).

## **2.2 O Fruto do Cajueiro (castanha)**

### ***2.2.1 Aspectos gerais***

A castanha de caju é constituída de três partes: casca, película e amêndoa, como ilustrado na FIGURA 1. A casca, que representa de 65 % a 70 % do peso da castanha, é

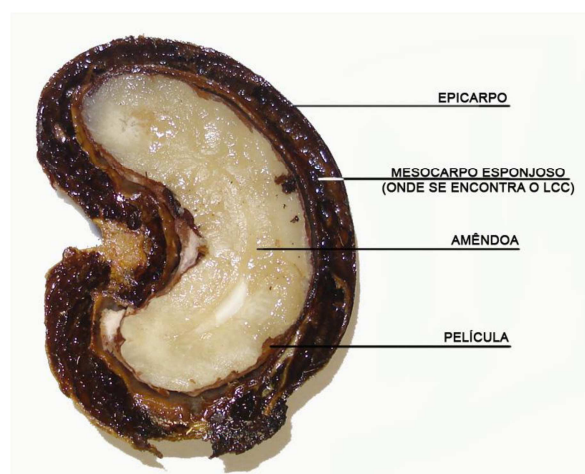
constituída por um epicarpo coriáceo, atravessado por um mesocarpo esponjoso, cujos alvéolos são preenchidos por um líquido cáustico e inflamável, o líquido da casca da castanha de caju (LCC) (HOLANDA, 1988). O principal uso da casca é na obtenção do LCC, sendo que após a extração do mesmo, esta é utilizada como combustível para a própria indústria e também como adubo.

O LCC constitui cerca de 25 % do peso da castanha “in natura”, e juntamente com seus derivados, obtidos através de diferentes reações químicas, é utilizado na fabricação de tintas, vernizes e esmaltes, inseticidas, fungicidas, pigmentos, plastificantes, antioxidantes, adesivos ou aglutinantes para placas de partículas de madeira e aglomerados de cortiça (LIMA, 1988; RODRIGUES, 2006).

A película (ou tegumento) da amêndoa, que representa cerca de 3 % do peso da castanha, possui elementos na sua composição que a torna bastante interessante como alimento concentrado para avicultura e como alimentação para bovinos. Pode ser também empregada como matéria-prima na extração de pigmentos utilizados na fabricação de tintas e para a extração do LCC residual, bem como servir de fonte para a obtenção de energia calorífica, adubo e fabricação de produtos prensados (MEDINA, 1980; HOLANDA, 1988).

A amêndoa, a parte comestível da castanha, é formada por dois cotilédones de cor marfim e representa de 28 % a 30 % do seu peso, porém no processo industrial o rendimento médio é de apenas 21 % (PAIVA; GARRUTI; NETO, 2000).

Figura 1- Estruturas que compõem a castanha de caju (corte longitudinal)



Fonte: Câmara (2010).

### ***2.2.2 Amêndoa de castanha de caju***

A amêndoa de castanha de caju, propriamente dita como a semente do caju, tem sua produção destinada tradicionalmente ao mercado externo. Em 2009, o Brasil exportou 47.759 toneladas de amêndoas para 48 países em todos os continentes e o Estado do Ceará foi responsável por mais de 80 % desse total (SECEX, 2010).

Nutricionalmente, a amêndoa de castanha de caju fornece grande quantidade de energia, provendo um balanço razoável de carboidratos e lipídios, além de proteínas. Seu alto teor energético e protéico torna-a um suplemento ideal na alimentação de crianças, mulheres grávidas, nutrízes e convalescentes. O sabor da amêndoa é apreciado por grande parte da população, permitindo sua incorporação nos mais diferentes tipos de pratos e iguarias culinárias, aumentando o valor nutritivo da dieta (SOMAN, 2001).

A qualidade da amêndoa exportada é um fator de grande importância nas negociações e se não estiver de acordo com as especificações contratuais, o exportador assume o risco de perda. Os requisitos de compra não variam significativamente de país para país, e são estabelecidos principalmente pelos importadores: confiabilidade do processador exportador, isto é, cumprimentos dos acordos; qualidade das amêndoas em relação às condições contratuais de integridade, tamanho, cor e sabor, obedecendo aos padrões de tolerância da Association of Food Industries (AFI); qualidade do processo produtivo, obedecendo às normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e ISO 9000; escala para fornecer regularmente as amêndoas; estabilidade financeira do exportador e do país; compreensão e capacidade de adaptação às necessidades dos consumidores; e baixa rotatividade de clientes nas empresas exportadoras (USAID, 2006).

Programas de segurança alimentar tais como APPCC e BPF são ferramentas muito importantes na aquisição de parâmetros de qualidade microbiológica. Dentro desses programas os quesitos mais enfocados são: contato prolongado das castanhas com o solo, vestuário de manipuladores e higienização adequada de mãos, controle de pragas, ações corretivas em pontos críticos de controle, testes que assegurem a conformidade com padrões estabelecidos e finalmente, as pessoas encarregadas desses programas (GILES, 2001).

### 2.2.2.1 Classificação da amêndoa

As amêndoas de castanha de caju são classificadas de acordo com a sua qualidade, tamanho e dimensionamento. A classificação e as especificações exigidas pelo mercado internacional são determinadas pela AFI (AFI, 2008) e em nível nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece o regulamento técnico da amêndoa de castanha de caju (BRASIL, 2009).

De acordo com a qualidade, as amêndoas de castanha de caju são classificadas em Primeira Qualidade, Segunda Qualidade, Terceira Qualidade, Quarta Qualidade e Dessert (AFI, 2008). As características de cada tipo de amêndoa são especificadas no QUADRO 1.

QUADRO 1 - Características das amêndoas de castanha de caju de acordo com a classificação de qualidade

| Classificação      | Características  |
|--------------------|--|
| Primeira Qualidade | - Cor uniforme, podendo ser branca, amarelo claro ou marfim claro  |
| Segunda Qualidade  | - Cor amarelo, marrom claro, marfim claro ou escuro e cinza claro  |
| Terceira Qualidade | - Cor amarelo escuro, marrom, âmbar e azul claro a escuro<br>- Podem ser ligeiramente murchas, imaturas, manchadas ou descoloridas |
| Quarta Qualidade   | - Apresentam características de Primeira ou Segunda Qualidade, mas com pontos pretos ou brocadas                                   |
| <i>Dessert</i>     | - Podem ser riscadas, murchas, manchadas ou descoloridas   |

Fonte: AFI (2008).

A classificação brasileira baseada na qualidade da amêndoa é semelhante à internacional, apresentando algumas diferenças: as amêndoas são classificadas em tipos de 1 a 4, mas com as mesmas características descritas no QUADRO 1 (Primeira à Quarta Qualidade), mais duas categorias são incluídas, o “tipo 5” e o “tipo M” e não há a categoria “dessert”. O “tipo 5” caracteriza amêndoas inteiras, com coloração idêntica à dos tipos 3 e M e acentuadamente brocadas e o “tipo M” está relacionado à amêndoas inteiras avermelhadas ou de coloração marrom escura, com manchas acentuadas, queimadas ou com dano superficial (BRASIL, 2009).

Além de colorações distintas, a qualidade das amêndoas de castanha de caju está associada aos limites máximos de tolerância de defeitos, sendo estes defeitos leves ou graves. Os defeitos leves são aqueles cuja incidência sobre a amêndoa não restringem ou inviabilizam a sua utilização, como, arroxamento, brocas, imaturação, manchas, película aderente, queimaduras, dano superficial e variação de cor. Defeitos graves são aqueles cuja incidência comprometem seriamente a sua aparência, conservação e qualidade, restringindo ou inviabilizando o seu uso, como, ardor, dano por inseto, impurezas, matérias estranhas, mofo e ranço (BRASIL, 2009).

As amêndoas são classificadas também de acordo com o seu tamanho/dimensionamento. As amêndoas inteiras (W) são aquelas com o formato característico de amêndoa de castanha de caju e no máximo 1/8 da amêndoa tenha se separado. Os batoques (B) são amêndoas quebradas transversalmente em um ou ambos os cotilédones, com dimensão superior a 3/8 e inferior a 7/8 do tamanho original da amêndoa. As bandas (S) são amêndoas partidas longitudinalmente e no máximo 1/8 do cotilédone tenha sido separado. (AFI, 2008; BRASIL, 2009). Os pedaços recebem diversas classificações de acordo com seus tamanhos (QUADRO 2) (AFI, 2008). A legislação brasileira (BRASIL, 2009) acrescenta mais três classificações em relação ao tamanho, grânulos, xerém e farinha, os quais são especificados apenas como tipos de pedaços de acordo com AFI (2008), além disso, subclassifica os pedaços em pedaço grande (P), pedaço médio (PM), pedaço pequeno (SP) e pedaço super pequeno (SSP), que são diferenciados de acordo com a abertura de peneiras por onde atravessam e ficam retidos. Diferentes tamanhos de amêndoas podem ser visualizados na FIGURA 2.

QUADRO 2 - Classificação das amêndoas de castanha de caju de acordo com o tipo de pedaço

| Classificação                | Tipo                           |
|------------------------------|--------------------------------|
| LWP, SP, SPS, DP, P1, P2, P3 | Pedaços grandes                |
| SWP, SSP, DSP, SP1, SP2, SP3 | Pedaços pequenos               |
| SSP1, SSP2, SSP3             | Pedaços pequenos especiais     |
| G1, G2, G3                   | Grânulos                       |
| X                            | Grânulos diminutos             |
| FE                           | Partículas diminutas (farinha) |
| P1M, P2M, P3M                | Pedaços misturados             |

Nota: Os pedaços são dimensionados de acordo com o n° da peneira pela qual atravessam e ficam retidos.

Fonte: AFI (2008).

FIGURA 2 - Amêndoas em diferentes tamanhos



a.inteiras; b. batoques; c. bandas; d. pedaços; e. grânulos.  
 Fonte: AFI (2008).

Em relação ao tamanho das amêndoas devem ser levados em consideração alguns fatores: o dimensionamento é obrigatório para as amêndoas de Primeira Qualidade ou tipo 1, mas é opcional para as demais; a quantidade de amêndoas quebradas ou pedaços não deverá exceder 10% do peso de amêndoas inteiras e a quantidade de pedaços não deverá exceder 10% do peso de batoques e bandas (AFI, 2008; BRASIL, 2009). A designação de tamanho das amêndoas inteiras em relação à contagem de unidades por quilo e por libra é apresentado na Quadro 3 (AFI, 2008; BRASIL, 2009).

Quadro 3 - Designação de tamanho das amêndoas de castanha de caju de acordo com a contagem por quilo e libra

| Designação de Tamanho | Contagem por |           |
|-----------------------|--------------|-----------|
|                       | Quilo (Kg)   | Libra (L) |
| 180 (ou SLW)          | 266-395      | 140-180   |
| 210 (ou LW)           | 395-465      | 181-210   |
| W240                  | 485-530      | 220-240   |
| W280*                 | -            | 260-280   |
| W320                  | 660-706      | 300-320   |
| W450                  | 880-990      | 400-450   |
| SW*                   | -            | 451-500   |

\* Classificação pertencente apenas à legislação brasileira.

Fonte: AFI (2008); Brasil (2009).

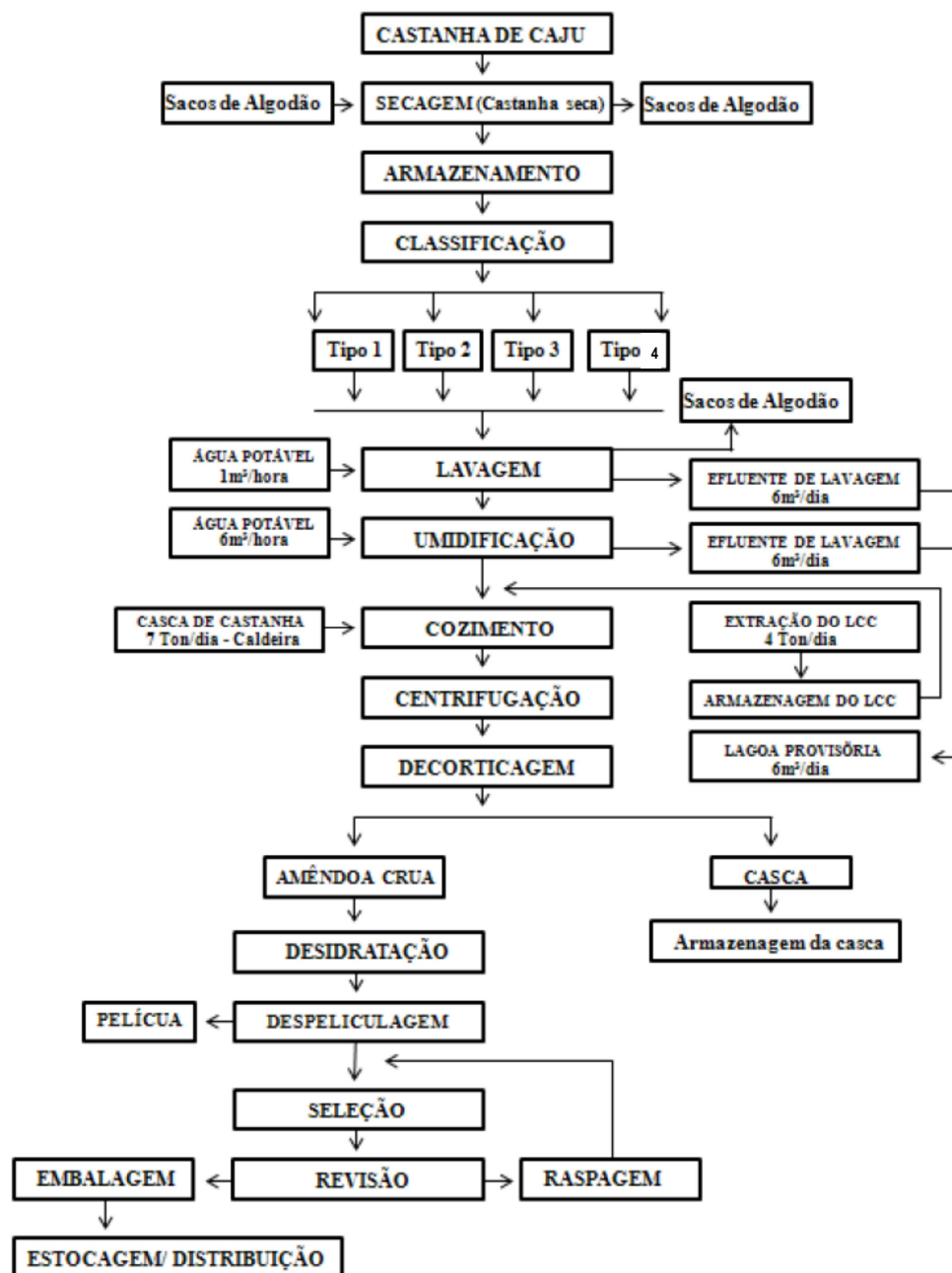
A amêndoa de castanha de caju quando torrada, com ou sem sal, será classificada por equivalência, somente em relação ao tamanho e granulometria, neste caso, para a identificação do produto, acrescenta-se a letra T para amêndoas torradas e as letras TS para amêndoas torradas e salgadas (BRASIL, 2009). Vale ressaltar, que em nível de comercialização nacional, as indústrias beneficiadoras de amêndoa de castanha de caju possuem classificações particulares e/ou diferentes para sua produção, isto pode ser influenciado, dentre outros fatores, pelas exigências dos compradores, que solicitam determinados tipos de amêndoas com características específicas para seus interesses.

### ***2.2.3 Processamento e beneficiamento***

O processo de industrialização da castanha de caju passa por uma série de etapas conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3 - Fluxograma do processamento e beneficiamento da castanha de caju, bem como a produção de resíduos líquidos



Fonte: Souza (2005).

Segundo Souza (2005), o fluxograma do processo de beneficiamento da castanha de caju envolve, basicamente, oito etapas: pesagem, armazenagem, secagem, classificação (separação das castanhas de acordo com o tamanho), lavagem, extração do LCC (líquido da castanha de caju), cozimento em temperatura de 200 a 220°C e descorticação (quebra das

castanhas). Entre os processos de lavagem e extração do LCC, existe uma etapa de umidificação, onde as castanhas são imersas em água por 2 a 5 minutos, com a finalidade de elevar o seu teor de umidade e facilitar a remoção do LCC.

### **2.3 *Oidium* sp.**

A ordem Erysiphales constitui o grupo dos fungos ectoparasitas obrigatórios causadores das doenças conhecidos como oídios. Estes fungos infectam os tecidos clorofilados das plantas, como folhas e frutos, desenvolvendo um micélio superficial, que retira os nutrientes do hospedeiro através de haustórios formados no interior das células da epiderme (BERGAMIN *et al.*, 1995).

A maioria produz conídios em cadeia de forma basipetal (conídio mais jovem na base) correspondente à sua fase anamórfica, a partir de conidióforos simples derivados do micélio superficial. Estes conídios são os responsáveis pelo desenvolvimento dos sucessivos ciclos secundários do patógeno, ao serem disseminados pelo vento e depositados sobre novos tecidos (BERGAMIN *et al.*, 1995).

Segundo Barnett; Hunter (1999), o *Oidium* sp. possui micélio externo, com conidióforos verticais e simples, sendo que a parte superior aumenta o comprimento para a formação de conídios cilíndricos em cadeia basipetal.

De acordo com Stadnik; Rivera (2001), na fase anamórfica o micélio primário dos Oídios é hialino, septado com paredes finas. As paredes da hifa, conídios e estruturas peridiais são estruturalmente muito uniformes. As hifas ramificam-se em ângulos aproximadamente retos, variam de retas flexíveis até geniculadas.

A maioria das espécies de Erysiphales possui micélio primário branco, podendo tornar-se algumas vezes algo acinzentado, amarelado e mais raramente marrom. Além do micélio primário colorido ou hialino, um micélio secundário mais ou menos colorido com paredes grossas pode ser produzido em algumas espécies de Oídios.

Apresentam também apressórios que são estruturas protuberantes laterais das hifas responsáveis pela fixação do micélio à superfície foliar e iniciação do haustório. Eles também ocorrem no final dos tubos germinativos de conídios. Podem ser classificados quanto a sua forma em: mamiliformes (com superfície crenulada), lobulados (variando até multi-lobulado), curvados ou alongados.

Quanto aos haustórios, estes são formados dentro das células epidérmicas, ou raramente, em células mais profundas. Em espécies com micélio endofítico, os haustórios surgem da hifa interna e são produzidos em camadas mais profundas, no mesófilo ou paliçada do tecido foliar. Na maioria dos casos, os haustórios aparecem como estruturas globosas e periformes, variando de 6 a 32  $\mu\text{m}$  de diâmetro segundo Blumer (1967) e Boesewinkel (1980), apud Stadnik; Rivera (2001).

Os conidióforos das espécies de *Oidium* se constituem de diversas células. A célula basal (célula-pé) é geralmente seguida por uma a três células, podendo ser algumas vezes mais ou ainda raramente, inexistir. A célula basal é seguida por uma célula germinativa (célula-mãe), responsável pela conidiogênese artroconidial. A célula basal retém a capacidade generativa.

O tamanho e a forma das células basais, assim como o número, tamanho e arranjo das células seguintes são de valor taxonômico sendo classificados em: Ovulariopsis (correspondem à forma perfeita Phyllactinia), Odiopsis (correspondem à fase perfeita Leveillula), Streptopodium (correspondem à fase perfeita Pleochaeta).

Os conídios são hialinos, unicelulares, uninucleados, vacuolados, de parede fina, contêm gotas de óleo e vários grânulos Kimbrough (1963), Yarwood (1978), apud Stadnik e Rivera, 2001. Em conídios frescos podem ser detectados os corpos de fibrosina, sendo que estes desaparecem em conídios de amostras secas.

O comprimento dos conídios pode variar de 5 até 110  $\mu\text{m}$ . O tamanho de conídios pode ser influenciado por fatores abióticos (umidade, estação do ano) e bióticos (hospedeiro, idade da folha), podendo ser angulares, cilíndricos, clavados, doliformes, elipsóides, lanceolados, oblanceolados, ovóides ou rombóides.

A liberação de esporos de fungos segue um ritmo próprio de cada espécie, presente a partir de uma determinada fase evolutiva, observado em condições ambientais constantes e que se manifesta por variações periódicas de acordo com o momento do dia.

Para algumas espécies do gênero *Oidium*, o ritmo circadiano ocorre na formação quanto na liberação dos esporos. A formação de estruturas reprodutivas em fungos fitopatogênicos requer uma série de condições de ambientes específicas. Para uma determinada espécie fúngica, a gama de condições ambientais requerida para a esporulação é frequentemente mais restrita que aquela requerida para a infecção (COHEN; ROTEM (1988), apud BERGAMIN *et al.*, 1995).

Em muitos casos, um maior período de molhamento foliar é necessário para a esporulação que para a infecção. Em outros, como nas espécies do gênero *Oidium*, o molhamento foliar chega a inibir completamente a esporulação. Em geral, a esporulação dos

oídios só ocorre com a umidade relativa abaixo do ponto de saturação. No entanto, podem existir diferenças quanto à preferência por baixa, alta ou níveis intermediários de umidade relativa entre as diferentes espécies deste gênero de fungo. (BERGAMIN *et al.*, 1995).

Os padrões de germinação segundo Braun (1995), apud Stadnik; Rivera (2001) podem ser do tipo Polygoni (tubos germinativos com apressório lobado), Cichoracearum (tubos germinativos com apressório clavado), Pannosa (apresentando conídios com corpos de fibrosina e sem apressórios distintos) e Fuliginea (com apressórios distintos, contendo conídios com corpos de fibrosina).

O primeiro binome referente a Oídios foi elaborado em 1753 pelo sueco Carl von Linné, que usou o nome *Mucor erysiphe* para descrever um fungo que crescia sobre folhas de *Humulus*, *Acer*, *Galeopsis* e *Lithospermum*.

A origem do nome Erysiphe é derivada do grego erythros (vermelho) e sua aplicação se deve ao fato de no passado os oídios serem classificados dentro do mesmo grupo dos fungos causadores de ferrugens avermelhadas (STADNIK; RIVERA, 2001).

Fresenius, em 1852, forneceu diversos desenhos detalhados de conidióforos (fase anamórfica) e, provavelmente foi o primeiro autor a indicar que espécies diferentes poderiam ser distinguidas por seus conidióforos. No Brasil, Ahmés P. Viégas (1944), fez valiosas contribuições para o conhecimento de espécies de oídios locais (STADNIK; RIVERA 2001).

O gênero *Oidium* sp. foi descrito por Link em 1809, segundo Kirk, *et al* (2001). A forma anamórfica de Oídio pertence ao Reino Fungi, grupo fungos Mitospóricos, hifomicetos. Já a forma telemórfica, pertence ao Reino Fungi, Divisão Ascomycota, Classe Leotiomycetes, Ordem Erysiphales, Família Erysiphaceae. Apresenta-se em 483 espécies catalogadas, 31 variedades e 31 forma speciales (INDEX FUNGORUM, 2010).

As principais espécies do gênero *Oidium* sp. Encontradas associadas a plantas no Brasil são: *Oidium abelmoschi*, *O. albicans*, *O. ambrosiae*, *O. anacardii*, *O. asterispunicei*, *O. balsamii*, *O. binae*, *O. caesalpiniacearum*, *O. cariscae*, *O. cariscae-papayae*, *O. ceratoniae*, *O. clitoriae*, *O. cyparissiae*, *O. cerysiphoides*, *O. eucalypt*, *O. farinosum*, *O. heveae*, *O. hortensiae*, *O. leucoconium*, *O. lycopensici*, *O. mangiferae*, *O. manihotis*, *O. perseae*, *O. perseae-americanae*, *O. persicae*, *O. quercinum*, *Eucalyptus ocha*, *O. sicula* e *O. tingitaninum* (EMBRAPA CENARGEN, 2010).

Foi relatada a presença de *Oidium* sp. associada a várias espécies de plantas no Brasil, como: *Hibiscus cannabinus*, *Citrullus lanatus* (melancia), *Cucumis melo* L. (melão), *Cucurbita* sp. (abóbora), *Datura stramonium* L. (Estramônio), *Anacardium occidentale* L. (Cajueiro), *Anacardium* sp., *Mangifera indica* L. (Manga), *Brassica napus* L. (Canola), *Brassica oleracea*

(Repolho), *Brassica oleracea* Linn (Couve-flor), *Phaseolus vulgaris* L. (Feijão), *Bixa orellana* L. (*Urucum*), *Bauhinia forficata* (Pata de vaca), *Carica papaya* (Mamoeiro), *Ceratonia siliqua*, *Clitoria fairchildiana* (Sombreiro), *Pedilanthus tithymaloides* (Dois amores), *Ipomoea batata* (Batata doce), *Sesamum indicum* Linn (Gergelim), *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus sp.*, *Eucalyptus torelliana*, *Cydonia vulgaris*, *Malus sp.*, *Pyrus sp.*, *Hevea brasiliensis*, *Hevea sp.*, *Hidrangia macrophylla* Sir. (Hortênsia), *Hidrangia sp.* L., *Prunus domestica* L. (Ameixa – Preta), *Rosa sp.*, *Lycopersicon esculentum* Mill (Tomateiro), *Mangifera indica* L. (Manga), *Manihot esculenta* (Mandioca), *Manihot sp.*, *Persea americana* (Abacate – Roxo), *Quercus pendunculata* Nú, *Quercus sp.*; *Myrciaria Jaboticaba* (Jaboticaba), *Capsicum annuum* L. (Pimentão), *Abelmoshuc exculentus* (Quiabo), *Acanthospermum brasiliim* (Carrapicho – Rasteiro), *Adenocalymma sp.*, *Arctium lappa* Linn., *Artemisia verlotorum* (Losna – brava), *Aster sp.*, *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo- Alves), *Bauhinia sp.*, *Begonia rex* (Begônia), *Bellis sp.*, *Beta vulgaris* (Beterraba), *Bidens pilosa* (Picão – Preto), *Brassica Alba* (Mostarda – branca), *Brassica oleracea* (Couve – de – Folha), *Brassica rapa* L. (nabo), *Brosimum gaudichaudii* (Mama – cadela), *Calendula sp.*, *Canavalia ensiformis* DC. (Feijão – de – porco), *Caryocar brasiliense* (Pequi), *Cassia alata* L. (Fidegaso – gigante), *Cassia bicapularis* L., *Cassia occidentalis* L. (Fidegoso) *Cassia sp.*, *Cassia Tora* L. (Mata – pasto), *Castilleja Communis*, *Chamaecrista Sp.*, *Chenopodium amprosioides* (Erva – de – Santa – Maria), *Chrysandalhia crisandalia*, *Cichorium endívia* (Chicória), *Cleome spinosa* (Mussambê – Branco), *clitoria densiflora* (Feijão – do – Campo), *Clitoria racimosa* (Palheteira), *Canysa sp.*, *Crotolaria sp.*, *Cucumis Sativus* (Pepino), *Cucurbita máxima* (Abóbora – moranga), *Cucurbita pepo* L. (Abóbora), *Dahlia sp.*, *Dahlia varibiles* (Dalia), *Dismodium frutescens*, *Dismodium heterocarpon*, *Dorstenia bahionsis*, *Euphorbia brasiliensis* Lam., *Euphorbia camosa*, *Euphorbia heterophylla* (Leiteira), *Euphorbia pilulifera* L., *Euphorbia prunifolia*, *Fragaria sp.*, *Galinsoga parviflora* (Picão – branca), *Burbira jamesonii* (Gírbira), *Glycine Max* (Soja), *Gossypium sp.*, *Helicania sp.* L., *Hibiscus rosa – sinensis* L. (Mimo de Vênus), *Hibiscus sabdariffa* (Vinagreira), *Hydrangia sp.* *Lactuca sativa* (alface), *Lens culinaris* (Lentilha), *Leucaena Leucocephala* (Leucena), *Luffa aperculata* (Buchinha do Norte), *Macroptilium atropurpureum* (Feijão de Pombinha), *Malus pumila*, *Melia azedarach* (Cinamomo), *Myracradruon urunoleuva*, *Oenothera longiflora*, *Persia gratissima* (Abacateiro), *Persea sp.* (Abacate), *Phaseolus sp.*, *Phaseolus vulgaris* (Feijão), *Pisum sativum* L., (Ervilha), *Pouteria ramiflora*, *Prunus myrtifolia*, *pterogyne nitens*, *Qualia grandiflora* (Pau – Terra), *Qualea multiflora* (Cinzeiro), *Qualea parviflora*, *Qualea sp.*, *Quercus palustris*, *Quecus sp.*, *Rhynchosia Senna*, *Rosa sp.*, *Rosmarinus officinalis* L. (Alecrim), *Saintpaulia*

*ionantha* (Violeta africana), *Sechium edule* (Chuchu), *Senna alata*, *Senna obtusifolia* (Fedegoso), *Senna occidentales*, *Sida linifolia* (Guanxuma-fina), *Solanum auriculatum* (Fumo bravo), *Solanum gilo* (jiló), *Solanum melongena* L. (Berinjela), *Solidago microglossa*, *Spondias purpurea* L. (Siriguela), *Stevia rebaudiana* (Estévia), *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo), *Tabebuia serratifolia* (Ipê amarelo da mata), *Tabebuia* sp., *Tecomia serratifolia* (Ipê do cerrado), *Tecoma* sp., *Urena* sp., *Verbena bonariensis* L., *Verbena chamaedryfolia*, *Verbena litoralis*, *Vigna* sp., *Xanthium spinosum* L. (Espinho de carneiro), *Zinnia elegans* (Zínia), *Citrus aurantium* (EMBRAPA CENARGEM, 2010).

Nenhuma espécie do gênero *Oidium* foi descrita causando doenças em humanos (VIDOTTO, 2004).

### 2.3.1 *Oidium anacardii*

Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cenargen) o levantamento de fungos no Brasil no estado de São Paulo (SP), Ceará (CE) e Nordeste (NE), foi identificado o fungo *Oidium anacardii* associado à espécie hospedeira *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) [cajuzeiro] e também como hospedeira foi relatado em *Anacardium* sp. L. (Anacardiaceae), *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) [manga] (EMBRAPA CENARGEN, 2010).

Segundo dados do Index fungorum existe mais de 483 espécies validas em literatura, tem como sinonímia *Acrosporium anacardii* (F. Noack) JA Stev., (INDEX FUNGORUM, 2010).

O oídio é uma doença causada pelo agente (Anamorfo) *Oidium anacardii*, o qual pertence ao reino Fungi, Classe, Ordem insertae sedis, grupo Fungos Mitospóricos, subgrupo Hifomicetos, gênero *Oidium* sp., espécie *O. anacardii*.

Os sinais da doença são caracterizados por um delicado crescimento branco-acinzentado, na superfície das folhas (Fig.4A) e inflorescência, constituído por micélio (Fig.4B), conidióforos (Fig.4E) e conídios (Fig.4C, D) do patógeno. O patógeno emite haustórios para o interior das células epidérmicas, de onde absorvem os nutrientes (Fig.4F). Em decorrência disto, o tecido afetado exhibe pontos neuróticos, escuros, mais pronunciados na face inferior da folha. Com a evolução dos sintomas, pode ocorrer a queda prematura de folhas e

flores. O patógeno pode penetrar no tecido da planta em qualquer fase de seu desenvolvimento (KIMATI *et al.*, 2005).

*Oidium anacardii* tem conídios hialinos (Fig.4C), produzidos em conidióforos curtos, em cadeias eretas, formando um ângulo reto (Fig.4D) com a superfície do hospedeiro. O patógeno pode ser facilmente disseminado pelo vento e pelos insetos. Como o crescimento é superficial, chuvas pesadas removem o micélio do limbo foliar ou de qualquer outro órgão afetado. As condições que favorecem a doença são alta umidade relativa, sem ocorrência de chuva, e temperatura em torno de 28°C (KIMATI *et al.*, 2005).

*O. anacardii* pode ser encontrado sobre plantas de cajueiro durante todo o ano, não obstante exerça sua patogênese com maior intensidade de julho a dezembro, quando as temperaturas variam de 23 a 32°C. Mesmo durante este período, normalmente a época mais seca no Nordeste, a umidade relativa pode chegar a atingir 80%, facilitando a patogênese do fungo. Os conídios são disseminados pelo vento e requerem 90 a 100% de umidade relativa para a germinação e uma faixa ótima de temperatura de 26 a 28°C. A partir de janeiro, caso se inicie o período chuvoso, somente é possível encontrar o fungo em folhas do interior da copa, protegido da insolação e da chuva (STADNIK; RIVERA. 2001).

Semelhante ao que ocorre no Brasil, nos países africanos é mais comum o fungo infectar órgãos jovens, provocando quase sempre efeitos devastadores na produção. Após o período chuvoso o patógeno atinge seu pico populacional na África, geralmente de junho a setembro, afetando folhas, brotações, inflorescências e maturis (o conjunto pseudofruto + castanha jovem). Mudanças e plantas jovens mostram-se extremamente suscetíveis (STADNIK; RIVERA. 2001).

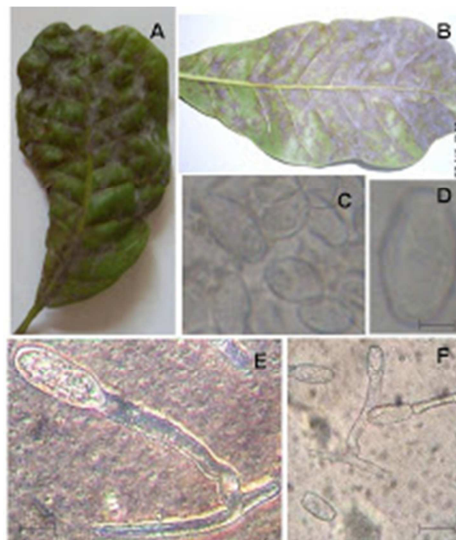
Cardoso *et al.*, (2012) comprovam a eficiência do enxofre e do triflumizole no controle preventivo do oídio do cajueiro em todos os experimentos em que foram testados. O desempenho dos produtos foi marcadamente menor em 2010, devido ao atraso no início das aplicações em relação à epidemia. O enxofre foi o produto que teve o desempenho melhor em todos os ensaios.

Em 2012, as panículas tratadas com enxofre elementar apresentaram a menor severidade da doença, não ultrapassando os 10%, o que confirma as informações de sucessos de programas africanos de controle usando esse produto. Os produtos tebuconazol, enxofre formulado e triflumizol também reduziram a doença em menor proporção, não excedendo 25% de severidade, enquanto os demais produtos não apresentaram efeito significativo em relação à testemunha, sem aplicação. Ressalte-se que, os produtos tebuconazol, enxofre formulado e triflumizol não são registrados pelo Mapa para utilização na cultura do cajueiro. Esses

resultados permitem viabilizar o controle do oídio do cajueiro, orientando a incorporação no sistema produtivo do enxofre elementar (CARDOSO *et al.*, 2012).

Tendo em vista o caráter secundário da doença, normalmente não são preconizadas medidas para o controle do oídio do cajueiro no Brasil. Entretanto, testes conduzidos por alguns autores, utilizando o enxofre elementar, em pulverizações quinzenais, tem demonstrado eficiência no controle do patógeno. Na África, ao contrario, durante os picos populacionais do fungo, medidas de controle mostram-se indispensáveis. Caso não sejam adotadas, a infecção pode comprometer seriamente a produção, reduzindo-a quase completamente. Na Tanzânia, por exemplo, a produção pode ser aumentada de 2 a 3 vezes quando da utilização quinzenal de enxofre molhável na proporção de 200 kg ha<sup>-1</sup>. As dificuldades econômicas para a compra do fungicida, a necessidade de grandes quantidades de água para aplicação e a possibilidade de acidificação do solo tem restringido o controle do *O. anacardii* na África. A procura por resistência em populações locais ou mesmo em germoplasma proveniente do Brasil é uma linha de pesquisa a ser seguida pelos cientistas africanos (STADNIK; RIVERA, 2001).

Figura 4 - *Oidium anacardii* em folhas de cajueiro (*Anacardium occidentale*), forma anamórfica. **A.** folhas apresentando sintomas na parte adaxial “crescimento branco acinzentado”. **B.** folhas apresentando sintomas na parte abaxial “crescimento branco acinzentado”. **C.** Conídios de *O. anacardii*. **D.** Detalhe do conídio, (bar=0,9µm). **E.** Conidióforo. **F.** Conidióforo+conídio



Fonte: Kimati *et al.*, 2005.



## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Caracterização do Experimento**

O trabalho foi conduzido em campo e laboratório pertencentes a Embrapa Agroindústria Tropical. As sementes utilizadas foram provindas do Campo Experimental de Pacajus, (4°10'S e 38°27'W), altitude de 60 m, distante 55 km de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil com clima classificado como Aw segundo Köppen. O solo da área a ser utilizada é classificado como Neossolos Quartzarênicos Distróficos (EMBRAPA, 1999).

As sementes coletadas para esse estudo foram originadas de um experimento, conduzido em 2012, utilizando o clone CCP-76, cujo objetivo era avaliar diferentes defensivos agrícolas no controle do oídio do cajueiro. Esse experimento foi constituído de cinco diferentes produtos, além de uma testemunha (sem aplicação) e três diferentes períodos de aplicação. Os defensivos agrícolas utilizados foram: enxofre (Highcrop 680 SC 3 ml/L), enxofre (Kumulus® 3 g/L), triflumizole (Trifmine® 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole® 0,75 ml/L) e Oxicloreto de cobre (Recop®, 3g/L). As pulverizações foram efetuadas a cada 7, 14 e 21 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, contendo, no total 144 plantas em quatro blocos.

Amostras individuais de sementes de cada parcela foram coletadas, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em ambiente natural de laboratório a uma temperatura de  $27 \pm 2$  °C. Posteriormente, foram realizados os testes de germinação, análise microbiológica da castanha e da amêndoa, severidade do oídio na castanha e qualidade da amêndoa da castanha de caju.

### **3.2 Experimentos de Germinação**

Visando estabelecer o efeito dos tratamentos de campo e da desinfestação da semente em pós-colheita nas características fisiológicas das mesmas, objetivou-se instalar separadamente dois testes, sem tratamento e com tratamento fitossanitário das sementes (30 segundos em álcool 70%, em seguida um minuto em hipoclorito de sódio a 1,5 %, e por último,

foram passadas duas vezes em água destilada e esterilizada), para analisar se haveria diferenças na germinação.

Para efeito das análises das variáveis referentes à germinação, foram consideradas as sementes oriundas, das plantas tratadas com os diferentes defensivos agrícolas somente para os intervalos de aplicação a cada sete dias.

Os ensaios de germinação foram conduzidos, no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical localizada em Fortaleza-CE, no período de janeiro de 2013 a agosto de 2013. Foram utilizadas vinte e quatro sementes por tratamento (seis sementes de cada parcela experimental), separadas em seis bandejas (blocos), caracterizando seis repetições. Essas passaram por uma seleção visual para eliminar as sementes mal formadas e por um teste de densidade, para excluir sementes chochas.

No teste de densidade (Figura 5), foram colocadas em becker de polipropileno com capacidade para 2 litros, contendo água até a metade; 10 sementes por bloco para cada tratamento, de forma que as menos densas eram descartadas, baseado em informações de Ferraz (1996).

Figura 5 - Teste de densidade realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)



As variáveis analisadas nesse processo foram: a porcentagem de germinação e de emergência, o comprimento da parte aérea, comprimento radicular, comprimento da plântula, diâmetro do caule, número de folhas, expansão foliar, peso da parte aérea, peso da raiz e peso da plântula.

No primeiro teste de germinação (sementes sem tratamento fitossanitário) foram utilizadas sementes fisiologicamente maduras, coletadas manualmente na copa e caídas sobre o solo. Além do material originado do clone CCP-76, foram utilizadas sementes do material CCP-06 (atualmente sendo o clone mais utilizado como porta-enxerto), coletadas em áreas com presença de oídio. O objetivo de utilizar o clone CCP-06, além do CCP-76, foi comparar se o ataque do oídio na castanha dos diferentes materiais poderia comprometer a germinação.

No segundo teste, as sementes foram submetidas a um tratamento fitossanitário, como citado anteriormente.

### ***3.2.1 Porcentagem de Germinação e de Emergência***

As vinte e quatro sementes, foram dispostas em seis diferentes bandejas de polipropileno com as seguintes dimensões 25cm x 30cm x 20cm (largura x comprimento x altura), contendo substrato vermiculita de granulométrica fina (esse foi autoclavados 3 vezes com intervalo de 24hs), umedecida com água destilada na proporção 2:1 (v/v). Em seguida, as bandejas foram colocadas em bancadas e mantidas em temperatura ambiente de aproximadamente 27°C (Figura 6). A avaliação foi feita no vigésimo quinto dia após o semeio, onde foram consideradas germinadas as sementes que estivessem com a casca aberta apresentando o cotilédone e foram consideradas emergidas as sementes que apresentaram os cotilédones abertos emitindo as primeiras folhas (Figura 7).

Figura 6 - Plantio das sementes esterilizadas nas bandejas com vermiculita realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)



Figura 7 - A emergência das plântulas no teste de germinação realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)



### 3.2.2 Comprimento da plântula

Aos 25 dias após sementeira, foi avaliado o comprimento da parte aérea, compreendendo do colo da planta até o meristema apical, baseado em informações de Ferraz (1996); o comprimento da radícula, compreendendo do colo a ponta da raiz mais desenvolvida e por o comprimento total, compreendendo ao somatório da parte aérea com a parte radicular. Essas variáveis foram analisadas usando uma régua graduada de 0 a 30 cm.

### 3.2.3 Diâmetro do caule (DC)

No mesmo período de avaliação do comprimento da plântula foi avaliado o diâmetro do caule através de um paquímetro digital.

### 3.2.4 Número de folhas (NF)

Determinado aos 25 dias após a sementeira, através da contagem manual, considerando-se toda e qualquer folha com um ou mais centímetros de comprimento, presa a planta.

### **3.2.5 Expansão foliar (EXP)**

Determinado aos 25 dias após a semeadura, através da observação visual do estágio de expansão, o qual foi definido em três estádios: 1-folha não expandida; 2- folha em expansão e 3- totalmente expandida. Considerando-se toda e qualquer folha presa à plântula.

### **3.2.6 Peso da plântula**

Após análise de comprimento e diâmetro da plântula, o material fresco foi fracionado em parte aérea (caule, cotilédones e folhas) e raiz. Usando uma balança analítica de precisão (BEL engineering-THB-600, 0,01g) foi mensurado o peso da parte aérea, da raiz e do total.

## **3.3 Avaliação Microbiológica**

Para efeito das análises das variáveis microbiológicas foram consideradas, da mesma forma que na germinação, sementes originadas das plantas tratadas com os diferentes defensivos agrícolas para o período de aplicação a cada sete dias.

Esta avaliação foi conduzida no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical, no período de abril de 2013. A finalidade desta foi analisar a porcentagem de diferentes fungos encontrados nas amêndoas e nas castanhas. As variáveis dessa análise foram: porcentagem de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Eurotium*, *Cladosporium*, *Penicilium* e *Curvularia*.

### **3.3.1 Análise microbiológica nas amêndoas**

Foram utilizadas cinco castanhas dos quatro blocos de cada tratamento, assim em cada placa de petri tínhamos aproximadamente dez bandas de amêndoas de castanhas de caju por

repetição. As sementes dos tratamentos foram lavadas com detergente neutro e água corrente, de torneira, enxaguadas com água destilada e postas para secar por cerca de 48 horas em ambiente de laboratório à temperatura de  $28\pm 2$  °C (VIANA *et. al.*, 2003).

Todas as placas foram esterilizadas e dentro delas depositado três camadas de papel-filtro, este também esterilizado, em seguida foi colocada água destilada e esterilizada (ADE) até a saturação do papel.

Após 48 horas, as castanhas foram esterilizadas sendo realizados os seguintes passos: 30 segundos em álcool 70%, em seguida um minuto em hipoclorito de sódio a 1,5 %, e por último, foram passadas duas vezes em ADE. Terminado esse procedimento, as castanhas foram decorticadas com o auxílio de uma máquina de corte manual, essa também passou pelo processo de esterilização com álcool, hipoclorito e água destilada e esterilizada.

As amêndoas foram colocadas nas placas e essas foram vedadas com papel filme. As placas com as sementes foram incubadas em ambiente de laboratório, à temperatura de 28 °C e fotoperíodo 12 h claro/12 h escuro, por um período de oito dias. Após a incubação, foram contados e identificados os fungos presentes nas amostras de cada tratamento (VIANA *et. al.*, 2003).

### **3.3.2 Análise microbiológica das castanhas**

Foram utilizadas vinte e quatro sementes por tratamento (seis sementes de cada bloco experimental), separadas em seis blocos, caracterizando seis repetições. As sementes dos tratamentos foram lavadas com detergente neutro e água corrente, de torneira, enxaguadas com água destilada e postas para secar por cerca de 48 horas em ambiente de laboratório à temperatura de  $28\pm 2$  °C (VIANA *et. al.*, 2003).

As sementes foram envolvidas em papel Germitex esterilizado. Foram utilizadas três folhas para cada bloco, essas foram pesadas em balança analítica e a quantidade de água colocada foi determinada pela multiplicação do peso das folhas por uma constante 2,5. O peso das três folhas correspondeu a 16,7g, logo a quantidade de ADE foi 50g (50mL).

Após as 48 horas, as castanhas foram esterilizadas sendo realizados os seguintes passos: 30 segundos em álcool 70%, em seguida um minuto em hipoclorito de sódio a 1,5 %, e por último, foram passadas duas vezes em água destilada e esterilizada (ADE).

Após envolvimento em papel germitex, as sementes foram ensacadas, vedadas com ligas de borrachas e colocadas em BOD a uma temperatura de 30 °C e fotoperíodo de 12 h durante oito dias. Após a incubação, foram identificados e contados os fungos presentes nas amostras de cada tratamento.

### **3.4 Análise da Severidade**

Para análise da variável severidade do fungo oídio à castanha, foram consideradas as sementes originadas, das plantas tratadas com os diferentes fungicidas e os três diferentes períodos de aplicação. Logo os tratamentos para esta variável foram obtidos a partir de um fatorial 6x3 onde o primeiro fator corresponde aos defensivos agrícolas e testemunha) e o segundo fator ao período de aplicação (7, 14 e 21 dias).

Dez sementes por tratamento foram avaliadas quanto à severidade da doença, utilizando a seguinte escala de notas: 0 - ausência de lesões (0%); 1 - lesões cobrindo até 25% da castanha; 2 - lesões cobrindo até 50% da castanha; 3 - lesões cobrindo até 75% da castanha e 4 - lesões atingindo 100% da castanha.

### **3.5 Análises da Qualidade da Amêndoa**

Semelhante à análise da variável severidade, para as variáveis de qualidade da amêndoa foram consideradas as sementes originadas, das plantas tratadas com os diferentes fungicidas e os três diferentes períodos de aplicação. Logo os tratamentos para essas variáveis, foram obtidos a partir de um fatorial 6x3 onde o primeiro fator corresponde aos tratamentos (defensivos agrícolas e testemunha.) e o segundo fator ao período de aplicação (7, 14 e 21 dias).

Antes de iniciar os ensaios, foram pesadas 500g de castanhas (Figura 8) para cada tratamento e as amostras foram armazenadas em sacos plásticos, sem receber nenhum tipo de beneficiamento.

Figura 8 - Pesagem das castanhas realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



Para o processo de avaliação da qualidade, inicialmente as castanhas foram submetidas ao processo de beneficiamento:

As castanhas foram secas até obter umidade de 7% a 9%, para que não houvesse problemas de deterioração, principalmente por fungos, durante a estocagem. A secagem foi feita espalhando as castanhas em quadra de cimento (Figura 9), por um período de cinco dias, em seguida armazenadas em sacos plásticos em câmara fria.

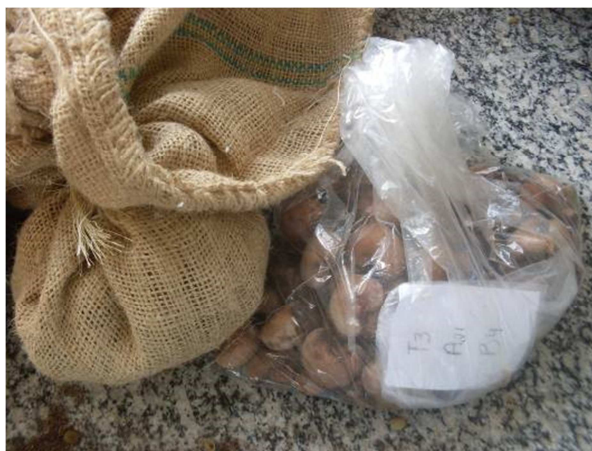
Figura 9 - Secagem das sementes para armazenamento em sacos plásticos realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013).



Posteriormente, como preparação das castanhas para decorticação, essas foram submetidas ao processo de cozimento (armazenadas em sacos de pano) (Figura 10) por um período de dez minutos em caldeiras.

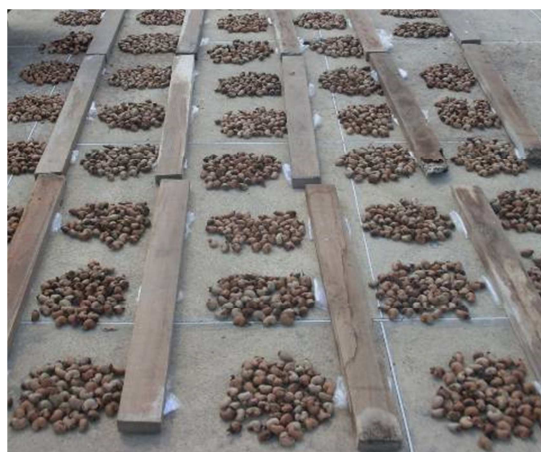


Figura 10 - Sementes em sacos de pano para cozimento, realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



Após serem cozidas, essas foram novamente expostas ao sol (Figura 11), onde permaneceram durante vinte e quatro horas, com o objetivo de resfriamento e para que secassem, facilitando assim a quebra da casca durante o processo de decorticação.

Figura 11 - Secagem das sementes ao sol após o cozimento, realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



Depois de resfriadas, as castanhas foram levadas para o processo de decorticação (Figura 12). Esta operação é realizada em máquinas de corte. Nas máquinas trabalham dois operários: um corta e outro, munido de estilete, retira as amêndoas que ficam aderidas à casca. Nestas operações obtêm-se a amêndoa com película e a casca separada.

Figura 12 - Processo de decorticação realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



Após a operação de separação da amêndoa da casca, foi feita a pesagem das cascas juntamente com as amêndoas e em seguida somente das amêndoas (Figura 13). Depois de pesadas às cascas foram descartas e as amêndoas passaram pelo processo de estufagem.

Figura 13. Processo de pesagem das cascas com as amêndoas e só das amêndoas, realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



O processo de secagem em estufa visa reduzir a umidade da amêndoa à 2,5% - 3,0%, para que a película, até então firmemente aderida à amêndoa, torne-se quebradiça, facilitando o desprendimento (Figura 14). A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar quente (60 °C a 70 °C), por um período de 6h. As amêndoas foram colocadas em bandejas teladas, aquecidas e submetidas a um processo de umidificação com auxílio de borrifadores por 10 minutos, com o objetivo de facilitar a separação da película da amêndoa, em seguida essas retornaram para a estufa e permaneceram por mais duas horas, totalizando um tempo de oito horas.

Figura 14 - Processo de estufagem realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



Na despeliculagem manual (Figura 15), os operários separam a película da amêndoa através de fricção da amêndoa com os dedos. Em alguns casos, utilizam-se estiletes de metal para a retirada de partes mais aderentes da película e assim finalizando o processo de beneficiamento.

Figura 15 - Processo de despeliculagem realizado na Fábrica de beneficiamento de castanhas da Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, 2013)



As variáveis analisadas no processo de qualidade foram: Peso total de Amêndoas de Castanhas de Caju (PTACC); Peso médio de 10 castanhas (PMA); Calibragem (CALIB): número de amêndoas em uma amostra de 50g; Abertura de cotilédones (AB COT): 0-Sem aberturas, 1-Pequena abertura, 2-Abertura média e 3- Muito abertos; Frequência (FREQ)= número de amêndoas com cotilédones abertos numa amostra de 25 analisadas; Rendimento

industrial (RI (%) = PTACC/5); Inteiras sadias (IS); Brocadas; Manchadas; Roxas e Estragadas (BMRE) e Quebradas(QUEB): S-Banda; B-Batoque e P- Peçaço.

### **3.6 Procedimento Estatístico**

Para as variáveis do experimento de germinação, juntamente com as variáveis do experimento de análise microbiológica da castanha foram considerados seis tratamentos em seis blocos. Para as variáveis do experimento de análise microbiológica da amêndoa foram considerados seis tratamentos em quatro blocos. Para o experimento de severidade do oídio na castanha e para as variáveis de qualidade da amêndoa, foi considerado 18 tratamentos em quatro blocos, em sistema fatorial 6 x 3 (defensivos agrícolas x períodos de aplicação).

As variáveis descritas acima foram submetidas à análise de variância realizada pelo teste *F* e submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade (GOMES, 2000), para a comparação das médias, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 1992).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimentos de Germinação

#### 4.1.1 Primeiro teste de germinação

Como observado na tabela 1 de Análise de variância, a maioria dos fatores estudados (germinação; emergência; comprimento da parte aérea, da raiz e da planta toda; peso da parte aérea, da raiz e total; diâmetro do colo; números de folhas e expansão foliar) não apresentaram diferenças estatísticas. Podemos assim afirmar que mesmo as castanhas tratadas com enxofre (Highcrop 680 SC 3 ml/L), enxofre (Kumulus® 3 g/L), triflumizole (Trifmine® 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole® 0,75 ml/L) e Oxicloreto de cobre (Recop®, 3g/L) e moderadamente atacadas pelo oídio que vieram do campo, para as análises isso não influenciou, ou seja, nem os produtos e nem o ataque do oídio chegou a interferir na qualidade fisiológica das castanhas. Porém para os fatores flutuação e submersão, esses se portaram como diferentes estatisticamente.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para o primeiro teste de germinação em castanhas não esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013)

| Fonte de Variação | GL  | QM                  |     | QM                  |     | QM                 |     | QM                  |  |
|-------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|--------------------|-----|---------------------|--|
|                   |     | FLUT                | GL  | GERM                | GL  | EMER               | GL  | CPA                 |  |
| <b>Tratamento</b> | 5   | 526,67*             | 5   | 0,02 <sup>ns</sup>  | 5   | 0,47 <sup>ns</sup> | 5   | 45,15 <sup>ns</sup> |  |
| <b>Bloco</b>      | 3   | 50,00 <sup>ns</sup> | 5   | 0,04 <sup>ns</sup>  | 5   | 0,42 <sup>ns</sup> | 5   | 140,89*             |  |
| <b>Resíduo</b>    | 15  | 133,33              | 133 | 0,34                | 133 | 0,23               | 133 | 26,96               |  |
| <b>CV (%)</b>     |     | 55,43               |     | 19,07               |     | 83,32              |     | 71,03               |  |
| F.V               | GL  | CR                  | GL  | CT                  | GL  | PPA                | GL  | PR                  |  |
| <b>Tratamento</b> | 5   | 4,29 <sup>ns</sup>  | 5   | 72,85 <sup>ns</sup> | 5   | 2,01 <sup>ns</sup> | 5   | 0,33 <sup>ns</sup>  |  |
| <b>Bloco</b>      | 5   | 23,34*              | 5   | 251,71*             | 5   | 10,39*             | 5   | 0,70*               |  |
| <b>Resíduo</b>    | 133 | 5,59                | 133 | 48,15               | 133 | 2,71               | 133 | 0,15                |  |
| <b>CV (%)</b>     |     | 43,15               |     | 54,25               |     | 27,54              |     | 49,63               |  |
| F.V               | GL  | PT                  | GL  | DC                  | GL  | NF                 | GL  | EXP                 |  |
| <b>Tratamento</b> | 5   | 3,5 <sup>ns</sup>   | 5   | 0,72 <sup>ns</sup>  | 5   | 4,61 <sup>ns</sup> | 5   | 0,73 <sup>ns</sup>  |  |
| <b>Bloco</b>      | 5   | 15,99*              | 5   | 2,65 <sup>ns</sup>  | 5   | 5,09 <sup>ns</sup> | 5   | 2,68*               |  |
| <b>Resíduo</b>    | 133 | 3,75                | 133 | 1,59                | 133 | 4,22               | 133 | 0,61                |  |
| <b>CV (%)</b>     |     | 28,65               |     | 22,87               |     | 115,54             |     | 48,77               |  |

\*: significativo a 5% e ns: não significativo, pelo teste F

Analisando os dados de densidade das castanhas, mediante análise estatística, observamos uma diferença entre os defensivos agrícolas para as duas variáveis, flutuação em água e submersão em água. As castanhas provenientes de plantas que foram tratadas em campo com oxicloreto de cobre apresentaram-se melhores quando comparadas com as provenientes de plantas tratadas com o produto kumulus, pois a porcentagem de flutuação em água foi menor; mesmo não diferindo estatisticamente das demais. As amostras do tratamento com oxicloreto de cobre se destacam com a menor média de flutuação das sementes em água (Figura 16). Como porcentagem de submersão em água é uma variável inversamente proporcional e complementar a variável flutuação, o observado estatisticamente em flutuação é semelhante ao observado estatisticamente em submersão, ou seja, o defensivo agrícola com maior média foi o oxicloreto de cobre, destacando-se dos demais em quantidade de sementes mais viável a germinação (Figura 16).

Os dados de germinação das castanhas e emergência das plântulas, não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Para a variável de emergência, apresentaram menor porcentagem as castanhas que foram tratadas com os defensivos Trifmine e Recop, mesmo esses dois defensivos apresentando elevadas taxas de germinação, a porcentagem de plântulas perdidas após germinação foi de, aproximadamente, 52% e 60%, respectivamente. O defensivo agrícola com menor perda de plântula após germinação foi o Highcrop (Figura 17).

Segundo Oliveira et al. (2009), a porcentagem de emergência parte do princípio que as sementes que apresentarem um maior percentual de plantas emergidas em condições de campo, são consideradas mais vigorosas pois, proporcionam uma maior taxa de crescimento e acúmulo de matéria seca.

Figura 16 - Percentagem de sementes de cajueiro (clone CCP 76) que flutuaram ou submergiram conforme os tratamentos e moderado ataque de oídio das plantas em condições de campo. Médias da mesma série seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

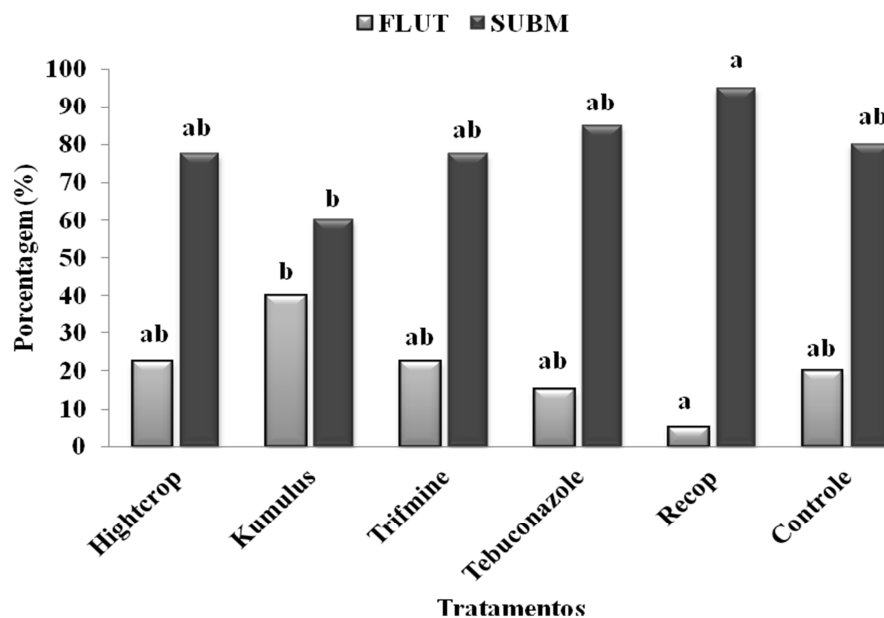
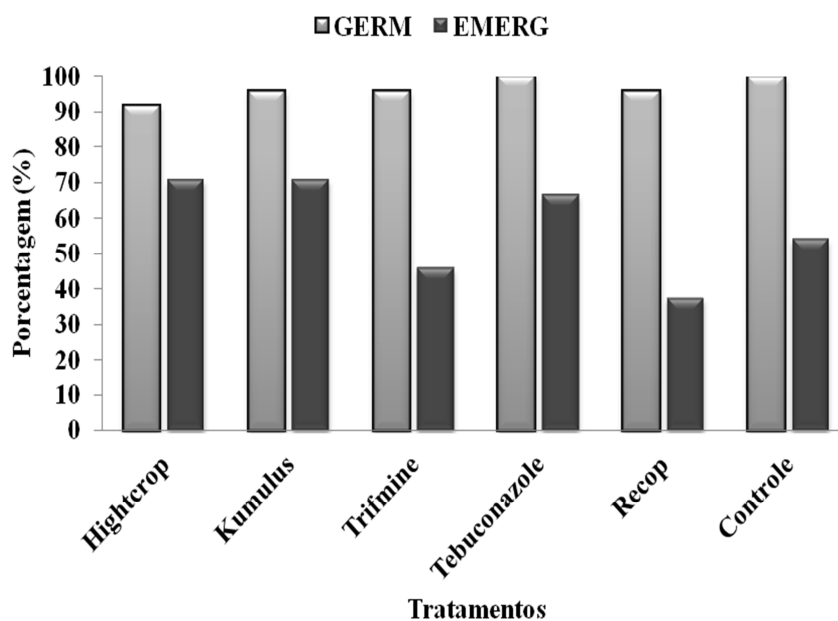


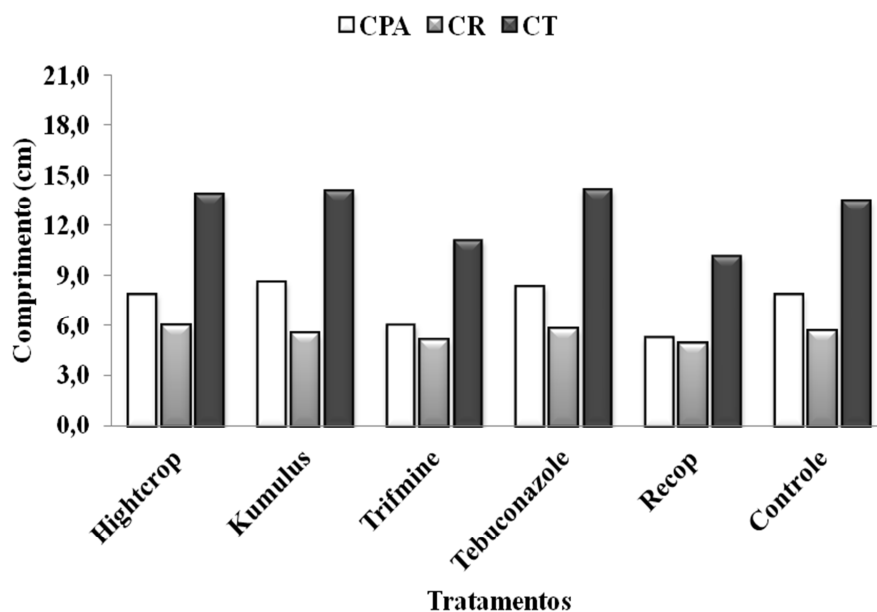
Figura 17 - Percentagens de germinação e emergência das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderadamente atacadas por oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



De acordo com a análise, as variáveis comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) não diferiram estatisticamente. Para todas as variáveis acima citadas, apresentaram menor comprimento as plântulas que foram tratadas com os defensivos Trifmine e Recop . O comprimento total das plântulas tratadas com Trifmine foi de 11,07 cm, representando redução de aproximadamente 22% das plântulas com maior comprimento (14,15 cm), para o Recop o valor foi de 10,02 cm e redução de aproximadamente 28%. (Figura 18).

Segundo Oliveira *et al.* (2009), sementes que produzem plantas com maior altura, são considerados mais vigorosas, pois, originam plantas com maiores taxas de crescimento, em razão de apresentarem maior capacidade de translocação de suas reservas e maior assimilação destas pelo eixo embrionário.

Figura 18 - Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) das plântulas 25 dias após semeio de castanhas provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a diferentes tratamentos e moderadamente atacadas por oídio. Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

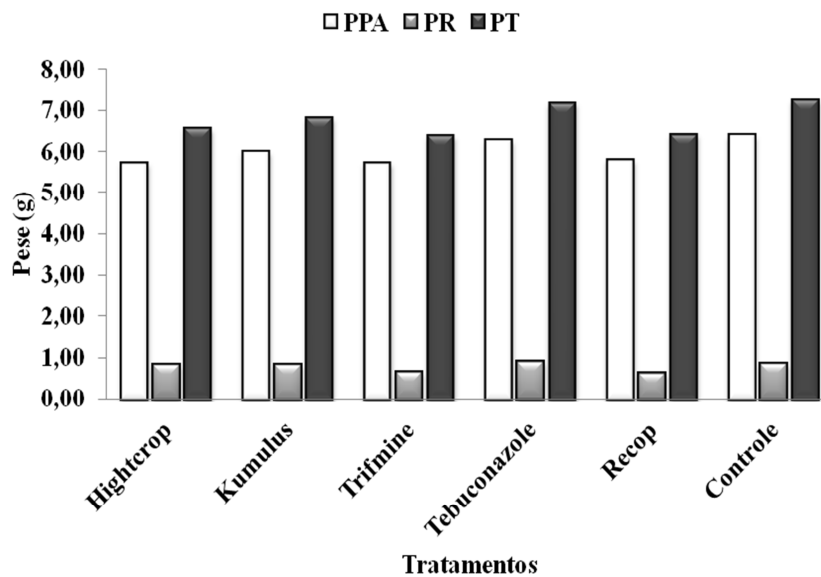


Analisando as variáveis peso da parte aérea (PPA), peso da raiz (PR) e peso total (PT), concluiu-se que não ocorreu diferença estatística. Para todas as variáveis acima citadas, apresentaram menores pesos as plântulas que foram tratadas com os defensivos Trifmine e



Recop. O peso total das plântulas tratadas com Trifmine foi de 6,37 g e para o Recop o valor foi de 6,41 g representando uma redução de aproximadamente 12% para ambos (7,25 g), (Figura 19)

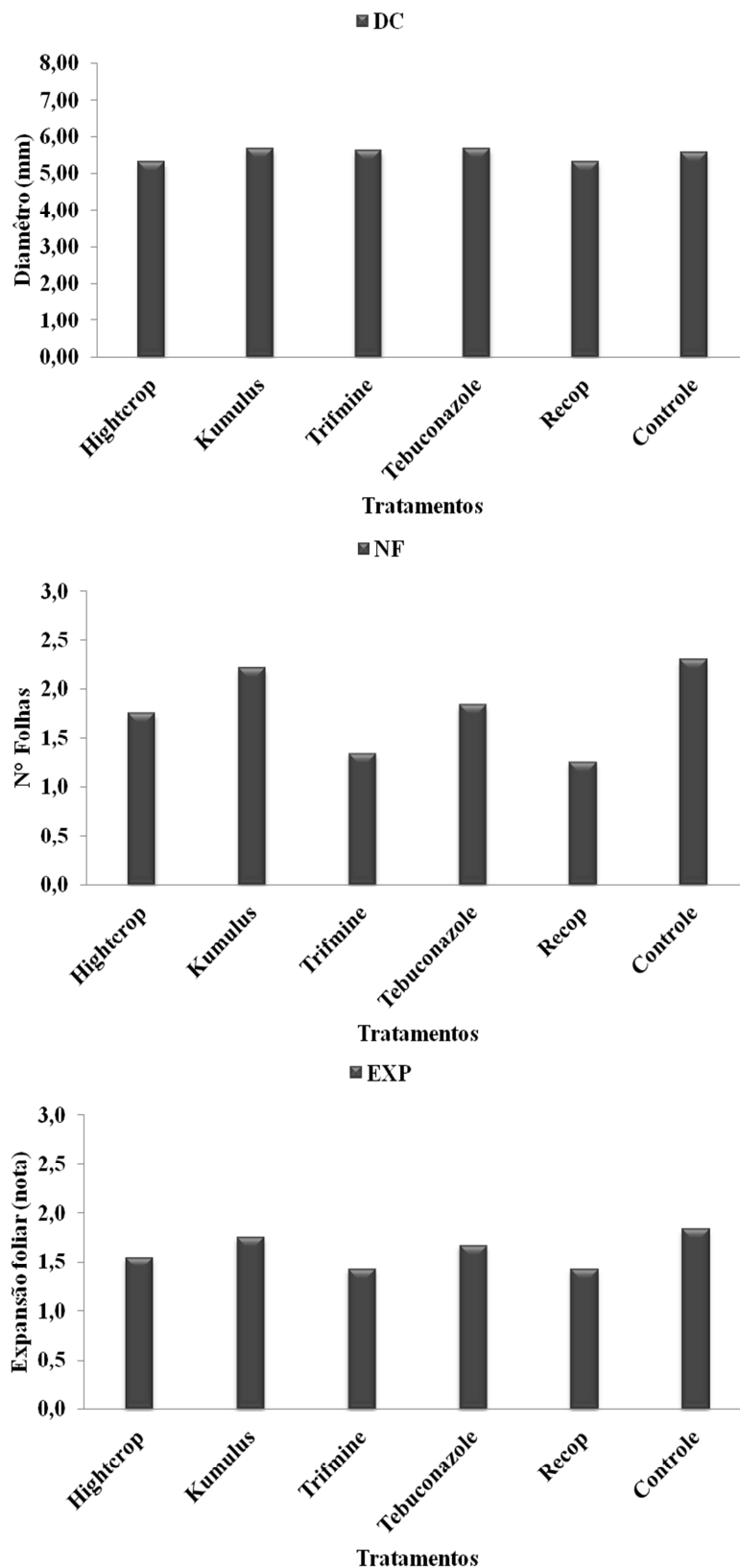
Figura 19 - Peso da parte aérea (PPA), peso da raiz (PR) e peso total (PT) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



De acordo com as variáveis, diâmetro do caule (DC), Número de folhas (NF) e Expansão foliar (EXP), concluiu-se que não ocorreu diferença estatística. Para a variável diâmetro do caule os defensivos agrícolas que apresentaram melhor média foram o Kumulus e o tebuconazole, apesar de ser muito pequena a diferença. Para o número de folhas e expansão foliar, os defensivos que se destacaram foi o Kumulus e a testemunha (Figura 20).

Oliveira *et al.* (2009), comenta que o diâmetro do caule número de folhas são parâmetros bastante utilizado para indicar o vigor de plantas, portanto, sementes que originam plantas com maior diâmetro do caule, são consideradas mais vigorosas.

Figura 20 - Diâmetro do caule (DC), Número de folhas (NF) e Expansão foliar (EXP) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



#### 4.1.2 Segundo teste de germinação

De acordo com a tabela 2 da Análise de variância, todos os fatores estudados (flutuação e submersão; germinação; emergência; comprimento da parte aérea, da raiz e da planta toda; peso da parte aérea, da raiz e total; diâmetro do colo; números de folhas e expansão foliar) não apresentaram diferenças estatística. Podemos assim afirmar que mesmo as castanhas tratadas com enxofre (Highcrop 680 SC 3 ml/L), enxofre (Kumulus® 3 g/L), triflumizole (Trifmine® 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole® 0,75 ml/L) e Oxicloreto de cobre (Recop®, 3g/L) e moderadamente atacadas pelo oídio que vieram do campo, para as análises isso não influenciou, ou seja, nem os produtos e nem o ataque do oídio chegou a interferir na qualidade fisiológica das castanhas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para o segundo teste de germinação em castanhas esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013)

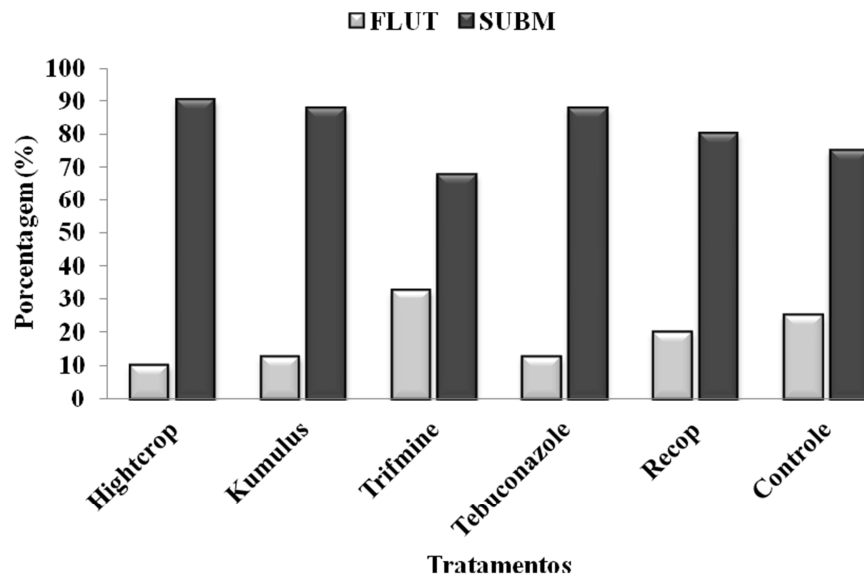
| Fonte de Variação | QM  |                      | QM  |                     | QM  |                    | QM  |                    |
|-------------------|-----|----------------------|-----|---------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|
|                   | GL  | FLUT                 | GL  | GERM                | GL  | EMER               | GL  | CPA                |
| <b>Tratamento</b> | 5   | 307,50 <sup>ns</sup> | 5   | 0,12 <sup>ns</sup>  | 5   | 0,04 <sup>ns</sup> | 5   | 4,67 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>      | 3   | 48,61 <sup>ns</sup>  | 5   | 1,04*               | 5   | 0,40*              | 5   | 36,48*             |
| <b>Resíduo</b>    | 15  | 278,61               | 133 | 0,22                | 133 | 0,12               | 133 | 6,56               |
| <b>CV (%)</b>     |     | 20,54                |     | 81,49               |     | 235,81             |     | 84,61              |
| F.V               | GL  | CR                   | GL  | CT                  | GL  | PPA                | GL  | PR                 |
| <b>Tratamento</b> | 5   | 4,42 <sup>ns</sup>   | 5   | 16,47 <sup>ns</sup> | 5   | 4,33 <sup>ns</sup> | 5   | 0,01 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>      | 5   | 49,51*               | 5   | 166,85*             | 5   | 33,71*             | 5   | 0,12*              |
| <b>Resíduo</b>    | 133 | 5,87                 | 133 | 23,06               | 133 | 6,37               | 133 | 0,03               |
| <b>CV (%)</b>     |     | 100,58               |     | 89,39               |     | 85,80              |     | 116,02             |
| F.V               | GL  | PT                   | GL  | DC                  | GL  | NF                 | GL  | EXP                |
| <b>Tratamento</b> | 5   | 4,71 <sup>ns</sup>   | 5   | 3,16                | 5   | 0,64 <sup>ns</sup> | 5   | 0,04 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>      | 5   | 37,60*               | 5   | 23,93*              | 5   | 4,91*              | 5   | 0,31*              |
| <b>Resíduo</b>    | 133 | 7,07                 | 133 | 3,68                | 133 | 1,78               | 133 | 0,11               |
| <b>CV (%)</b>     |     | 86,27                |     | 88,36               |     | 252,54             |     | 29,43              |

\*: significativo a 5% e ns: não significativo, pelo teste F

Analisando os dados de densidade das castanhas, mediante análise estatística, observamos que não houve diferença entre os defensivos agrícolas para variável flutuação em água. Dentre as castanhas que foram tratadas em campo, as que receberam o defensivo agrícola

Highcrop , apresentaram-se melhores em relação ao defensivo agrícola Trifmine, pois a porcentagem de flutuação em água foi menor; mesmo não diferindo estatisticamente dos demais, o Highcrop se destaca com a menor média de flutuação das sementes em água, conseqüentemente sendo com maior média de flutuação e menor média de submersão sendo o Trifmine (Figura 21).

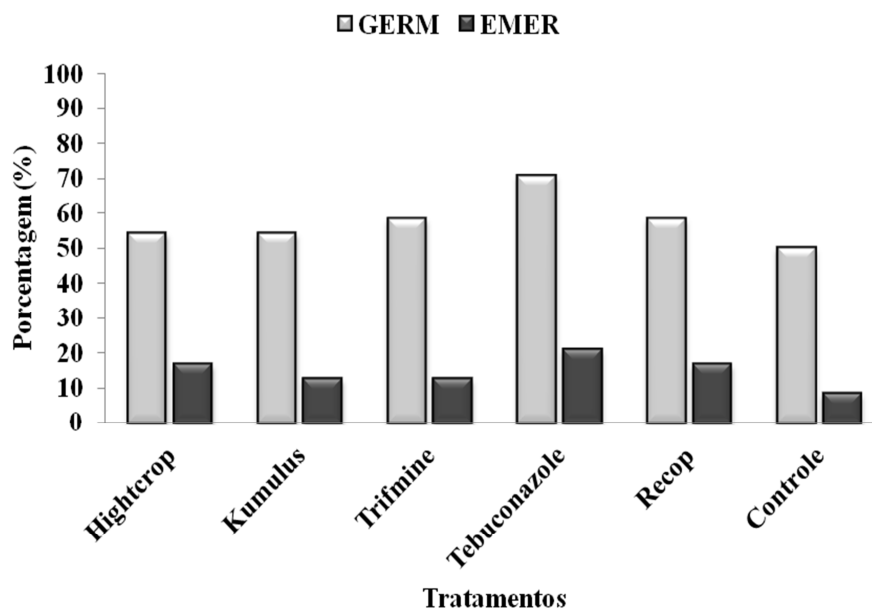
Figura 21 - Percentagem de sementes de cajueiro (clone CCP 76) que flutuaram ou submergiram conforme o tratamento das plantas com moderado ataque de oídio em condições de campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



Observando os dados de germinação e emergência das castanhas, constatou-se não haver diferença estatística entre os tratamentos. Porém para a variável germinação, apresentaram maior porcentagem as castanhas que foram tratadas em campo com os defensivos Tebuconazole, com valor de 71%.

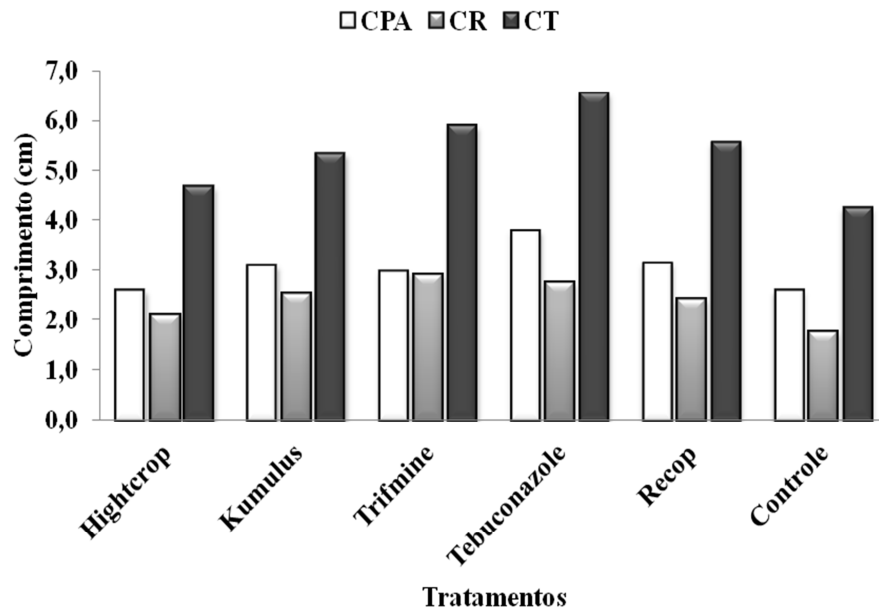
Para a variável de emergência, apresentou menor porcentagem às castanhas que não foram tratadas com os defensivos agrícolas, testemunha, com valor de 50%, mesmo esse apresentando uma considerável taxa de germinação, a porcentagem de plântulas perdidas após germinação foi de, aproximadamente, 30%. Mesmo com ou sem a utilização dos defensivos, pode-se dizer que a germinação e emergência não foram satisfatórias (Figura 22).

Figura 22 - Percentagens de germinação e emergência das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



De acordo com a análise, as variáveis comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) não diferiram estatisticamente. Para todas as variáveis acima citadas, apresentaram menor comprimento as plântulas que não foram tratadas com os defensivos agrícolas e as que foram tratadas com Highcrop. O comprimento total das plântulas não tratadas e tratadas com Highcrop foi de 4,24 cm e 4,68 cm respectivamente, representando redução de aproximadamente 35% e 28% das plântulas com maior comprimento (Tebuconazole com 6,54 cm) (Figura 23).

Figura 23 - Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



Analisando as variáveis: peso da parte aérea (PPA), peso da raiz (PR) e peso total (PT), concluiu-se que não ocorreu diferença estatística. Para todas as variáveis acima citadas, apresentaram menor peso as plântulas que não foram tratadas e as que foram tratadas com o defensivos Highcrop. O peso total das plântulas não tratadas com foi de 2,66 g e para o Highcrop o valor foi de 2,66 g representando uma redução de aproximadamente 31% para ambos (3,83 g), (Figura 24).

De acordo com as variáveis, diâmetro do caule (DC), Número de folhas (NF) e Expansão foliar (EXP), concluiu-se que não ocorreu diferença estatística. Para a variável diâmetro do caule, o defensivo agrícola que apresentou melhor média foi o Tebuconazole, apesar de essa diferença não ser tão relevante. Para o número de folhas e expansão foliar, os defensivos que se destacaram foi o Highcrop, Tebuconazole e Recop (Figura 25).

Figura 24 - Peso da parte de aérea (PPA), peso da raiz (PR) e peso total (PT) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

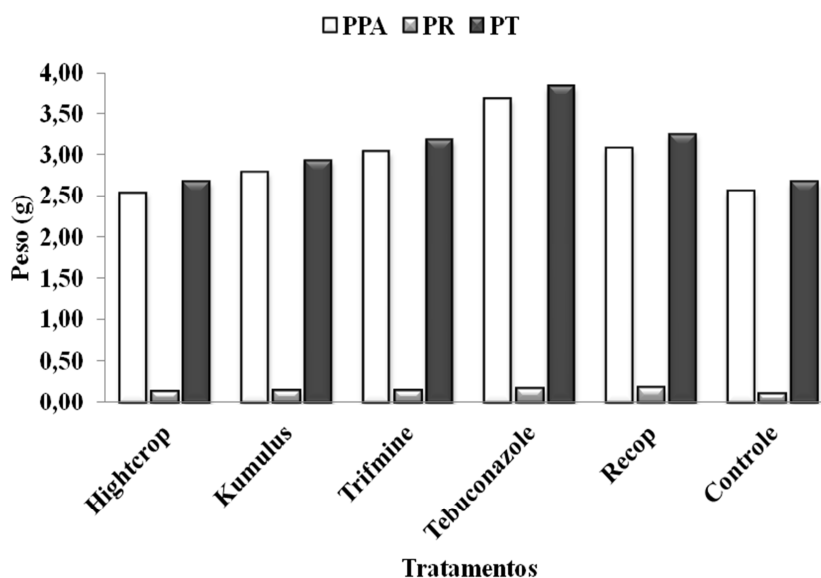
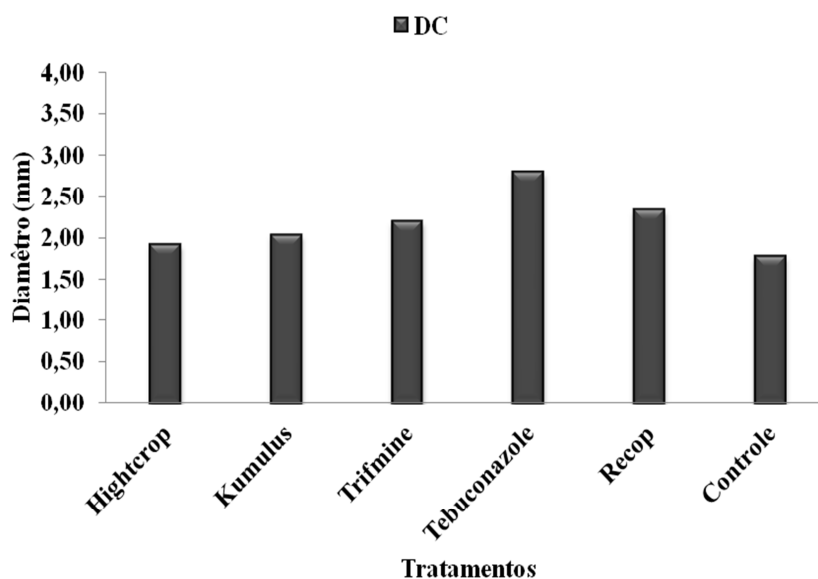
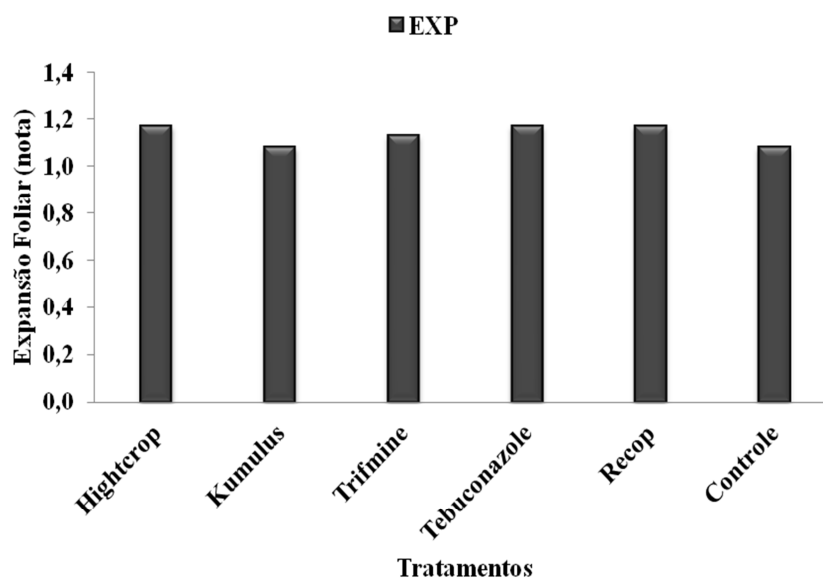
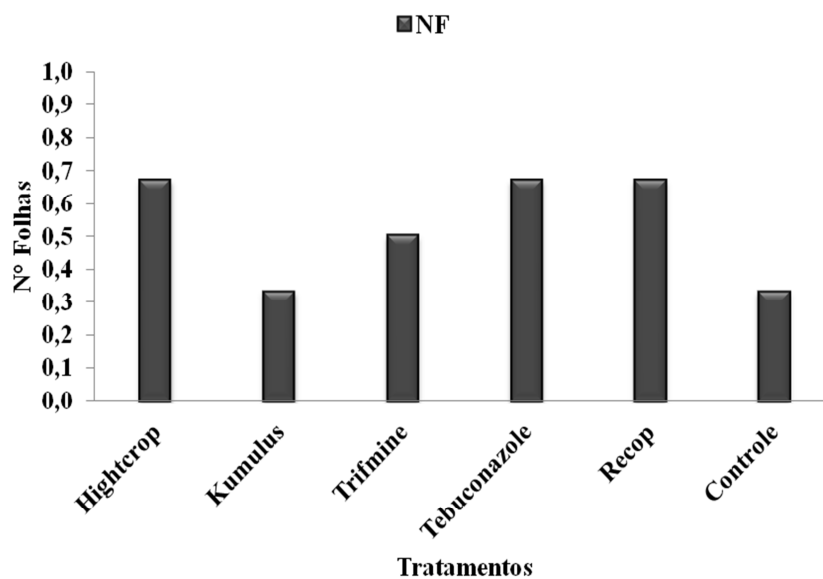


Figura 25 - Diâmetro do caule (DC), Número de folhas (NF) e Expansão foliar (EXP) das plântulas de cajueiro (Clone CCP 76) 25 dias após semeio de castanhas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)





## 4.2 Avaliação Microbiológica

### 4.2.1 Análise microbiológica em castanhas

Diante da tabela 3 da Análise de variância, podemos observar que a maioria dos fungos estudados (*Aspergillus* (ASP); *Eurotium* (EUR); *Cladosporium* (CLA)) não apresentaram diferenças estatísticas. Podemos assim afirmar que mesmo as plantas tratadas com enxofre



(Highcrop 680 SC 3 ml/L), enxofre (Kumulus<sup>®</sup> 3 g/L), triflumizole (Trifmine<sup>®</sup> 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole<sup>®</sup> 0,75 ml/L) e Oxicloreto de cobre (Recop<sup>®</sup>, 3g/L) e moderadamente atacadas pelo oídio que vieram do campo, para as análises isso não influenciou, ou seja, nem os produtos e nem o ataque do oídio chegou a interferir na quantidade e nos fungos que apareceram nas castanhas, já que esses são os mais comumente encontrados. Porém para o fungo *Penicilium* (PEN) houve diferença estatística pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

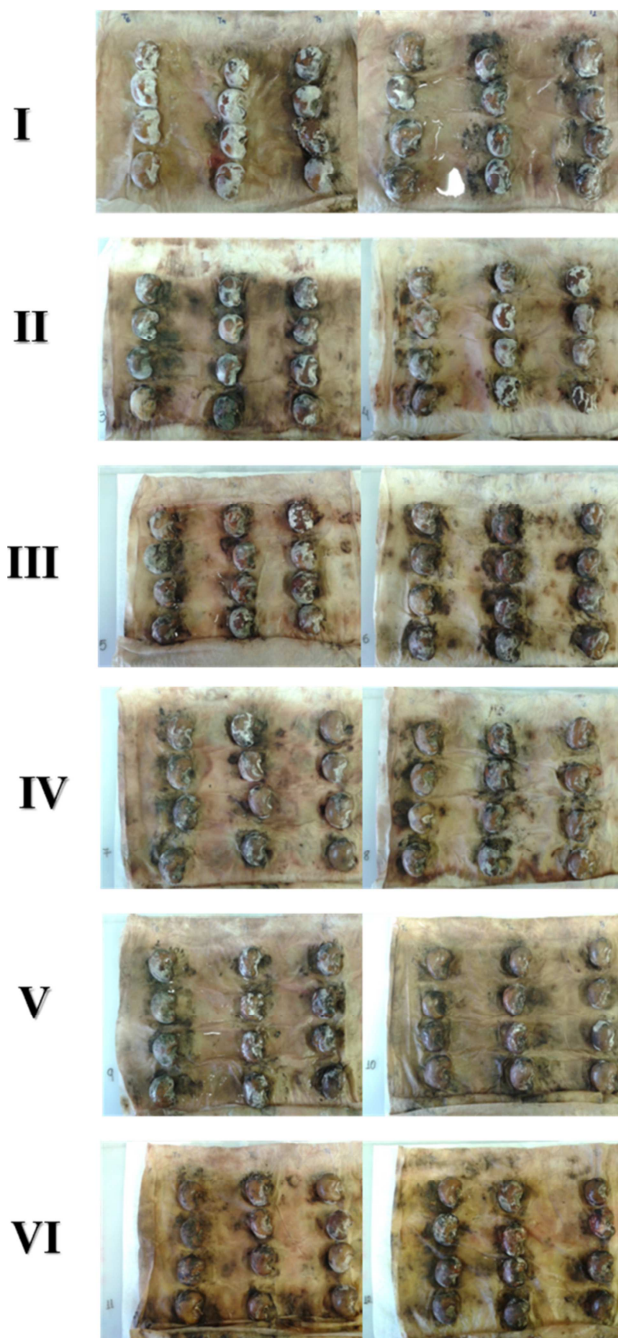
Tabela 3 – Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para a avaliação microbiológica em castanhas esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013)

| Fonte de Variação | GL | QM                  | QM       | QM                  | QM                  |
|-------------------|----|---------------------|----------|---------------------|---------------------|
|                   |    | ASP                 | PEN      | EUR                 | CLA                 |
| <b>Tratamento</b> | 5  | 31,25 <sup>ns</sup> | 2309,03* | 69,44 <sup>ns</sup> | 17,36 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>      | 5  | 31,25 <sup>ns</sup> | 2559,03* | 27,78 <sup>ns</sup> | 17,36 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>    | 25 | 56,25               | 717,36   | 69,44               | 17,36               |
| <b>CV (%)</b>     |    | 7,66                | 48,82    | 300,00              | 87,44               |

\*: significativo a 5% e ns:não significativo, pelo teste F

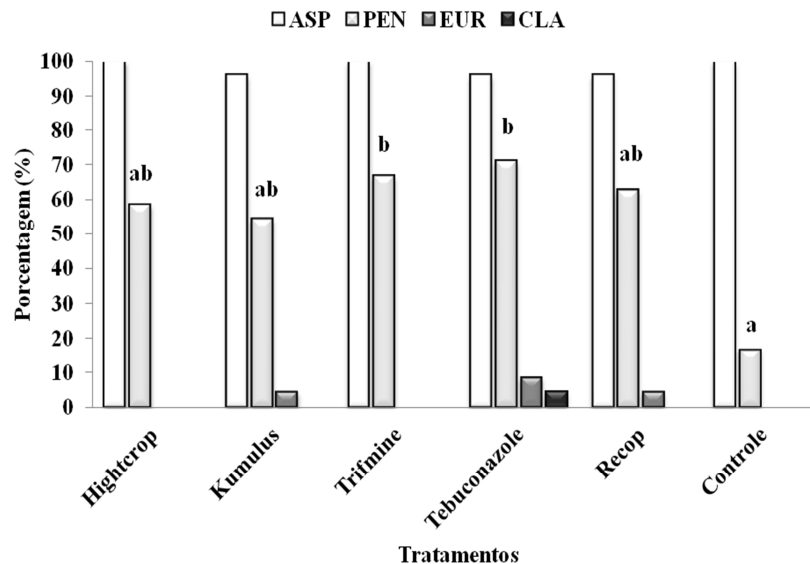
Analisando os dados microbiológicos das castanhas, mediante análise estatística, observamos que não houve diferença entre os defensivos agrícolas para as três fungos *Aspergillus* (ASP), *Eurotium* (EUR) e *Cladosporium* (CLA), porém apresentou diferença estatística para o fungo *Penicilium* (PEN). Independente do defensivo agrícola utilizado as castanhas apresentaram elevadas porcentagens de *Aspergillus*, nos tratamentos com Highcrop, Trifmine e testemunha a incidência foi de 100%. A incidência do fungo *Eurotium* não foi visível em três dos seis tratamentos utilizados, sendo esses Highcrop, Trifmine e Testemunha. O fungo *Cladosporium* foi visível apenas nas castanhas que foram tratadas com Tebuconazole. Os defensivos Trifmine e Tebuconazole apresentaram maior infestação de *Penicilium* com porcentagem de 67% e 71% respectivamente, diferenciando da testemunha (17%) (Figura 26 e 27).

Figura 26. Teste microbiológico em castanhas realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)



Viana *et al.* (2003), estudando fungos associados a sementes de sapotizeiro perceberam que *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., ocorreram com elevada frequência, embora não sejam primariamente patógenos de sementes, podem comprometer a qualidade das mesmas.

Figura 27 - *Aspergillus* (ASP), *Eurotium* (EUR) e *Cladosporium* (CLA) na semente de cajueiro (Clone CCP 76) advindas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, porém para *Penicilium* (PEN) houve diferença pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância (Fortaleza, 2013)



#### 4.2.2 Análise microbiológica em amêndoas

Como observado na tabela 3 da Análise de variância, podemos afirmar que todos os fungos estudados (*Aspergillus* (ASP); *Penicilium* (PEN), *Eurotium* (EUR); *Cladosporium* (CLA) e *Curvularia* (CUR)) não apresentaram diferenças estatísticas a 5% de significância. Podemos assim, confirmar que mesmo as plantas tratadas com enxofre (Hightcrop 680 SC 3 ml/L), enxofre (Kumulus<sup>®</sup> 3 g/L), triflumizole (Trifmine<sup>®</sup> 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole<sup>®</sup> 0,75 ml/L) e Oxiclóreto de cobre (Recop<sup>®</sup>, 3g/L) e moderadamente atacadas pelo oídio que vieram do campo, para as análises isso não influenciou, ou seja, nem os produtos e nem o ataque do oídio chegou a interferir na quantidade e nos fungos que apareceram nas amêndoas, já que esses são os mais comumente encontrados.

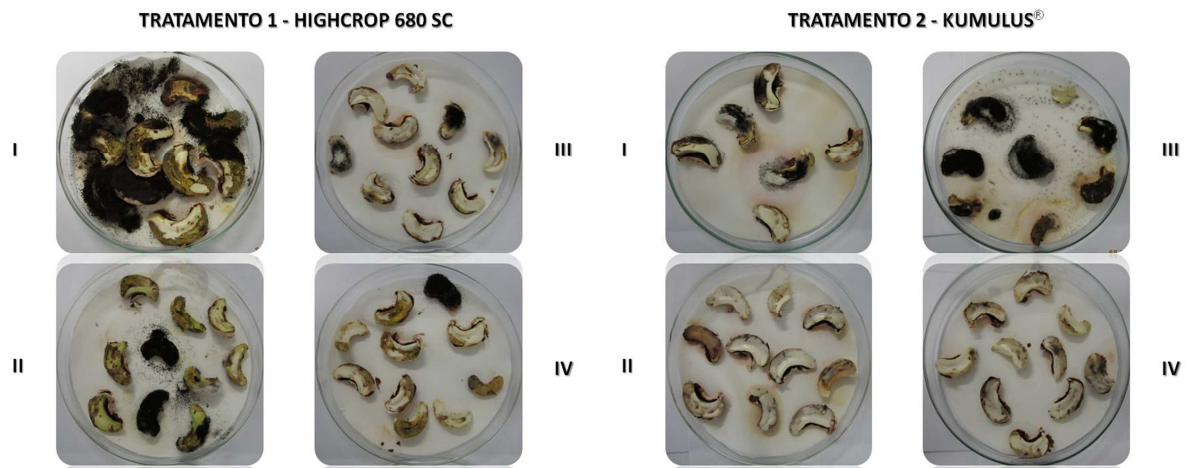
Tabela 4 – Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para a avaliação microbiológica em amêndoas de cajueiro ano sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013)

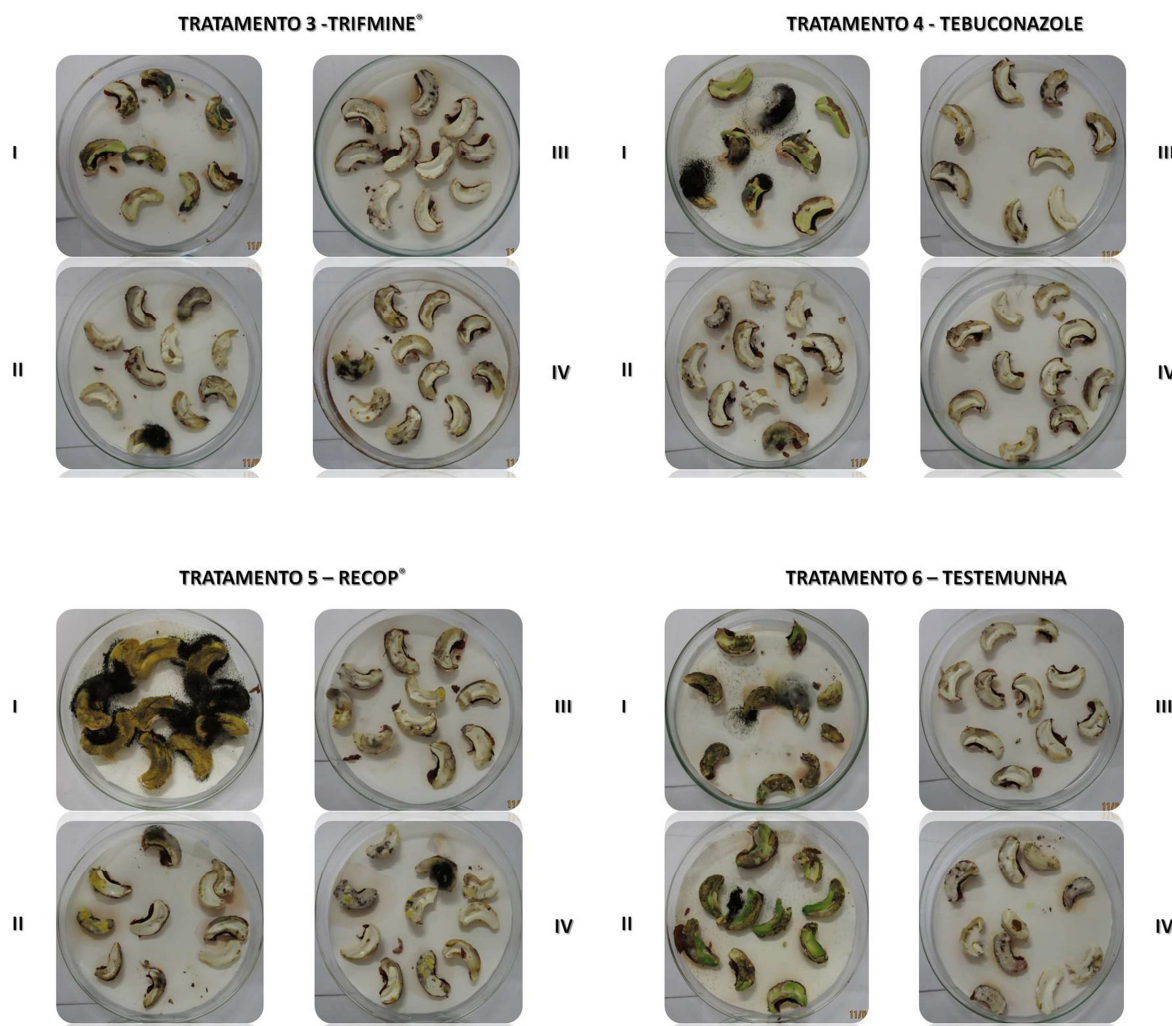
| Fonte de Variação | GL | QM                   | QM                   | QM                 | QM                   | QM                 |
|-------------------|----|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|                   |    | ASP                  | PEN                  | EUR                | CLA                  | CUR                |
| <b>Tratamento</b> | 5  | 683,13 <sup>ns</sup> | 186,04 <sup>ns</sup> | 1110 <sup>ns</sup> | 249,01 <sup>ns</sup> | 4,17 <sup>ns</sup> |
| <b>Bloco</b>      | 3  | 731,25 <sup>ns</sup> | 197,57 <sup>ns</sup> | 2550 <sup>ns</sup> | 25,95 <sup>ns</sup>  | 4,17 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>    | 15 | 606,88               | 75,90                | 443,33             | 100,12               | 4,17 <sup>ns</sup> |
| <b>CV (%)</b>     |    | 164,33               | 167,27               | 120,32             | 181,24               | 489,90             |

\*: significativo a 5% e ns: não significativo, pelo teste F

Analisando os dados microbiológicos das castanhas, mediante análise estatística, observamos que não houve diferença entre os defensivos agrícolas para os cinco fungos: *Aspergillus* (ASP), *Penicilium* (PEN), *Eurotium* (EUR), *Cladosporium* (CLA) e *Curvularia* (CUR). Independente do defensivo agrícola utilizado, as amêndoas apresentaram elevadas porcentagens de *Aspergillus*. Em Trifmine, tebuconazole e Recop a incidência foi de 67%, 71% e 67%, respectivamente (figura 28).

Figura 28 - Teste microbiológico em amêndoas realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)



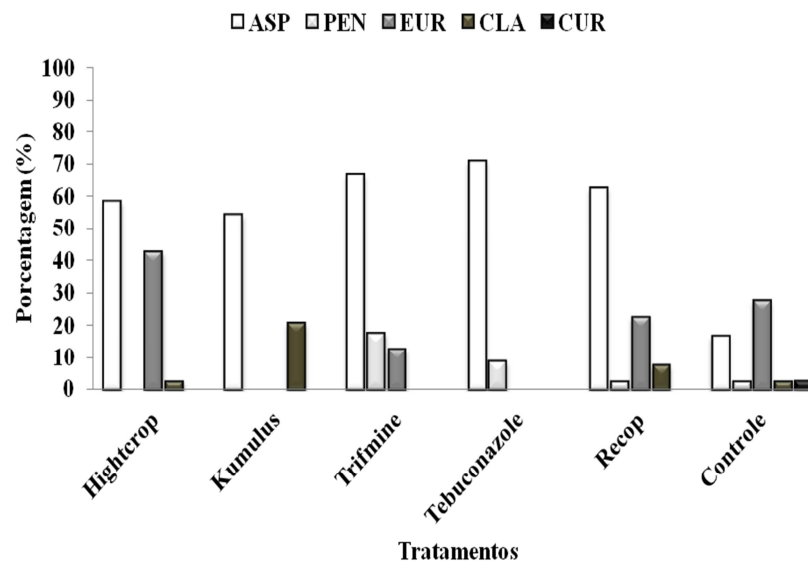


As amêndoas provenientes de plantas tratadas com Trifmine e Tebuconazole apresentaram maiores infestações de *Penicillium* com porcentagem de 18% e 9%, respectivamente. A incidência do fungo *Eurotium* não foi visível em amêndoas de dois dos seis tratamentos utilizados, Kumulus e Tebuconazole. O fungo *Cladosporium* não foi visível nas amêndoas provenientes de plantas tratadas com Trifmine e Tebuconazole. O fungo *Curvularia* (CUR) foi visível apenas nas amêndoas provenientes de plantas que não foram tratadas, sugerindo que os defensivos utilizados em campo contribuíram para inibição de *Curvularia* (Figura 29).

Corroborando com os dados dos fungos encontrados nesse trabalho, Freire e Barguil (2001), destacaram as espécies de *Aspergillus* e de *Penicillium*, as quais ocorrem sempre em percentuais mais elevados, além de serem potencialmente produtoras de micotoxinas (metabólitos secundários que podem provocar sérios prejuízos à saúde do homem e de animais domésticos). Nesse trabalho os autores citam, além dos cinco fungos encontrado,

mais 62 fungos que foram isolados da amêndoa de castanha de caju, isso em castanhas oriundas de diferentes estados do Nordeste: Bahia, Ceará, Piauí e Rio Grande do norte.

Figura 29 - *Aspergillus* (ASP), *Penicilium* (PEN), *Eurotium* (EUR), *Cladosporium* (CLA) e *Curvularia* do cajueiro (Clone CCP 76) advindas de amêndoas de castanhas oriundas de plantas submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio no campo. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



### 4.3 Análise da Severidade

Os dados de severidade do oídio nas castanhas não possibilitaram a constatação de diferenças estatísticas entre as amostras provenientes de plantas dos tratamentos de campo mencionados. Entretanto, os valores intermediários, nota 2 na escala usada, revelou a maior frequência (47%). Amostras obtidas das plantas que não receberam aplicação de defensivos (testemunha) apresentou maior severidade (Figura 30 e 31).

Para a análise do fator período de aplicação, observa-se que independente do período o comportamento de todas as notas foram semelhantes com maior porcentagem na nota dois (N2) e menor percentual para a nota zero (N0) (Figura 32).

Figura 30- Análise de severidade da doença realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)

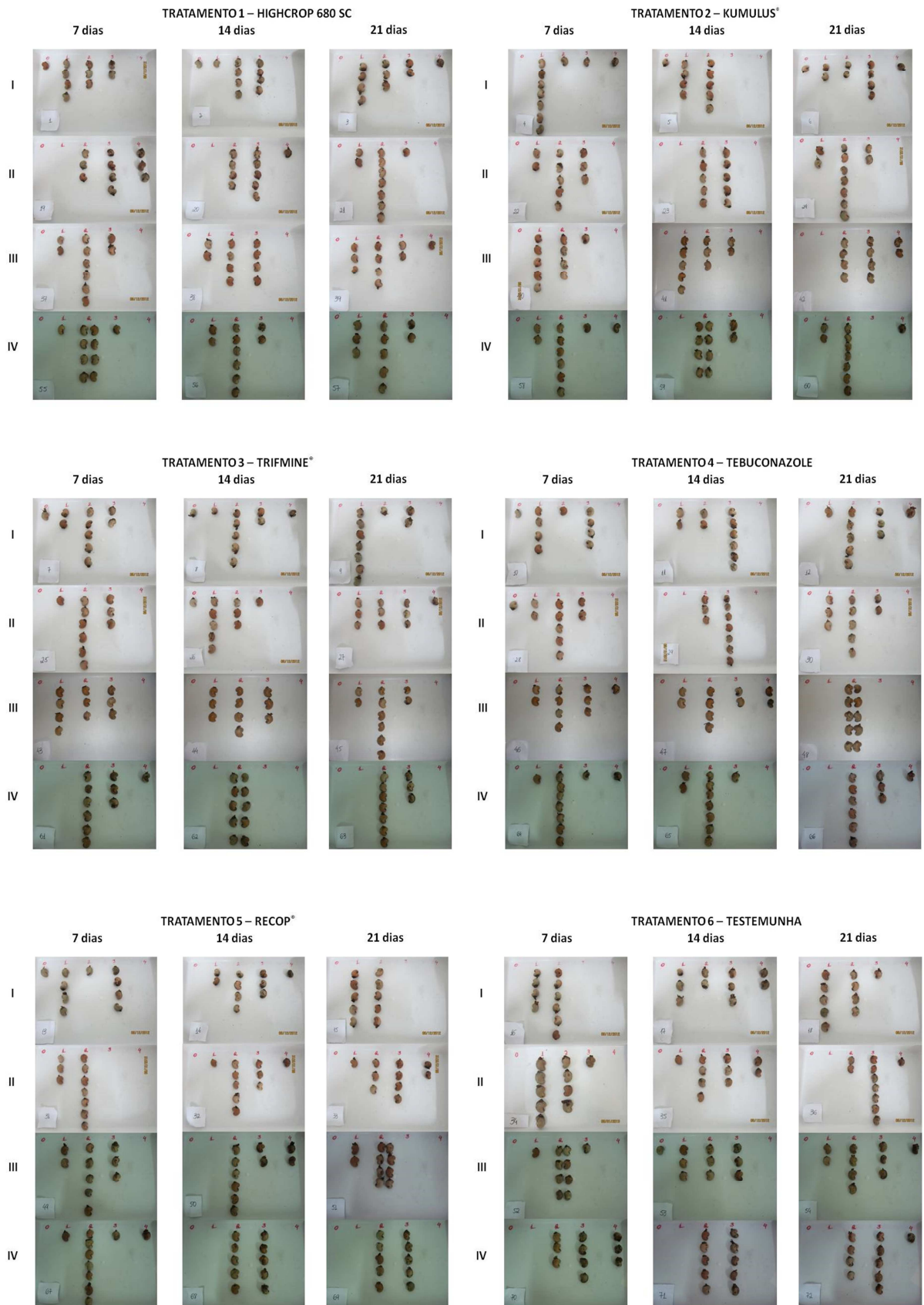


Figura 31 - Frequência de notas de severidade (0 - ausência de lesões (0%) (N0); 1 - lesões cobrindo até 25% da castanha (N1); 2 - lesões cobrindo até 50% da castanha (N2); 3 - lesões cobrindo até 75% da castanha (N3) e 4 - lesões atingindo 100% da castanha (N4) de castanhas provenientes de plantas de cajueiro (CCP-76) submetidas a diferentes tratamentos e moderado ataque de oídio em campo. Barras representam médias de 10 castanhas. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

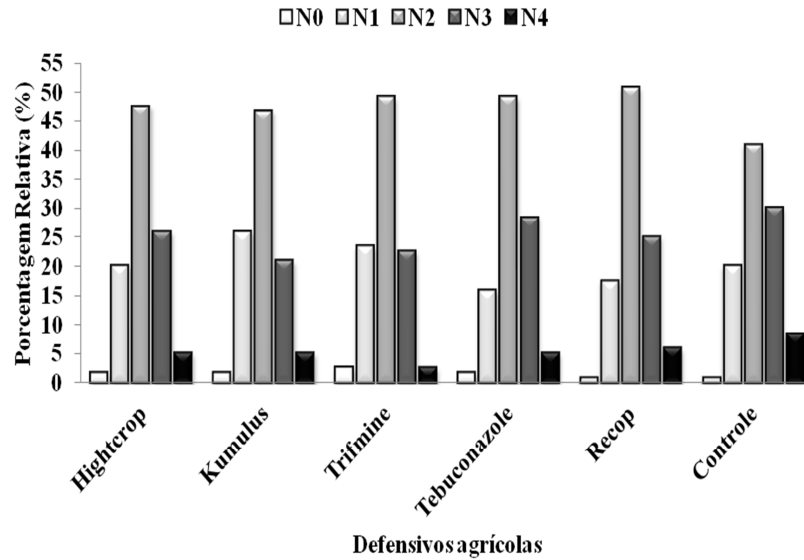
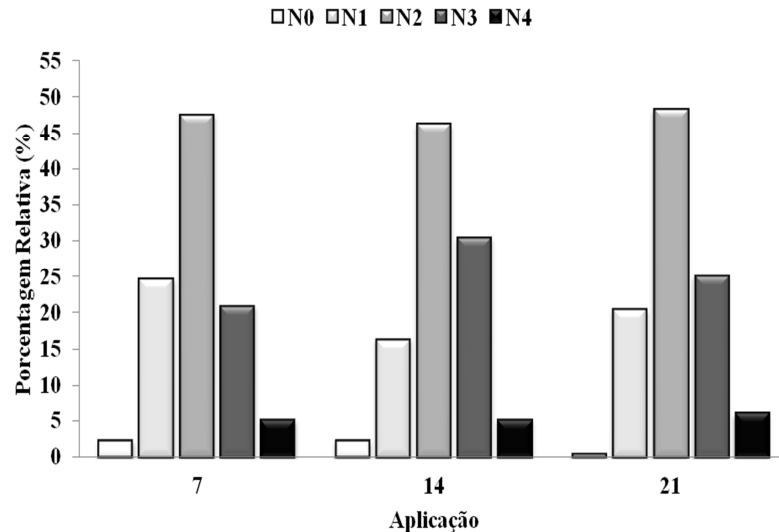


Figura 32 - Frequência de notas de severidade 0 - ausência de lesões (0%) (N0); 1 - lesões cobrindo até 25% da castanha (N1); 2 - lesões cobrindo até 50% da castanha (N2); 3 - lesões cobrindo até 75% da castanha (N3) e 4 - lesões atingindo 100% da castanha (N4) de castanhas provenientes de plantas de cajueiro (CCP-76) submetidas a diferentes aplicações (7, 14 e 21 dias). Barras representam médias de 10 castanhas. Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)





#### 4.4 Análises da Qualidade da Amêndoa

Como observado na tabela 5 de Análise de variância, todos os dos tratamentos estudados (Peso total das amêndoas de castanha de caju; peso médio das amêndoas; calibragem; abertura de cotilédones; frequência de cotilédones abertos; percentual de rendimento industrial; percentual de inteiras sadias; percentual de brocadas, manchadas, roxas e estragadas; quebradas) não apresentaram diferenças estatística. Podemos assim afirmar que mesmo as castanhas tratadas com enxofre (Highcrop 680 SC 3 ml/L), enxofre (Kumulus® 3 g/L), triflumizole (Trifmine® 0,5 g/L), tebuconazole (Tebuconazole® 0,75 ml/L) e Oxicloreto de cobre (Recop®, 3g/L) e moderadamente atacadas pelo oídio que vieram do campo, para as análises de qualidade não influenciou, ou seja, nem os produtos e nem o ataque do oídio chegou a interferir na qualidade fisiológica e comercial das castanhas. Porém para o fator frequência com relação ao período de aplicação, se portou com diferença estatística a 5% de significância.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (Quadrado Médio – QM) para análises da qualidade da amêndoa em castanhas não esterilizadas de cajueiro anão sob seis tratamentos realizados em campo (Fortaleza, 2013)

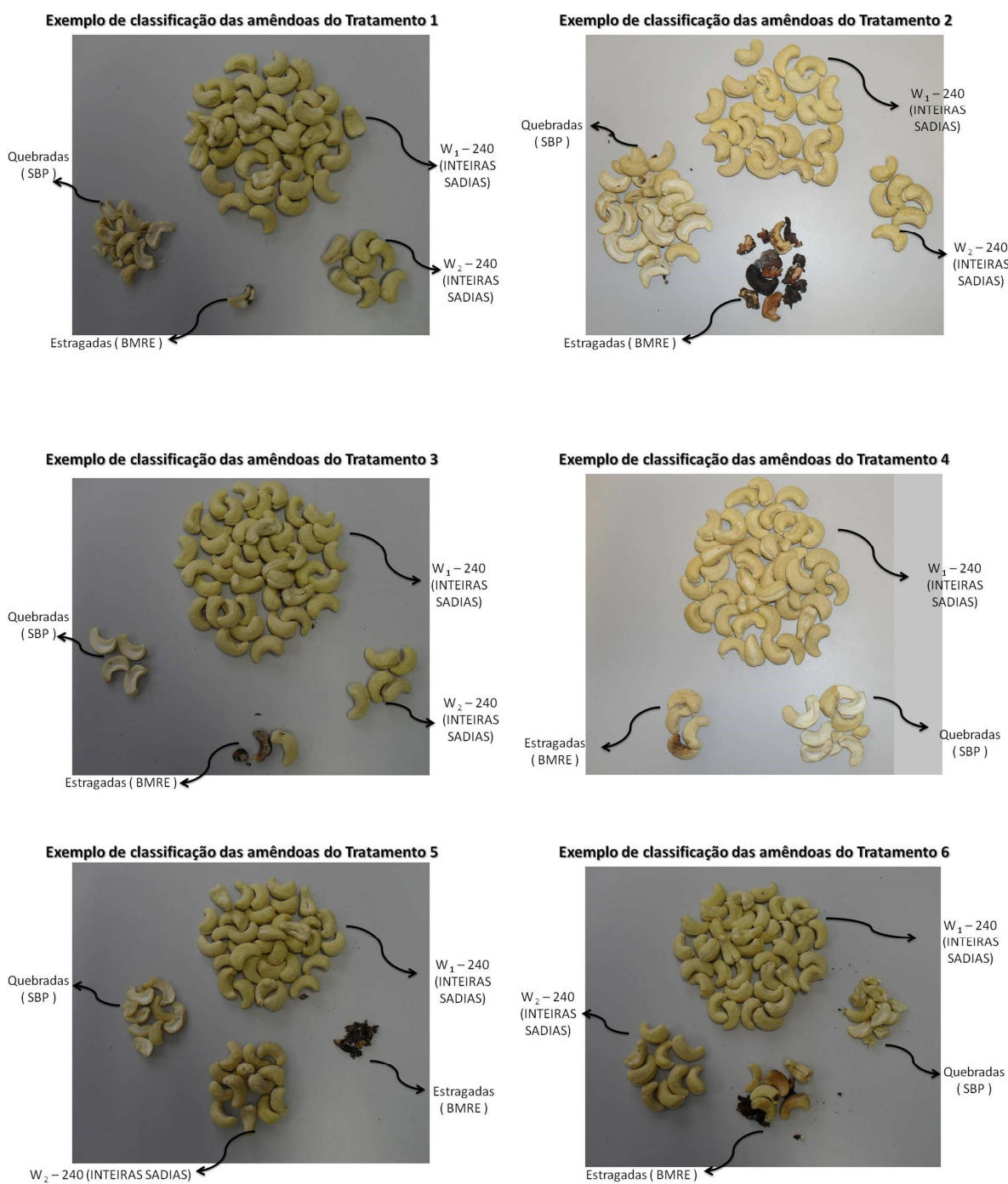
| Fonte de Variação     | GL | QM                  | QM                   | QM                  | QM                   | QM                   |
|-----------------------|----|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                       |    | PTACC               | PMA                  | CALIB               | ABCOT                | FREQ                 |
| <b>Tratamento (T)</b> | 5  | 74,49 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup>   | 2,42 <sup>ns</sup>  | 0,26 <sup>ns</sup>   | 54,66 <sup>ns</sup>  |
| <b>Aplicação(P)</b>   | 2  | 12,82 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup>   | 1,68 <sup>ns</sup>  | 0,04 <sup>ns</sup>   | 402,13*              |
| <b>(T) x (P)</b>      | 10 | 57,07 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup>   | 0,40 <sup>ns</sup>  | 0,18 <sup>ns</sup>   | 208,46 <sup>ns</sup> |
| <b>Resíduo</b>        | 51 | 101,99              | 0,01                 | 1,25                | 0,22                 | 121,08               |
| <b>CV (%)</b>         |    | 8,49                | 5,63                 | 4,52                | 20,41                | 30,53                |
| F.V                   | GL | RI                  | IS                   | BMRE                | QUEB                 |                      |
| <b>Tratamento (T)</b> | 5  | 2,97 <sup>ns</sup>  | 145,44 <sup>ns</sup> | 16,30 <sup>ns</sup> | 89,95 <sup>ns</sup>  |                      |
| <b>Aplicação(P)</b>   | 2  | 0,52 <sup>ns</sup>  | 73,94 <sup>ns</sup>  | 10,10 <sup>ns</sup> | 137,42 <sup>ns</sup> |                      |
| <b>(T) x (P)</b>      | 10 | 2,28 <sup>ns</sup>  | 61,95 <sup>ns</sup>  | 62,16 <sup>ns</sup> | 35,11 <sup>ns</sup>  |                      |
| <b>Resíduo</b>        | 51 | 4,08                | 122,35               | 62,76               | 48,59                |                      |
| <b>CV (%)</b>         |    | 8,50                | 13,99                | 83,80               | 60,57                |                      |

\*: significativo a 5% e ns: não significativo, pelo teste F

Quando consideramos o fator defensivo agrícola não observamos diferença estatística entre os valores, porém o defensivo Trifmine foi o que apresentou menor massa de amêndoa. Partindo para análise do fator período de aplicação, observa-se que independente do

período, as amêndoas tiveram comportamento semelhantes no que diz respeito ao peso total. Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 33 e 34).

Figura 33 - Classificação das amêndoas doença realizado no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, 2013)



Levando em consideração o fator defensivo agrícola para o peso médio das amêndoas, não observamos diferença estatística entre os valores, porém o defensivo que obteve uma discreta inferioridade ao demais foi o Recop, ou seja, foi o que apresentou menor massa de amêndoa. Para análise do fator período de aplicação, observa-se que independente do período, as amêndoas tiveram comportamento semelhantes no que diz respeito ao peso médio. Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 35).

Figura 34 - Peso total das amêndoas de castanhas de caju (PTACC) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

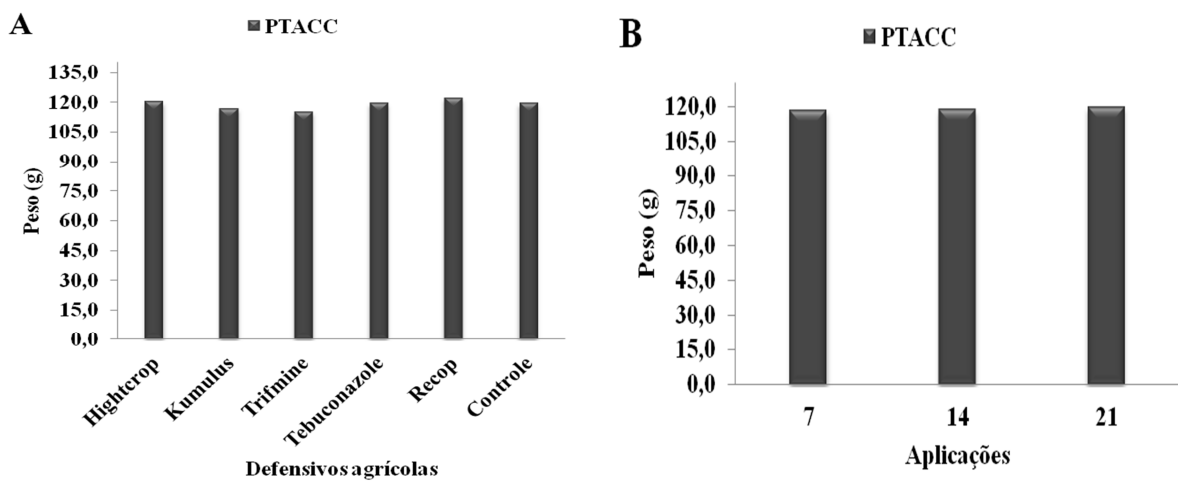
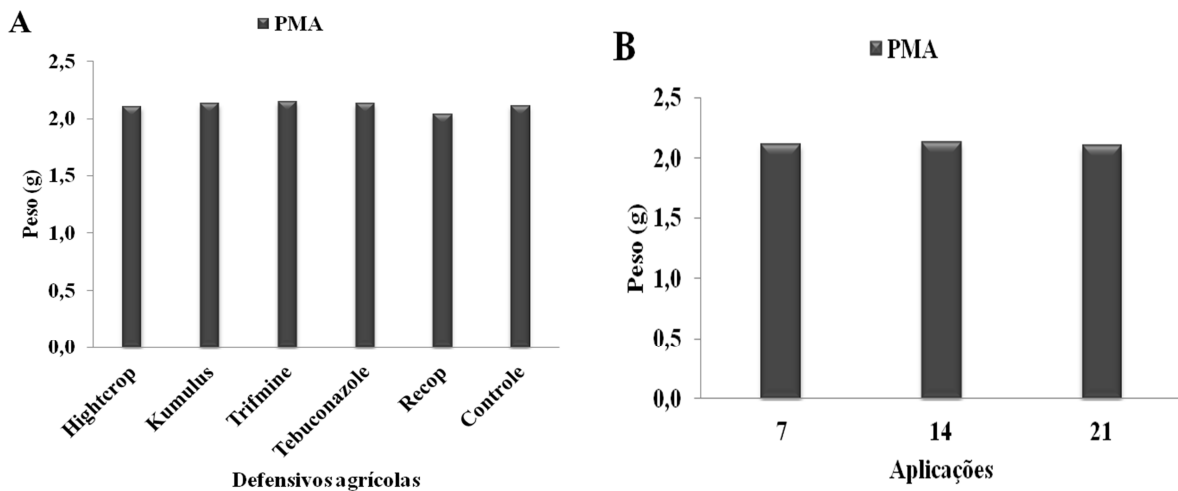
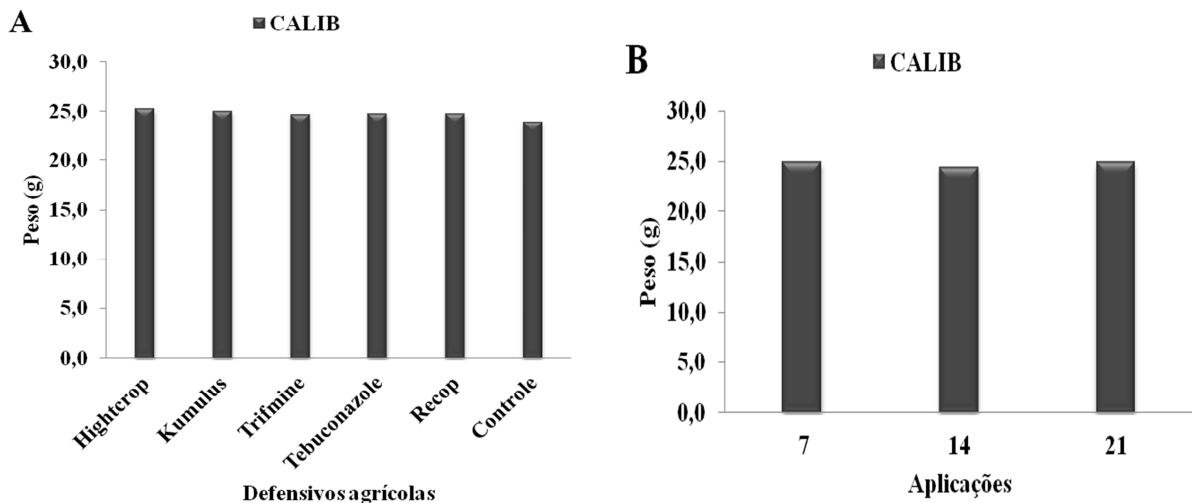


Figura 35 - Peso médio das amêndoas (PMA) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



Quando levamos em consideração o fator defensivo agrícola para calibragem das amêndoas, que constitui o número de amêndoas em uma amostra de 50 g, não observamos diferença estatística entre os valores, porém o que obteve uma discreta inferioridade aos demais foi a testemunha, ou seja, foi o que apresentou menor número de amêndoa. Para análise do fator período de aplicação, observa-se que independente do período, as amêndoas tiveram comportamento semelhantes no que diz respeito à calibragem. Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 36)

Figura 36 - Calibragem (CALIB) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP- 76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



Quando consideramos o fator defensivo agrícola não observamos diferença estatística entre os valores para a abertura de cotilédones, porém a testemunha que não passou por nenhum tipo de tratamento com defensivo agrícola, obteve um maior número de amêndoas com cotilédones abertos. Analisando o fator período de aplicação, observa-se que independente do período, as amêndoas tiveram comportamento semelhantes para as notas recebidas (Variando de 0 a 3). Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 37).

Considerando o fator defensivo agrícola, não observamos diferença estatística entre os valores para a frequência de amêndoas com cotilédones abertos, porém as castanhas que foram tratadas em campo com kumulus, obtiveram uma maior frequência. Analisando o fator período de aplicação, observa-se que houve diferença estatística, de forma que a maior média de frequência foi observado no período de sete dias, diferenciando este do período de aplicação de quatorze dias (Figura 38).

Figura 37 - Abertura de cotilédones (AB COT) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

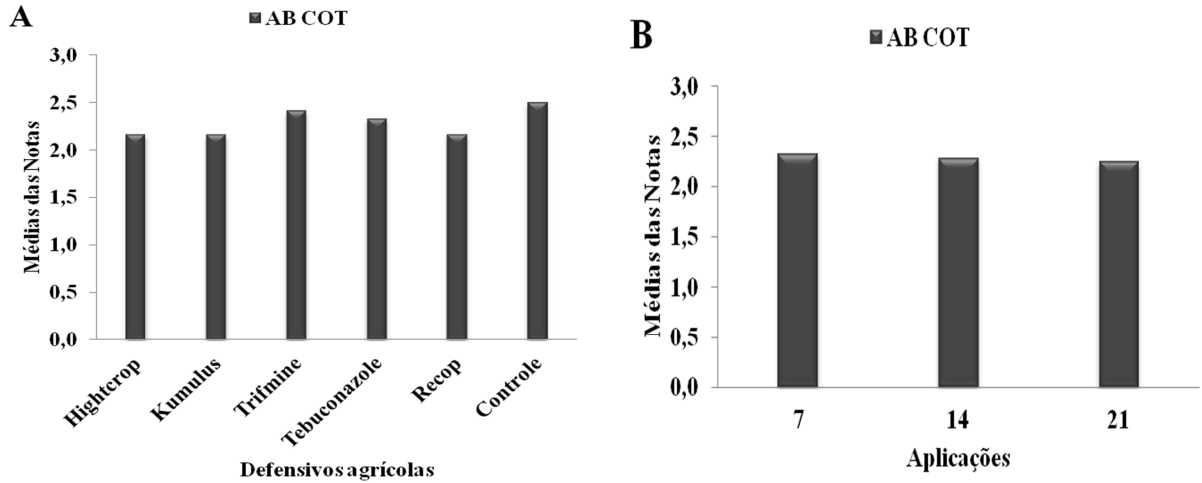
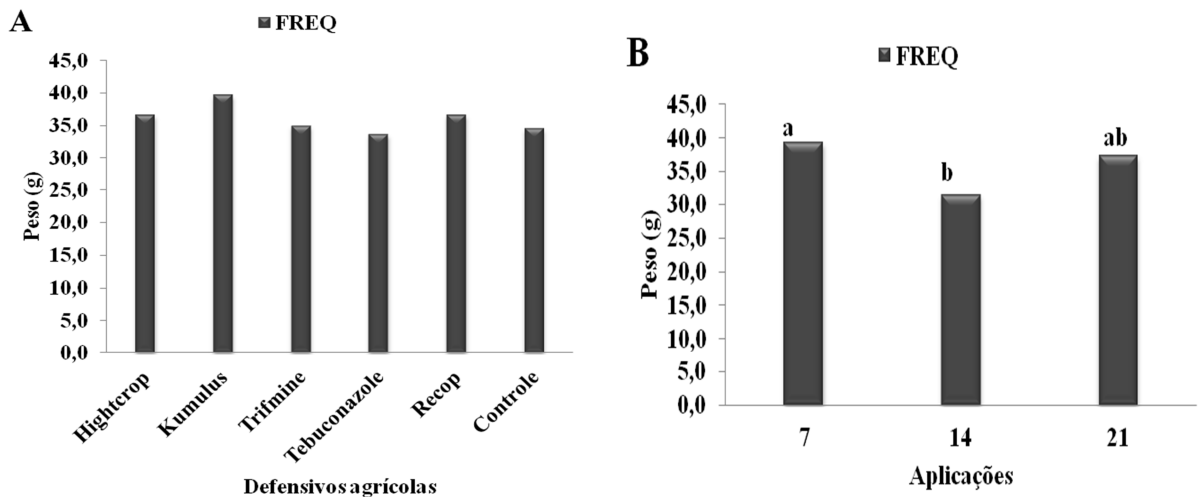


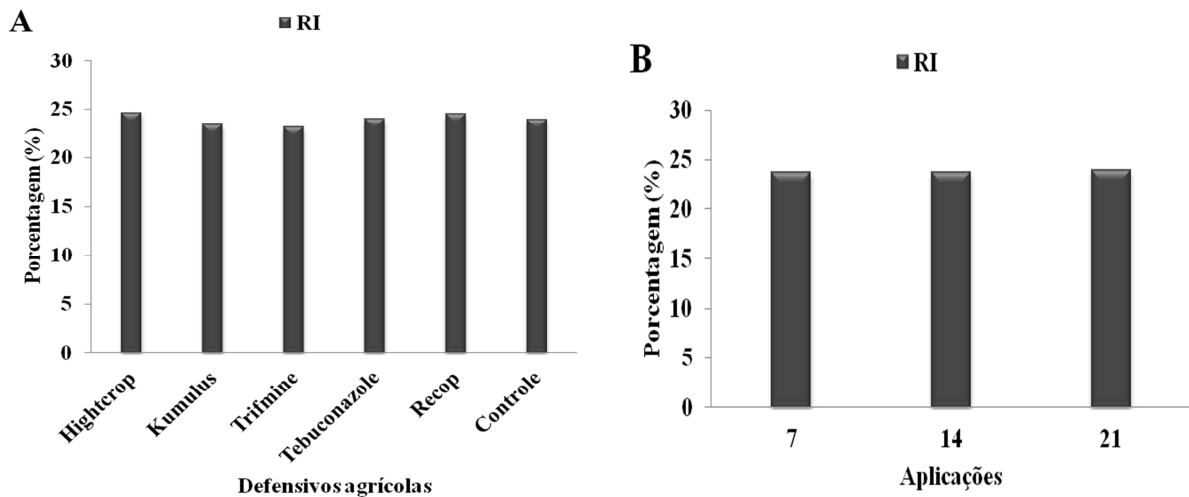
Figura 38 - Frequências de cotilédones abertos (FREQ) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Para os defensivos não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, porém para período de aplicação, houve diferença pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância (Fortaleza, 2013)



Quando levamos em consideração o fator defensivo agrícola não observamos diferença estatística entre os valores de rendimento industrial, porém o Kumulus e o Trifmine obtiveram menor percentual quando comparado aos demais. Analisando o fator período de aplicação, observa-se que independente do período, as amêndoas tiveram comportamento

semelhantes no que diz respeito à porcentagem de rendimento industrial. Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 39).

Figura 39 - Percentual de Rendimento Industrial (RI%) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



Considerando o fator defensivo agrícola não observamos diferença estatística entre os valores para amêndoas inteiras sadias, porém o Kumulus obteve menor percentual quando comparado aos demais. Analisando o fator período de aplicação, observa-se que independente do período, as amêndoas tiveram comportamento semelhantes no que diz respeito a porcentagem de inteiras sadias, porém pode se verificar um discreto aumento na porcentagem no período de aplicação de vinte um dias. Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 40).

Levando em consideração o fator defensivo agrícola não observamos diferença estatística entre os valores de rendimento de brocadas, manchadas, roxas e estragadas e quebradas, porém o Kumulus obteve maior percentual quando comparado aos demais. Analisando o fator período de aplicação, observa-se que independente do período, as amêndoas tiveram comportamento semelhantes no que diz respeito a porcentagem de (BMRE) e (QUEB.). Não foi verificada interação significativa entre os dois fatores (Figura 41).

Figura 40 - Percentual de Inteiras Sadias (IS) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)

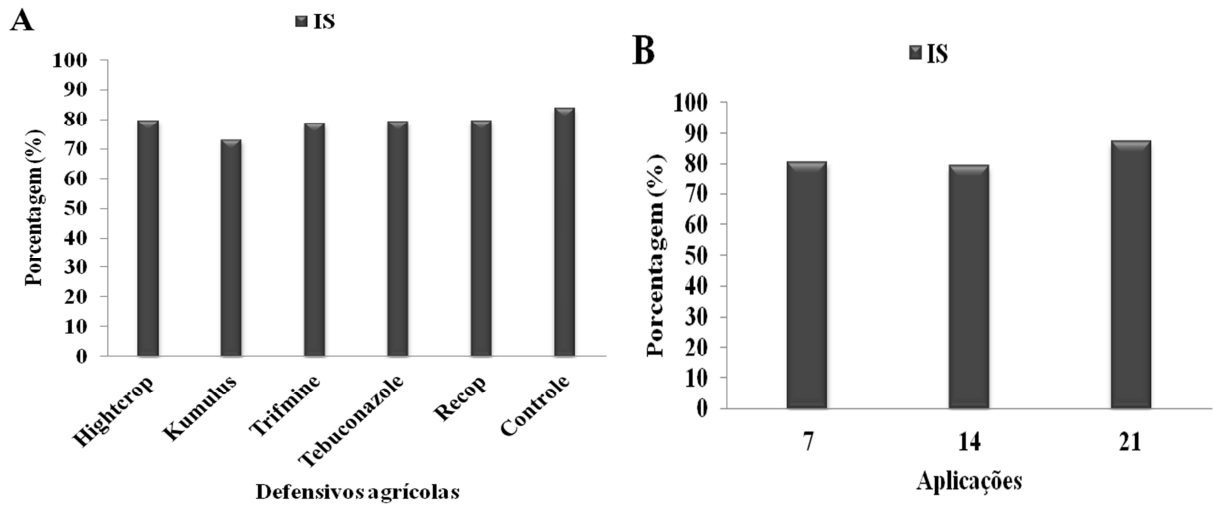
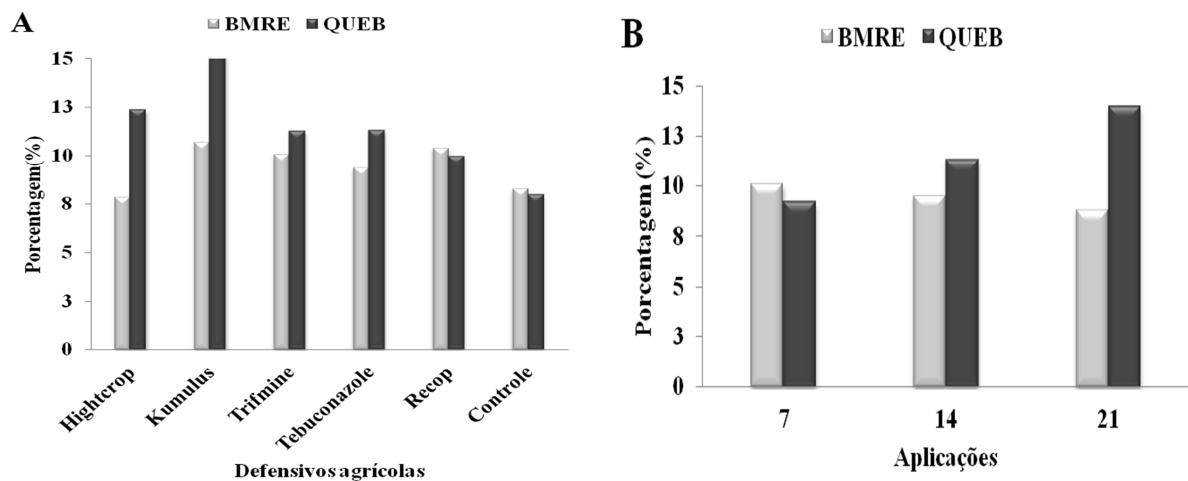


Figura 41 - Percentual de brocadas, manchadas, roxas e estragadas (BMRE) e quebradas (QUEB) provenientes de plantas de cajueiro clone CCP-76 submetidas a seis defensivos agrícolas (A) e três períodos de aplicações (B). Não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Fortaleza, 2013)



Serrano *et al.* (2013) concluíram que a ocorrência de oídio em castanhas de caju afeta negativamente a qualidade pós colheita das amêndoas, resultados não observados nesse estudo. No entanto, os trabalhos foram realizados em regiões e épocas distintas, utilizando diferentes ecótipos (cajueiro comum e anão). Ademais, os frutos apresentavam diferenças visíveis de severidade, sendo bem mais elevados em Pio IX, PI, onde foram coletadas as amostras daquele estudo, do que nas castanhas utilizadas no presente trabalho (Campo experimental de Pacajus,

CE). Ainda segundo os autores acima citados, a influência do oídio é genótipo-dependente, porquanto seus dados provêm de amostras de muitos clones. .

A escala descritiva utilizada para avaliar a severidade do oídio nas castanhas, foi obtida baseando-se nos índices mínimo e máximo de severidade do oídio para o clone de cajueiro CCP-76 na localidade onde foi realizado o estudo. De acordo com essa escala, o nível máximo não atingiu a qualidade da amêndoa da castanha de caju. Uma vez que as amostras de castanhas aqui usadas não apresentaram diferenças significativas quanto à severidade do oídio (Tabelas 32 e 33) não foi possível inferir sobre o efeito da doença na qualidade da amêndoa, a exemplo dos autores referidos (SERRANO *et al.*, 2013). Entretanto, a severidade da doença na castanha apenas reflete a severidade na planta, mas não necessariamente com a mesma intensidade, pois, ao infectar as inflorescências o dano assume um caráter destrutivo maior do que espoliativo, conseqüentemente, os frutos que lograram êxito (*i.e.* sobreviveram) são aqueles que não foram infectados ou o foram tardiamente.



## 5. CONCLUSÕES

Os fungicidas Trifmine e Recop contribuem para redução do vigor das plântulas.

A germinação das sementes não se correlaciona com a emergência das plântulas.

O processo de esterilização das sementes reduz a germinação e o desenvolvimento das plântulas.

Os gêneros de fungos *Aspergillus* e *Penicillium* são os mais comumente associados às castanhas e amêndoas.

A qualidade das castanhas do clone CCP-76 não é afetada pela ocorrência de oídio quando a severidade está igual ou abaixo de 2 na escala de 0 a 4.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. de J. N.; SOUSA NETO, N. C. de; BRAGA, C. C.; BRITO, J. I. B. de; SILVA, E. D. V.; SILVA, F. B. R.; BURGOS, N.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; COSTA, C. A. R. da. **Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil e Norte de Minas Gerais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical / Recife: Embrapa-CNPS-ERP-NE, 2000. 30p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 27).
- ARAUJO, J. R. G.; CERQUEIRA, M. C. M.; GUISTEM, J. M.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N. dos.; MENDONÇA, M. C. S. Mendonça. Embebição e posição da semente na germinação de clones de porta-enxertos de cajueiro anão-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 552-558, 2009.
- ASSOCIATION OF FOOD INDUSTRIES (AFI). **Specifications for Cashew Kernels**. jan. 2008. Disponível em: <<http://afi.mytradeassociation.org/bm~doc/cashews-part-i.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2009.
- BARNETT, H. L. e HUNTER, B. B. **Ilustrated Gênero of Imperfec the Fungi**. Ed. APS Press. v4, 1999.
- BARROS, L. de M. **Caju**. Produção: aspectos técnicos/editor técnico: Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza – CE). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 148 p.; (Frutas do Brasil; 30).
- BARROS, L. de M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.). **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p.55-71.
- BERGAMIN, F. A., KIAMATI H, e AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo. Ceres, v1, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 395p.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. de A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Acta Botânica Brasileira**, São Paulo - SP, v.17, n.4, p.609-617, 2003.
- CÂMARA, C. R. S. **Indicadores de qualidade de amêndoas de castanha de caju em pedaços durante o processo industrial**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de tecnologia de alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- CARDOSO, J.E.; MARTINS, M.V.V.; LIMA, J.S.; VIANA, F.M.P., SILVA, L.G.C. **Controle Químico do Oídio do Cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2012. 4 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 196).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASTELLANI, E.; CASULLI, F. Osservazioni preliminari su *Oidium anacardii* Noack agente del mal bianco dell'anacardio. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**. v.75 p.211-222, 1981.

CASULLI, F. Il mal bianco dell'anacardio in Tanzania. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**. v. 73, p. 241-248, 1979.

CAVALCANTI, J. J. V; PAIVA, J. R. de; BARROS, L. M. de; CRISOSTOMO, J. R. **Banco ativo de germoplasma de caju: variabilidade, caracterização e utilização**. Disponível em: <[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivosartigo\\_2584.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivosartigo_2584.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2009.

CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; CHAVES, J.C.M. **Produção de mudas de cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2001. 43p. (Documentos, 42).

CAVALCANTI JUNIOR, A. T. **Morfo-fisiologia da germinação e estabelecimento da plântula do cajueiro anão-precoce** (*Anacardium occidentale* L.). 1994. 84 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1994.

CENARGEN: MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F.; **Fungos relatados em plantas no Brasil, Laboratório de Quarentena Vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/mich-tml/fgbanco01.asp>. Acesso em: 3/11/2010.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. de S.; OLIVEIRA, V. H. de.; RAIJ, B. V.; BERNARDI, A. C. de C.; SILVA, C. A.; SOARES; I. **Cultivo do Cajueiro Anão Precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 20p. (Embrapa Agroindústria Tropical.Circular Técnica, 8).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. **Minifábrica de processamento de castanha de caju**. Disponível em:[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Minifabrica\\_castanha\\_000fy\\_rilq6902\\_wx5ok0pvo4k364paqth.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Minifabrica_castanha_000fy_rilq6902_wx5ok0pvo4k364paqth.pdf). Acesso em: 07 jul. 2012.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em: 06 de março de 2013.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. Disponível:<<http://www.fao.org>> Acesso em: 11 de jun. 2010.

FERNANDES, J. B.; HOLANDA, J. S. de.; CHAGAS, M. C. M. das.; LIMA, J. M. P. de.; OLIVEIRA, J. S. F. de.; **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Cajueiro**. Natal: EMPARN, 2009. 21p.

- FERRAZ, L. G. B. **Caracterização de vigor em sementes e plântulas do cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale L.*), clone cp 09, sob diferentes pré-embebições e pesos de castanha.** 1996. 63f. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 1996.
- FERREIRA, D.F. 1992. **SISVAR (Sistema para análise de variância para dados balanceados).** Lavras, UFLA, 79p.
- FIEC – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ. **Estudo Setorial: Castanha de Caju.** Dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.fiec.org.br>>. Acesso em: 16 out. 2013
- FOSSATI, L. C. **Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de *ocotea puberula* (rich.) ness, *prunus sellowii* koehne e *piptocarpha angustifolia* dusén ex malme.** 2007. 176 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais: Área de concentração em Silvicultura) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2007.
- FREIRE, F. C. O.; BARGUIL, B. M. **Fungos que deterioram amêndoas de cajueiro no Brasil.** EMBRAPA: Ceará, 2001(Comunicado técnico 64).
- FROTA, P. C. E.; PARENTE, J. I. G. Clima e fenologia. In: ARAÚJO, J.P.P.; SILVA, V.V. (Org.) **Cajucultura: modernas técnicas de produção.** Fortaleza: EMBRAPACNPAT, 1995. p.43-54.
- GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental.** 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.
- GILES, J. P. Cashew quality considerations. In: **The cashew export promotion council of india.** World Cashew Congress. Kochi, India, 2001. p. 115.
- HOLANDA, L. F. F. **Castanha de caju (*Anacardium occidentale, L.*), processo mecânico de extração da amêndoa.** 1988. 216 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1988.
- INDEX FUNGORUM Banco de dados para consulta de táxons fúngicos. Disponível em: <pg="2"> Acesso em: 20 outubro de 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: LASP.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estados>>. Acesso em: 11 jun. 2010.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA AGRICULTURA – IICA. **Fruticultura: Caju parte 1 e 2 .** Brasília: FBB, 2010. 42p. (Desenvolvimento Regional Sustentável, Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, volume 4).
- KIMATI; L. AMORIN; H. REZENDE; J. A. M. BERGAMIN FILHO; A. CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia** 4. ed., São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.
- KIRK, P. M., et al . **Dictionary of the Fungi.** Ed. CAB Internacional. V9, 2001.

- KRAMER, PAUL J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.
- LIMA, V. P. M. S. (Org.). **A cultura do Cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ETENE, 1988.
- MALAVASI, M. de M. Germinação de sementes. In: PIÑA RODRIGUES, F. C. M. (coord). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, p.25-40, 1988.
- MARTIN, P. J.; TOPPER, C. P.; BASHIRU, R. A.; BOMA, F.; DeWAAL, D.; HARRIES, H. C.; KASUGA, L. J.; KATANILA, N.; KIKOKA, L. P.; LAMBOLL, R.; MADDISON, A. C.; MAJULE, A. E.; MASAWA, P. A.; MILLANZI, K. J.; NATHANIELS, N. Q.; SHOMARI, S. H.; SIJAONA, M. E.; STATHERS, T. Cashew nut production in Tanzania: constraints and progress through integrated crop management. **Crop Protection**, v. 16.p. 5-14, 1997.
- MEDINA, J. C. **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus subprodutos**. Série Frutas Tropicais. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, 1980. 295 p.
- MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (Anacardium: Anacardiaceae). **Memories on the New York Botanical Garden**, New York, v. 42, p. 1-76, 1987.
- MORTON, J. F. The cashew's brighter future. **Economic Botany**. v.15, p.57-78. 1961.
- NADGARIDA, R.; JAYSANKAR, S. LITZ, R. E. **Biotechnology of fruit and nut crops**. Cambridge, MA: R. E. Litz, CABI Publishing, 2005. p. 723. (Biotechnology in Agriculture, n. 29).
- NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. **Germinação de semente – fatores externos (ambientais) que influenciam a germinação**. Piracicaba – SP. IPEF, 1998. (Informativo Sementes).
- NAZARIO, P. **Tratamentos pré-germinativos visando minimizar a dormência em sementes de tucumã (Aculeatum G. Mey.)**. 2006. 89f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Agrárias)- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Universidade Federal do Amazonas, Amazona -AM, 2006.
- NOACK, F. Cogumelos parasitos das plantas de pomar, horta e jardim. **Boletim Nst. Agron**,v.9, p.75-88. 1898.
- ODUWOLE, O. O.; AKINWALE, T. O.; OLUBAMIWA, O. Economic evaluation of a locally fabricated extraction machine for a cottage cashew juice factory. **The journal of Food Technology in África**, v. 6, n.1, p. 18-20, jan-mar, 2001.
- OLIVEIRA, A. C. S., MARTINS, G. N., SILVA, R. F., VIEIRA, H. D. Testes de Vigor em Sementes Baseado no Desempenho de Plântulas. **Inter Science Place**, v.2, n.4, 2009.

OLIVEIRA, A. K. M. de.; SCHELEDER, E. J. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia chysotricha* (Mart. ex. DC.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.6, p.1011-1018, 2008.

OLIVEIRA, V. H. Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p. 0-0. 2008.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento Industrial do Caju**. Fortaleza: EMBRAPA, CNTPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88 p.

REJANI, R.; YADUKUMAR, N. Soil and water conservation techniques in cashew grown along steep hill slopes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.126, n.3, p.371-378, 2010.

RODRIGUES, F. H. A. **Ação antioxidante de derivados do líquido da castanha de caju (LCC) sobre a degradação termooxidativa do poli (1,4-cis-isopreno)**. 2006. 163 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica e Inorgânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

ROSSETI, A. G.; AQUINO A. R. L. de. Influencia do tipo de ramo sobre o crescimento e produção do cajueiro-anao-precoce de copa substituída. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 24, n.3, p. 756-758, 2002.

SANTOS, F. O. **Atividades biológicas de Anacardium occidentale (Linn)**. 2011. 56f. Dissertação (Mestrado: Área de concentração Sistema Agrosilvo-pastoris) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2011.

SANTOS, M. L. dos; MAGALHAES, G. C. Utilisation of Cashew Nut Shell Liquid from *Anacardium occidentale* as Starting Material for Organic Synthesis: A Novel Route to Lasiodiplodin from Cardols. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 10, n. 1, 13-20, 1999.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR (SECEX). **Exportação (1996 a 2010): amêndoa de castanha de caju**. 2010. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 3 fev. 2010.

SERRANO, L. A. L.; VIDAL NETO, F. C.; MELO, D. S.; CARDOSO, J. E. **Influência do Oídio nas castanhas de diferentes genótipos de cajueiro**. EMBRAPA: Ceará, 2013 (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 19).

SOMAM, C. R. Cashew nut as a constituent of healthy diet. In: **The cashew export promotion council of india**. World Cashew Congress. Kochi, India, 2001. p. 67-71.

SIJAONA, M. E. R. **Studies on aspects of cashew resistance to powdery mildew (*Oidium anacardii* Noack)**. 1997. 316 f. Tese (PhD in Plant Pathology) Department of Biological Sciences, Wye College, University of London, London, UK. 1997.

SOUZA, K. R. **Degradação foto-fenton de carbono orgânico total em efluentes da indústria de beneficiamento de castanha de caju**. Natal: 2005. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SOUZA, R. P.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. de; SILVEIRA, J. A. G. de. Photosynthetic responses of Young cashew plants to varying environmental conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, Brasília, ago. 2005.

STADNIK, M. J. e RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna-SP. Embrapa Meio Ambiente, 2001.

TODA FRUTA: O portal da fruticultura. **Evolução da cultura do caju no Brasil**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 11 jun. 2010.

UNITED STATES AGENCY INTERNACIONAL DEVELOPMENT (USAID). **Análise da indústria de Castanha de Caju**: Inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional. Brasil, 2006. Disponível em: <[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADM250.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADM250.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2009.

VIANA, F. M. P.; SARAIVA, A. C. M.; PESSOA, M. N. G.; FREIRE, F. C. O.; BANDEIRA, C. T.; VIDAL, J. C. **Fungos associados a frutos e sementes do sapatizeiro**. EMBRAPA: CEARÁ, 2003 (Boletim de pesquisa e desenvolvimento on line 10).

VIDOTTO, V. **Manual de Micologia Médica**. Ribeirão Preto-SP. Tec medd, 2004.