



**UFAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO  
DE PLANTAS**



**CECA**

**ADRIANA NEUTZLING BIERHALS**

**PERSISTÊNCIA DE NEMATOIDES ASSOCIADOS À RIZOSFERA DE COQUEIROS  
RECÉM-ERRADICADOS**

**RIO LARGO – AL**

**2013**

**ADRIANA NEUTZLING BIERHALS**

**PERSISTÊNCIA DE NEMATOIDES ASSOCIADOS À RIZOSFERA DE COQUEIROS  
RECÉM-ERRADICADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adriana Guimarães Duarte  
**Coorientador:** Prof. Dr. Ivanildo Soares de Lima

**RIO LARGO – AL**

**2013**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos**

B588p

Bierhals, Adriana Neutzling.

Persistência de nematoides associados à rizosfera de coqueiros recém-erradicados / Adriana Neutzling Bierhals. – 2013.

59 f. : il.

Orientadora: Adriana Guimarães Duarte.

Coorientador: Ivanildo Soares de Lima.

Dissertação (Mestrado em Proteção de plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2013.

Bibliografia: f. 52-58.

Anexo: f. 59.

1. Cocos nucifera – Rizosfera. 2. Bursaphelenchus cocophilus – Controle.  
3. Nematoides de vida livre. 4. Doença do anel vermelho. I. Título.

CDU: 634.616:632.695.132

**TERMO DE APROVAÇÃO**

***“PERSISTÊNCIA DE NEMATOIDES ASSOCIADOS Á RIZOSFERA DE COQUEIROS  
RECÉM-ERRADICADOS”.***

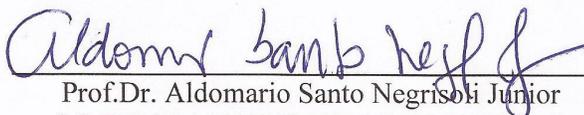
**ADRIANA NEUTZLING BIERHALS**  
(MATRÍCULA 11230041)

Dissertação apresentada em 28 de agosto de 2013 á Coordenação do Curso de Pós Graduação em Proteção de plantas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre, tendo sido aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



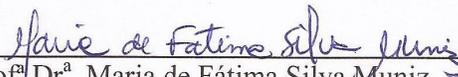
---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Adriana Guimarães Duarte  
(Orientadora/ CECA-UFAL )



---

Prof.Dr. Aldomario Santo Negrisoni Junior  
(EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS)



---

Prof.<sup>a</sup>(Dr.<sup>a</sup>. Maria de Fátima Silva Muniz  
(CECA-UFAL)

Rio Largo-AL  
Outubro /2013

*“Bem-aventurado o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimento; porque é melhor a sua mercadoria do que artigos de prata, e maior o seu lucro que o ouro mais fino. Mais preciosa é do que os rubis, e tudo o que mais possas desejar não se pode comparar a ela”.*

**(Provérbios 3: 13-15)**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por me dar forças para não desistir dos meus objetivos e pelas bênçãos recebidas durante toda a minha vida.

Aos meus pais Adair Luiz Bierhals e Elaine Terezinha Neutzling Bierhals por terem me proporcionado os ensinamentos e as condições para que eu pudesse desenvolver meus estudos, dando incentivo e apoio em todas as etapas da minha vida.

À minha irmã Raquel Neutzling Bierhals pela força, apoio e carinho.

Ao meu noivo Anderson Carlos Marafon, pelo amor, o companheirismo e por sempre ter me apoiado e me dado força para seguir em frente.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Proteção de Plantas por todos os ensinamentos compartilhados.

À coordenação e ao colegiado da Pós-Graduação em Proteção de Plantas pela oportunidade proporcionada em dar continuidade à minha formação profissional.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Adriana Guimarães Duarte e ao meu coorientador Prof. Ivanildo Soares de Lima pelas orientações e todos os ensinamentos transmitidos.

Aos colegas do curso de Proteção de Plantas pela amizade compartilhada.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos (LECOM), Daniel Torres, Samara Santos, Luanda Emely, Lud'milla Dorvillé, Hully Monaísy Alencar Lima, Vanessa de Melo Rodrigues, Anderson Rodrigues Sabino e Alexandre Guimarães Duarte pela amizade e todo o apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos Lizz Kezy de Moraes, Clemens Fortes, Lausanne Damasceno e Antônio Souza, pelo apoio.

Aos produtores de coco de São Miguel dos Milagres, Sr. Eurico Uchôa e de Coruripe, Sr. Ademar Oliveira da Silva e seus respectivos auxiliares de campo, os Srs. Rosenildo e Vanderlei, pelo apoio e a parceria na realização das atividades de campo.

À todos aos que de alguma forma contribuíram para a idealização deste trabalho.

## RESUMO

As maiores plantações e produções brasileiras de coco se concentram na faixa litorânea da região Nordeste, favorecidas pelas condições de tropicalidade climática. Entretanto, o coqueiro é atacado por várias doenças que contribuem com os baixos níveis de produção. Dentre as principais moléstias, encontra-se o anel vermelho, doença letal causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989, o qual pode ser disseminada por ferramentas contaminadas ou através do seu principal vetor, a broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764. Neste contexto, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo determinar a persistência de nematoides associados à rizosfera de coqueiros recém-erradicados, cultivados nos municípios de Coruripe e São Miguel dos Milagres, na região da Baixada Litorânea do Estado de Alagoas. Foram coletadas amostras de solo e de raízes após a erradicação de coqueiros com sintomas avançados da doença anel vermelho. O processamento das amostras e as avaliações microscópicas foram realizados no Laboratório de Ecologia e Comportamento dos Insetos da Universidade Federal de Alagoas (LECOM/UFAL). A coleta de amostras foi suspensa a partir do momento em que não foram mais encontrados nematoides *B. cocophilus* nas amostras. Os resultados demonstraram que o *B. cocophilus* é capaz de sobreviver nas raízes dos coqueiros por pelo menos 118 e 133 dias após o corte (DAC), em Coruripe e São Miguel dos Milagres, respectivamente. Em ambos os locais ocorre migração do *B. cocophilus* das raízes para o solo, onde os mesmos são capazes de sobreviver por, no mínimo, 76 e 88 DAC, nas condições edafoclimáticas de Coruripe e de São Miguel dos Milagres, respectivamente. Sendo necessário manter a área por um período mínimo de pousio de 138 e 167 dias após o corte, respectivamente, os municípios de Coruripe e de São Miguel dos Milagres, para o plantio de novas mudas, quando não são mais encontrados *B. cocophilus* nas raízes.

**Palavras-chave:** *Cocos nucifera* L.. *Bursaphelenchus cocophilus*. nematoides de vida livre.

## ABSTRACT

In Brazil, the largest plantations and productions of coconut are concentrated along the coast of the northeastern region, which is favored by climatic conditions of tropicality. However, the coconut tree is attacked by various diseases that contribute to the low levels of production. Among the major diseases, is the red ring, a lethal disease caused by the nematode *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989, which can be spread out by contaminated tools or through its main vector, the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764. In this context, the aim of this research was to determine the persistence of nematodes associated with the rhizosphere of coconut trees newly eradicated. The coconut plantations were grown in the municipalities of Coruripe and São Miguel dos Milagres, located in the coastal region of Alagoas State, Brazil. As soon as the coconut trees, with advanced symptoms of red ring disease, were eradicated, samples of soil and roots were collected. The processing of the samples and microscopic evaluations were carried out at the laboratory of insect ecology and behavior at the Federal University of Alagoas (Lecom / UFAL). Field collections were discontinued from the point that no longer nematodes of *B. cocophilus* were found in the samples. The results showed that *B. cocophilus* is able to survive in the roots of coconut trees, at least 118 and 133 days after cutting (DAC) in Coruripe and São Miguel dos Milagres, respectively. In both sites, occurred migration of *B. cocophilus* from the roots to the soil, where they are able to survive for at least 76 and 88 DAC, in environmental conditions of Coruripe and São Miguel dos Milagres, respectively. Therefore, it is necessary to maintain the area for a minimum period of 138 and 167 days after cutting, at the municipalities of Coruripe and São Miguel dos Milagres, respectively, prior to planting new seedlings, when *B. cocophilus* no longer are found in the roots.

**Keywords:** *Cocos nucifera* L.. *Bursaphelenchus cocophilus*. free-living nematodes.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Sintomas da doença anel vermelho em coqueiros: (a) estágio inicial; (b) estágio avançado e (c) sintoma interno .....	<b>21</b>
<b>Figura 2</b> - <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> : (a) foto digitalizada e (b) sùmula taxonômica.....	<b>22</b>
<b>Figura 3</b> - <i>Rhynchophorus palmarum</i> : (a) fêmea e (b) macho .....	<b>24</b>
<b>Figura 4</b> - Porções remanescentes de estipe de coqueiros com sintomas do anel vermelho erradicados em: (a) São Miguel dos Milagres e (b) Coruripe .....	<b>35</b>
<b>Figura 5</b> - Processamento de amostras: detalhes da etapa de lavagem das raízes em peneiras sobrepostas de 60 e 400 mesh .....	<b>37</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Precipitação pluviométrica (mm) no período de outubro de 2011 a março de 2012 em São Miguel dos Milagres/AL. ....	<b>35</b>
<b>Tabela 2</b> - Precipitação pluviométrica (mm) no período de outubro de 2012 a março de 2013 em Coruripe/AL. ....	<b>35</b>
<b>Tabela 3</b> - Número médio ( $\pm$ EP) de <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012. ....	<b>39</b>
<b>Tabela 4</b> - Número médio ( $\pm$ EP) <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012. ....	<b>41</b>
<b>Tabela 5</b> - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012. ....	<b>42</b>
<b>Tabela 6</b> - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012. ....	<b>43</b>
<b>Tabela 7</b> - Número médio ( $\pm$ EP) de <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013. ....	<b>44</b>
<b>Tabela 8</b> - Número médio ( $\pm$ EP) <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013. ....	<b>46</b>
<b>Tabela 9</b> - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013. ....	<b>47</b>
<b>Tabela 10</b> - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013. ....	<b>47</b>

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 - IMPORTÂNCIA DA DOENÇA ANEL VERMELHO PARA A COCOICULTURA</b> ....	14
<b>2.1 - Histórico e importância econômica da cultura do coco</b> .....	14
<b>2.2 - Botânica e morfologia do coqueiro</b> .....	15
2.2.1 - Botânica.....	15
2.2.2 - Morfologia.....	16
<b>2.3 - Exigências edafoclimáticas do coqueiro</b> .....	18
<b>2.4 - Nematoides</b> .....	19
<b>2.5 - A doença anel vermelho no coqueiro</b> .....	19
2.5.1 - Nematóide causador da doença anel vermelho ( <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> ).....	22
2.5.2 - Broca-do-olho-do-coqueiro ( <i>R. palmarum</i> ).....	23
2.5.3 - Complexo <i>B. cocophilus</i> x <i>R. palmarum</i> .....	25
2.5.4 - Medidas de controle .....	26
<b>2.6 - Referências</b> .....	27
<b>3. PERSISTÊNCIA DE NEMATOIDES ASSOCIADOS À RIZOSFERA DE COQUEIROS RECÉM-ERRADICADOS</b> .....	32
<b>3.1 - Introdução</b> .....	33
<b>3.2 - Material e métodos</b> .....	34
3.2.1 - Coleta das amostras.....	36
3.2.2 - Processamento das amostras de solo.....	36
3.2.3 - Processamento das amostras das partes vegetais.....	37
3.2.4 - Centrifugação das amostras .....	37
3.2.5 - Estimativa dos nematoides de vida livre e do <i>B. cocophilus</i> .....	38
3.2.6 - Análises dos resultados .....	38

<b>3.3 - Resultados e discussão</b> .....	38
3.3.1 - Estimativa da população de nematoides associados às raízes de coqueiros no município de São Miguel dos Milagres.....	39
3.3.1.1 - <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho.....	40
3.3.1.2 - <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em solo de coqueiros afetados por anel vermelho .....	40
3.3.1.3 - Nematoides de vida livre em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho .....	42
3.3.1.4 - Nematoides de vida livre em solos de coqueiros afetados por anel vermelho .....	43
3.3.2 - Estimativa da população de nematoides associados às raízes de coqueiros no município de Coruripe.....	43
3.3.2.1 - <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho.....	44
3.3.2.2 - <i>Bursaphelenchus cocophilus</i> em solo de coqueiros afetados por anel vermelho .....	45
3.3.2.3 - Nematoides de vida livre em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho .....	47
3.3.2.4 - Nematoides de vida livre em solo de coqueiros afetados por anel vermelho.....	47
<b>3.4 - Conclusões</b> .....	48
<b>3.5 - Referências</b> .....	48
<b>4 - REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	60

## 1- INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.), monocotiledônea pertencente à família Arecaceae (FAOLE & HARRIES, 2009), é grande geradora de emprego e renda nas regiões tropicais e sua produção é distribuída durante todo o ano. Trata-se de uma das espécies de palmeiras mais importante do ponto de vista agrônomo, agroindustrial, socioeconômico, alimentar e da sustentabilidade de ecossistemas frágeis das regiões litorâneas, nas quais poucas culturas são capazes de sobreviver. É uma espécie perene, com vida útil econômica variando de 30 a 70 anos de acordo com a variedade cultivada (CINTRA et al., 2009).

A cultura do coqueiro ocupa uma área de 11,7 milhões de hectares e produz anualmente 83 milhões de toneladas, compondo uma cadeia produtiva com mais de cem produtos, dentre eles o óleo e a água de coco, que têm apresentado demandas crescentes devido ao apelo mundial por produtos saudáveis. É uma das poucas opções agrícolas com rentabilidade assegurada e com vocação para a conservação ambiental, como consequência da utilização contínua da terra por mais de 50 anos (CINTRA et al., 2009).

Apesar do aumento da área plantada e dos financiamentos públicos e privados investimentos em plantios de coqueiro-anão, que tornaram o Brasil o quarto maior produtor mundial de coco (4,3% do total produzido), com produção de 2,94 milhões de toneladas em 270 mil hectares colhidos, atrás de Indonésia, Filipinas e Índia, que juntos obtêm 72% da produção mundial, existem ainda algumas lacunas no desenvolvimento da cultura no país. Dentre elas, os problemas de ordem fitossanitária se destacam pelo potencial de perdas que as pragas e doenças podem causar aos investimentos neste setor produtivo (FAO, 2011).

A cococultura no Brasil gera cerca de 100 mil empregos diretos e vem atraindo grandes investimentos, em virtude do potencial que tem a cultura em poder atingir até 250 frutos/planta/ano, podendo ser utilizada para produção de coco-verde, destinado ao consumo “*in natura*” e também como matéria prima para processamento agroindustrial (coco seco) (IBGE, 2011). Apesar de o cultivo do coqueiro estar sendo estimulado e introduzido em várias regiões do país, as maiores plantações e produções se concentram na faixa litorânea do Nordeste e parte da região Norte do Brasil. Dentre os 10 maiores estados produtores de coco do Brasil, oito são das regiões Norte e Nordeste, com destaque para Bahia, Sergipe, Ceará e Pará. Favorecidas pelas condições de tropicalidade climática, ambas regiões detêm próximos dos 70% da produção brasileira do coco e mais de 90% da área plantada (MARTINS, 2011; AGRIANUAL, 2011).

O coqueiro é atacado por várias doenças que variam de uma região para outra. As doenças mais importantes que atacam o coqueiro são a queima-das-folhas, causada pelo fungo *Botryosphaeria cocogena* Subileau, o sintoma se manifesta nas folhas com uma lesão em “V”, de coloração marrom-avermelhada, observada na extremidade das folhas. A lixa pequena causada pelo fungo *Camarotella torrendiella* Batista, o sintoma característico são pequenos pontos negros, também conhecidos como verrugas, os quais ocorrem por todas as áreas dos folíolos, ráquis e frutos do coqueiro. O fungo provoca necrose das folhas inferiores, que secam e caem prematuramente. A lixa grande causada pelo fungo *Camarotella acrocomiae* (Mont.) K.D. Hyde & P.F. Cannon, o sintoma se manifesta sobre o limbo, na nervura dos folíolos e na ráquis foliar, com grossos peritécios de coloração marrom que pode atingir até 2 mm de diâmetro. Os estromas desse fungo se soltam facilmente, o que não ocorre com os estromas da lixa pequena. A murcha-de-phytomonas causada por um protozoário que fica restrito ao floema da planta, esta doença inicia por um amarelecimento que passa a um empardecimento dos folíolos terminais das folhas mais baixas, evoluindo da extremidade para a base da folha e das folhas inferiores para as mais altas. E a helmintosporiose é causada pelo fungo *Drechslera incurvata*, que ataca as folhas do coqueiro, estas lesões são pequenas, em forma elíptica e alongada, de cor marrom, com alo amarelo-ouro. A doença desenvolve-se inicialmente nas folhas inferiores, progredindo para a parte superior da planta (WARWICK, 1998).

Dentre as moléstias que atacam a cultura do coqueiro, a principal é a doença anel vermelho, causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989 = *Rhadinaphelenchus cocophilus* Cobb, 1919, Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Aphelenchoididae, o qual, além do coqueiro, ataca também outras palmeiras de importância econômica, dentre elas o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), que também pertence à família Areaceae (GIBLIN-DAVIS, 1990; WARWICK & LEAL, 2003).

Com o intuito de ressaltar a importância da doença anel vermelho no sistema de produção de coco no Brasil, bem como, de contribuir com a geração de informações que possam vir a auxiliar no controle dessa relevante moléstia, a presente dissertação foi estruturada em dois capítulos: **Capítulo 1** - Importância da doença anel vermelho para a cocoicultura e **Capítulo 2** - Persistência de nematoides associados à rizosfera de coqueiros recém-erradicados.

## 2 - IMPORTÂNCIA DA DOENÇA ANEL VERMELHO PARA A COCOICULTURA

### 2.1 - Histórico e importância econômica da cultura do coco

O coqueiro é uma palmeira originária do Sudeste Asiático e foi introduzida no Brasil em 1553 pelos portugueses no estado da Bahia. É encontrada ao longo da faixa litorânea do Nordeste, apresentando uma boa capacidade de se adaptar às condições de baixa fertilidade do solo e do déficit hídrico típicos da região. A partir do estado da Bahia, o coqueiro disseminou-se pelo litoral nordestino, especialmente por ser uma frutífera típica de clima tropical onde encontrou condições favoráveis para cultivo e, posteriormente acabou se adaptando em outras regiões do Brasil. Na década de 1990, o cultivo de coqueiro se restringia, principalmente, às regiões Norte e Nordeste do país. Nos dias atuais, o que se constata é que o cultivo de coqueiros ocorre em quase todas as unidades da federação brasileira (MARTINS, 2011).

O coqueiro é considerado uma das mais importantes plantas cultivadas do mundo pela geração de emprego e renda em vários países do globo. Seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou industrializados na forma de mais de 100 produtos. Além disso, sua raiz, estipe, inflorescência, folhas e palmito geram diversos subprodutos ou derivados de interesse econômico e a planta pode ser utilizada em projetos paisagísticos (EMBRAPA, 2005).

No Brasil, a cocoicultura representa importante fonte de renda para mais de 220 mil produtores, os quais correspondem a 85% das propriedades com menos de 10 ha. Ocupa aproximadamente 300 mil ha, dos quais 90% concentram-se ao longo da faixa litorânea do Nordeste, localizada predominantemente em áreas das regiões de Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros, onde pode ser encontrada, predominantemente a variedade de coqueiro gigante. Portanto, o cultivo do coqueiro apresenta grande importância sócio-econômica para as regiões litorâneas do Nordeste do Brasil devido a sua fácil adaptação a essas condições ambientais e por ser uma planta de produção contínua, gerando emprego durante todo o ano (FONTES et al., 2003).

Na última década, o cultivo mundial do coqueiro registrou acréscimo tanto na produção quanto na área colhida. Em 2001 a produção mundial foi de 51,9 milhões de toneladas, numa área colhida de 11,1 milhões de hectares, enquanto que no ano de 2010 a produção foi de 62,4 milhões de toneladas em uma área colhida de 11,7 milhões de hectares, representando um incremento de 20,2% na produção e de apenas 5,4 % na área colhida. O rendimento médio mundial variou de 4,68 t ha<sup>-1</sup> no ano de 2001 para 5,33 t ha<sup>-1</sup> no ano de 2010. No Brasil, considerando-se a última década, a produção e a área colhida com coco

apresentaram crescimento, passando de 1,4 bilhões de frutos em 2001 para 1,8 bilhões de frutos em 2010. A área colhida no mesmo período variou de 273,3 mil hectares para 264,3 mil hectares, representando um acréscimo de 28,6% na produção e uma redução de 3,3% na área colhida. A participação das regiões brasileiras na produção de coco no ano de 2010 revelou que o Nordeste produziu 71,9% do total, seguido pelo Sudeste com 14,6% e Norte com 13,5%. Em relação à área total colhida, 84,6% foi na região Nordeste, 9,0% na região Norte e 6,4% na região Sudeste. Em 2010 os cinco estados maiores produtores de coco foram: Bahia, Ceará, Sergipe, Pará e Espírito Santo. Considerando estes cinco estados, juntos representaram uma produção superior a 1,41 bilhões de frutos correspondendo a 78,3% da produção nacional. Comparando-se os anos de 2001 e 2010, a produção brasileira de frutos apresentou crescimento, assim como na maioria dos estados. No período de 2001 a 2010 destaca-se a grande evolução na produção de coco no estado de Sergipe, passando de 90,4 para 253,6 milhões de frutos, representando acréscimo de 180,5% (BENASSI, 2013).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), em 2009, a Bahia foi o principal estado produtor nacional, com 467.080 mil frutos, seguido dos estados de Sergipe e Ceará, com 279.203 e 259.368 mil frutos, respectivamente, representando 50% da produção nacional de coco. A superioridade dos estados nordestinos também se mostra expressiva em termos de área plantada, já que os três estados maiores produtores possuem 60% da área total cultivada com coco no Brasil (MARTINS, 2011). Em relação ao estado de Alagoas, em 2011, foram contabilizados cerca de 5.300 produtores e 12,5 mil hectares plantados com coqueiros (SEAGRI, 2011).

## **2.2 - Botânica e morfologia do coqueiro**

### **2.2.1 - Botânica**

O gênero *Cocos* é constituído apenas pela espécie *Cocos nucifera* L., a qual é composta de algumas variedades, entre as quais as mais importantes são: *Typica* (Var. Gigante) e *Nana* (Var. Anã). Os híbridos de coqueiro mais utilizados são resultantes dos cruzamentos entre essas variedades (ARAGÃO et al., 2001). Em 2007, em torno de 70, 20 e 10% dos plantios de coqueiro no país eram formados pelas cultivares gigante, anão e híbrido, respectivamente (EMBRAPA, 2007).

O coqueiro gigante conhecido também como mestiço e/ou comum apresenta porte elevado podendo atingir até 35 m de altura na maturidade produtiva. Iniciam a produção em condições ideais com 5 a 7 anos de vida podendo atingir até 70 anos. A colheita deste tipo de

coco ocorre com 11 a 12 meses após a floração. Sua produção é destinada tanto ao uso *in natura* quanto à industrialização, na obtenção de produtos como água de coco, coco ralado, leite de coco, doce, farinha, fibras, sabões, cosméticos, álcool, madeira, entre outros produtos e subprodutos. Estas variedades destinam-se prioritariamente às propriedades com a utilização de menor nível tecnológico, dada a sua rusticidade e adaptabilidade às condições de fertilidade do solo e estresses biológicos (ARAGÃO et al., 2009).

O coqueiro anão constitui-se na variedade de coqueiro mais utilizada comercialmente no Brasil, para produção de água de coco, com qualidade sensorial superior às demais cultivares, apesar de poder ser empregada também na agroindústria de alimentos e/ou do fruto seco *in natura*, com produtividade estimada de polpa nos plantios tecnificados, acima de 8 ton ha<sup>-1</sup>. Neste contexto, os novos plantios de coqueiros, que vêm ocorrendo principalmente no interior do país, com variedades do grupo anão e/ou híbridos, alcançam produtividade superiores as do gigante. Mesmo com destacada importância do coqueiro anão no Brasil, tanto com programas de cruzamento intervarietal quanto na utilização comercial, nos principais países produtores de coco do mundo este cenário não se repete. O cruzamento entre coqueiros gigante x anão, apresenta precocidade, iniciando a produção em média com dois a três anos após o plantio, apresentando uma produtividade média 150 a 200 frutos/planta/ano, tendo vida útil em torno de 30 a 40 anos. Seu porte é reduzido podendo atingir de 10 a 12 m de altura. Os frutos deste grupo são menores e capazes de armazenar em média 300 mL de água. Além disso, sob ponto de vista agroindustrial, estas variedades apresentam maior aproveitamento (ARAGÃO et al., 2009).

Resultante do cruzamento das variedades anã e gigante, os híbridos têm obtido bons resultados como um grupo de dupla finalidade, devido ao seu potencial de utilização tanto de forma *in natura* como no processamento industrial. Possui uma série de vantagens em relação ao coqueiro gigante e o anão, porém sua maior dificuldade está na propagação, ou seja, na obtenção das sementes híbridas capazes de abastecer o mercado consumidor, além de apresentar problemas de segregação genética quando utilizada as sementes oriundas dos próprios híbridos (MARTINS, 2011).

### 2.2.2 - Morfologia

O coqueiro não possui raiz principal, mas sim um sistema radicular fasciculado, característico das monocotiledôneas. A base do seu tronco produz, continuamente, durante toda a sua vida, as raízes mais grossas (raízes primárias), com 8 mm a 10 mm de diâmetro e

em um número variável de 2.000 a 10.000, dependendo das condições ambientais e/ou do material genético. Essas raízes apresentam pequena capacidade de absorção, restrita apenas a uma pequena parte clara, situada logo atrás da coifa, a qual é responsável pela absorção de água e substâncias minerais do solo (FRÉMOND et al., 1975). Em condições de seca, essa parte da raiz primária se suberifica, perdendo sua função de absorção. Portanto, sua principal função é a forte fixação do coqueiro ao solo. Dessas raízes primárias partem as secundárias, onde se originam as terciárias, que produzem radicelas medindo 1 mm a 3 mm de diâmetro, sendo os verdadeiros órgãos de absorção, uma vez que as raízes do coqueiro não possuem pelos absorventes. As radicelas encontram-se nas camadas superficiais do solo, mas podem, no entanto, aprofundar-se, dependendo da umidade e da proximidade do lençol freático (PASSOS, 1998).

O caule do coqueiro é do tipo estipe, não ramificado, muito desenvolvido e bastante resistente. Em seu ápice, prende-se um tufo de folhas que protege sua única gema terminal. A inflorescência é a única ramificação deste caule, pois ela é considerada um ramo caulinar modificado (FERRI, 1973). A parte terminal do tronco, de onde se formam novas folhas, é tenra e comestível, constituindo o palmito. No ápice do palmito, situa-se seu único ponto de crescimento que, destruído, causa a morte da planta. Em virtude da ausência do tecido meristemático (câmbio), o estipe não sofre crescimento secundário em espessura, por não haver formação de novos tecidos. No entanto, variações nos fatores ambientais, principalmente disponibilidade de água, induzem modificações no seu diâmetro por causa das variações no tamanho de cada uma de suas células (PASSOS, 1998).

A folha do coqueiro é tipo penada, sendo constituída pelo pecíolo, que continua pela ráquis, onde se prendem numerosos folíolos. Uma folha madura tem, aproximadamente, seis metros de comprimento, com 200 a 300 folíolos de 90 cm a 130 cm de comprimento. Esse comprimento e o número de folíolos por folha decrescem à medida que a idade do coqueiro aumenta (MENON & PANDALAI, 1958). Sob condições ambientais favoráveis e considerando plantas adultas, o coqueiro-gigante emite 12 a 14 folhas por ano, enquanto o coqueiro-anão pode emitir 18 folhas no mesmo período. Essas folhas permanecem vivas por um período de aproximadamente três anos e meio, apresentando uma copa com 25 a 30 folhas (CHILD, 1974).

O coqueiro possui inflorescências paniculadas, axilares, protegidas por brácteas grandes, chamadas espatas. A espata, ao completar seu desenvolvimento (três a quatro meses), abre-se, liberando a inflorescência, que é formada pelo pedúnculo, espigas e flores.

Cada espiga possui, em sua base, algumas flores femininas e numerosas flores masculinas nos dois terços terminais (PASSOS, 1998). No coqueiro-gigante, em uma mesma inflorescência, as flores masculinas abrem-se e disseminam o pólen antes que as flores femininas se tornem receptivas, sendo normal a polinização cruzada. No caso do coqueiro-anão há maior sincronismo na abertura das flores, sendo frequente a ocorrência de autofecundação (FRÉMOND et al., 1975).

O fruto do coqueiro é botanicamente, uma drupa. É formado por uma epiderme lisa ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada muito dura, o endocarpo. A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom (tegumento) que fica entre o endocarpo e o albúmen líquido. Próximo a um dos orifícios do endocarpo, e envolvido pelo albúmen sólido, encontra-se o embrião (PASSOS, 1998).

### **2.3 - Exigências edafoclimáticas do coqueiro**

Espécie tipicamente tropical encontra condições climáticas favoráveis entre as Latitudes 20° N e 20° S. Planta característica de regiões quente, úmida e ensolarada, não tolera sombreamento. Precipitações pluviométricas anuais (chuvas) acima de 1500 mm, com boa distribuição mensal, temperatura média anual de 27° C, umidade atmosférica entre 80 e 85%, são consideradas ideais. Nas regiões com baixa precipitação anual ou com distribuição irregular de chuvas, a suplementação hídrica é feita através da irrigação, que é fundamental para a obtenção de alta produtividade e estabilidade de produção. Solos adequados são aqueles de boa fertilidade, sem impedimentos químicos ou físicos, profundos e bem drenados. Solos de textura arenosa ou areno-argilosa e com lençol freático entre um e quatro metros de profundidade são os mais adequados ao desenvolvimento das plantas, que não toleram solos encharcados (BENASSI, 2006).

É uma cultura bastante exigente em luminosidade (em torno de 2.000 horas anuais) e desenvolve-se bem em locais onde a precipitação anual está na faixa de 1.700 a 2.200 mm (PASSOS, 2009).

O coqueiro é uma planta que vegeta em solos com distintas características. Entretanto, a planta não tolera solos excessivamente argilosos e que apresentem camadas densas, ou impermeáveis, que impeçam a penetração ou criem condições de má aeração para as raízes. Por isso, em solos arenosos, o sistema radicular se desenvolve melhor do que em solos argilosos, proporcionando a exploração de um maior volume de solo. Nas condições do

Nordeste do Brasil, os solos da Baixada Litorânea (Areias de Quartzosas e Podzol), possuem lençol freático próximo ao alcance das raízes, o que favorece a cultura. Por outro lado, nos solos Podzólico Vermelho-amarelo (Argissolo), o latossolo Vermelho-amarelo, o lençol freático geralmente está fora do alcance das raízes, o que ocasiona menor produtividade, em virtude do “déficit hídrico”, que ocorre na região (CINTRA, 2009).

#### **2.4 - Nematoides**

Os nematoides são organismos multicelulares mais numerosos do planeta, presentes nos agroecossistemas em densidades de até 30 milhões m<sup>-2</sup>. Alguns são parasitas de plantas superiores (fitoparasitas), predominantemente de seus órgãos subterrâneos (raízes, rizomas, tubérculos, bulbos e frutos hipógeos) (FERRAZ & MONTEIRO, 2011). A importância dos nematoides para a agricultura não se restringe apenas às perdas que alguns deles causam na produção agrícola (FREITAS et al., 2012). Trata-se de importantes parasitos de plantas que se disseminam por todas as áreas de exploração agrícola, sendo que, alguns deles apresentam alta capacidade de reprodução, o que pode, com o tempo, causar declínio e redução na vida útil das plantas. Estes fitoparasitos são responsáveis pela redução na produção e no valor comercial de diversos produtos agrícolas no Brasil, entre eles as frutíferas (CAMPOS, 2002).

A maioria dos fitonematoides parasitas passa pelo menos uma parte de sua vida no solo, mesmo aqueles que atacam as partes aéreas da planta. Eles tendem a se concentrar em uma determinada profundidade, que varia com o tipo de solo, planta hospedeira, estação do ano e muitos outros fatores como: profundidade das raízes, altura do lençol freático, umidade, temperatura, tipo de solo, entre outros. Contudo, a maioria deles se encontra até a uma profundidade de 30 cm o que corresponde, em geral, àquela faixa de solo mais densamente ocupada pelas raízes ativas das plantas. Neste sentido, vale ressaltar que, as características do solo são muito importantes na sobrevivência dos nematoides, tais como: a temperatura, a umidade, a textura, o teor de matéria orgânica, as variações na composição química da solução do solo (causadas pela aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes), o pH, a presença de microorganismos antagonistas e a produção de exsudatos radiculares (FREITAS et al., 2012).

#### **2.5 - A doença anel vermelho no coqueiro**

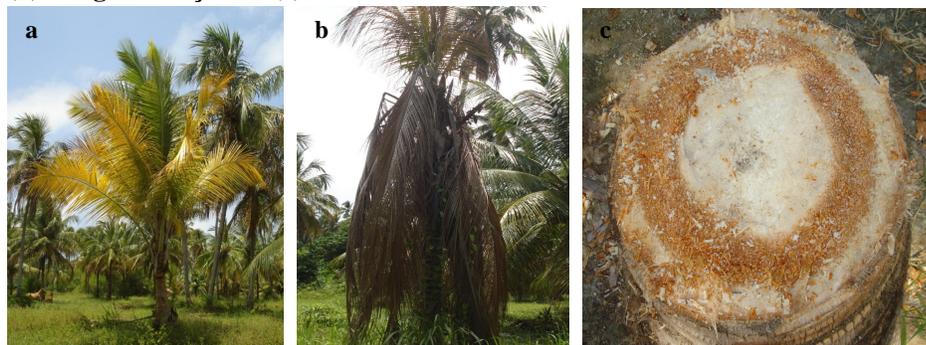
Dentre as principais moléstias que atacam o coqueiro está o anel vermelho, causada pela ação do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989 (Nematoda:

Secernentea: Tylenchida: Aphelenchoididae) e que é letal para as plantas. O principal vetor desta doença é o *Rhynchophorus palmarum*, Linnaeus, 1764 (Coleoptera: Curculionidae), conhecido como broca-do-olho-do-coqueiro, um coleóptero que, além de ser o principal vetor da doença, também é o inseto-praga mais importante da cultura, uma vez que tanto a larva quanto o adulto se alimentam dos tecidos da planta (WARWICK et al., 1998).

A doença anel vermelho ocorre tipicamente em todo o continente americano, sendo letal para o coqueiro. No Brasil esta moléstia foi constatada pela primeira vez, em 1954, no estado do Rio de Janeiro (LORDELLO & ZAMITH, 1954). O nematoide causador do anel vermelho do coqueiro (*B. cocophilus*) é encontrado e tem se disseminado em toda a região produtora do coco no país, na América Central, no Caribe, na América do Sul, Venezuela, Equador e Colômbia e no México. No ano de 2009, no Brasil, o nematoide já se encontrava em quase todas as regiões produtoras de coco (CASTRO, 2009). Além de afetar o coqueiro, outras espécies da família Arecaceae também são suscetíveis ao *B. cocophilus*, dentre elas: buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.), catolé (*Syagrus romanzoffiana*, (Cham.) Glassm.) e *S. shizophylla* (Mart.) Glassm.), dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), inajá (*Maximiliana maripa* (Mart.) Drute), macaúba (*Acrocomia aculeata*, Lood, *A. intumescens* Drude e *A. sclerocarpa* Mart.), palmeira real (*Roystonea regia*, Cook., *R. oleraceae* e *Roystonea* sp.), piaçava (*Attalea funifera* Mart.) e tamareira (*Phoenix dactylifera*, L., *P. canariensis* Hort., *Guilielma* sp., *Sabal umbraculiferum* Hort. e *Syagrus coronata* (Mart.) Becc) (MARIANO & SILVEIRA, 2005; MOURA, 2009).

Os sintomas da doença anel vermelho variam dependendo das condições ambientais, idade e variedade da planta hospedeira. Quanto aos sintomas externos desta moléstia, um dos mais característicos é que a copa da planta fica com um aspecto amarelo-ouro (Figura 1a), com exceção de um tufo central de folhas verdes (CHINCHILA, 1991). Esta característica ocorre devido ao amarelecimento das folhas basais (mais velhas), começando pela seca da ponta da base. As folhas tornam-se necrosadas e quebram na base da ráquis, ficando dependuradas ao redor do estipe, sem se destacar da planta, dando a ela uma aparência de guarda-chuva fechado (Figura 1b). A planta morre dentro de três a quatro meses após aparecerem os primeiros sintomas (FREITAS et al., 2012). O sintoma típico da doença é a presença do anel vermelho formado logo acima do nível do solo, visualizado mediante o corte transversal do estipe do coqueiro afetado, que torna possível a observação de uma faixa circular de coloração marrom ou vermelha, medindo de 2 a 6 cm de largura, que fica de 3 a 5 cm distante da casca (Figura 1c).

**Figura 1 - Sintomas da doença anel vermelho em coqueiros: (a) estágio inicial, (b) estágio avançado e (c) sintoma interno.**



Fonte: Autora, 2012.

Somente após o terceiro ano de implantação do coqueiral, quando os tecidos do troco já estiverem formados é que as plantas ficam suscetíveis ao ataque do nematoide, sendo que a doença é mais frequente em coqueiros com idades entre cinco a 15 anos (GRIFFITH, 1987). Uma peculiaridade da doença é que, mesmo quando inoculadas ainda no viveiro de mudas, plantas com idade inferior a dois anos, não são afetadas (WARWICK & BEZERRA, 1992; GIBLIN-DAVIS, 2001).

Em alguns casos, ocorre a queda de frutos, mas as inflorescências permanecem normais. Entretanto, mesmo em estágios avançados da doença anel vermelho, a queda de frutos e/ou de inflorescências não é comum como decorrência do ataque do nematoide (WARWICK, 2005; CASTRO, 2009).

Outra particularidade da doença é que o anel vermelho pode ser observado tanto na parte mais alta quanto na parte mais baixa do estipe, dependendo do local do início da infecção. Assim, quando a infecção ocorreu pelas raízes, o anel se desenvolve de baixo para cima, mas quando é o inseto-vetor (*R. palmarum*) que faz a transmissão do nematoide de uma planta doente para outra sadia, o anel é observado, inicialmente, nas partes mais altas do estipe. A presença do anel vermelho também pode ser constatada no ato da colheita, através do uso de ferramentas de corte, ou então, quando são provocados ferimentos nas raízes decorrentes da operação de gradagem (CASTRO, 2009; WARWICK, 2001).

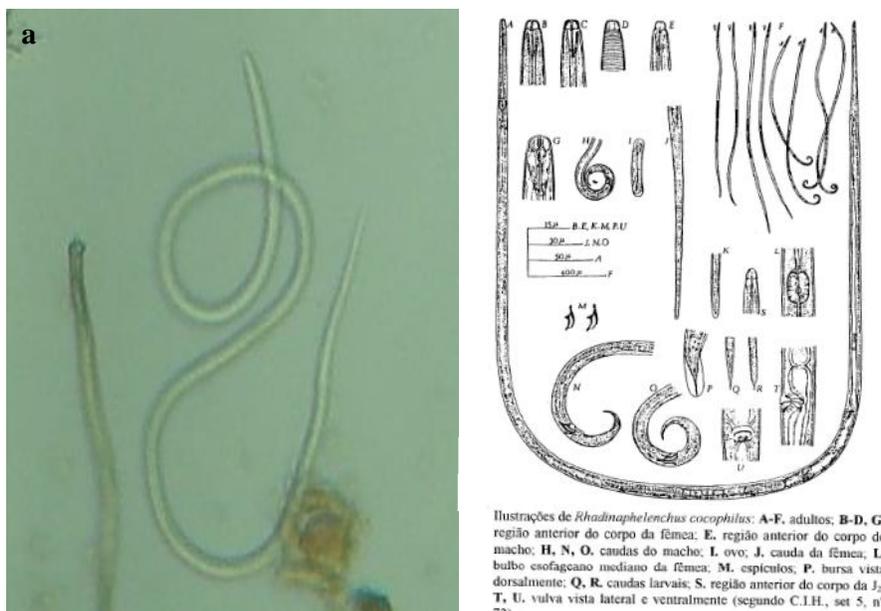
A coloração característica do anel é devida a distúrbios metabólicos, produzidos pela atividade do nematoide, elevando o teor de gás carbônico no interior dos tecidos, trazendo como consequência alterações nos complexos enzimáticos, como no caso dos glicosídeos, que dão origem aos pigmentos antociânicos (TIHOHOD, 1993).

### 2.5.1 - Nematóide causador da doença anel vermelho (*Bursaphelenchus cocophilus*)

Na América Central houve relatos de perdas ocasionadas pelo agente patogênico (*B. cocophilus*) variando entre 20 até 98%. Apesar de relatos da ocorrência em coqueirais no Rio de Janeiro e em São Paulo, são nos estados do Nordeste que se registram os maiores prejuízos. Em geral, as perdas não ultrapassam 10 a 15%, porém, por tratar-se de plantas adultas, em fase de produção, estes prejuízos demandam muito tempo para serem recuperados (ARIEIRA, et al, 2008).

As maiores perdas causadas pelo *B. cocophilus*, ocorrem em plantas adultas. Trata-se de um verme fitoparasita, encontrado principalmente nos espaços intercelulares, com dimensões muito reduzidas, aproximadamente um milímetro de comprimento, corpo fino e comprido, medindo menos que 15,5 µm de diâmetro e de 775 a 1369 µm de comprimento, visível somente sob estereoscópio. O tamanho do estilete dos adultos é de 11 a 15 µm. O corpo da fêmea se torna mais estreito em ambas extremidades e a cutícula é marcada por finas estrias transversais (Figura 2) (CASTRO, 2009; WARWICK, 2005; WARWICK et al., 1998; GIBLIN-DAVIS et al., 1989).

**Figura 2 - *Bursaphelenchus cocophilus*: (a) foto digitalizada e (b) sùmula taxonômica.**



Fonte: (a) Autora, 2012; (b) Dimitry Tihohod, 1997.

O ciclo de vida compreende um estágio de ovo e quatro juvenis larvais. O ciclo completo ocorre em torno 10 dias. O nematóide é tipicamente endoparasita, desenvolvendo-se no interior dos hospedeiros. Alimenta-se extraindo o conteúdo celular vegetal, fazendo uso de

um estilete semelhante à agulha hipodérmica. Quando recuperado do tecido do hospedeiro, apresenta-se muito ativo em suspensão aquosa (MOURA, 2009).

O fitonematoide *B. cocophilus* é capaz de infectar endoparasiticamente coqueiros e palmeiras, movimentando-se no interior do estipe e se alimentando das células do parênquima, onde causa injúrias aos tecidos. De forma geral, os danos causados nas raízes em função do ataque dos nematoides reduzem a absorção e translocação de nutrientes, levando a planta a exibir sintomas de deficiência nutricional, tais como: amarelecimento, descoloração e manchas das folhas. A constatação dos sintomas internos se dá pelo corte transversal do estipe na base do coqueiro e a visualização do anel de cor vermelha. A coloração típica ocorre devido aos distúrbios metabólicos ocasionados pela atividade do nematoide, que causam necroses internas no estipe em forma de anel (FERREIRA et al., 2002).

Os danos causados pelos nematoides nos vasos xilemáticos induzem ao aparecimento de tiloses, que é o crescimento irregular das células do parênquima para dentro do xilema, causando uma oclusão vascular. A oclusão vascular em monocotiledôneas é irreversível, uma vez que não existem tecidos de câmbio para reparar, assim as plantas de coqueiro portadoras da doença anel vermelho geralmente morrem após alguns meses (GIBLIN-DAVIS, 2001). Na aérea do anel vermelho do coqueiro, encontra-se um número muito grande de nematoides que podem ser extraídos facilmente destes tecidos (WARWICK, 2001).

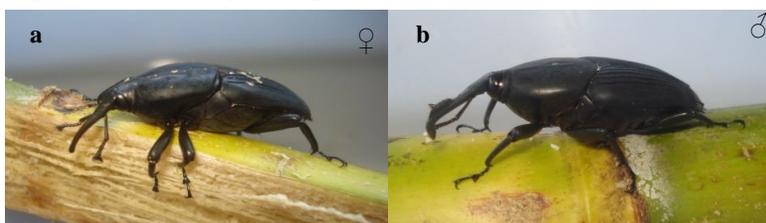
THURSTON (1984) e BRATFWAITE & SIDDIQI (1975), relataram que os coqueiros infectados por *B. cocophilus* levam de 23 a 28 dias para manifestar os primeiros sintomas da doença, e de 3 a 4 meses para morrerem.

#### 2.5.2 - Broca-do-olho-do-coqueiro (*R. palmarum*)

*R. palmarum*, principal vetor da doença anel vermelho, é um inseto de hábitos diurnos, conhecido popularmente como “broca do olho do coqueiro” ou “bicudo” (Figura 3), sendo considerado o principal curculionídeo que ataca as palmeiras, pois possui capacidade de localizar a planta hospedeira a longas distâncias através de seu olfato apurado (ARIEIRA et al., 2008). Os adultos podem viver até 60 dias e, durante esse período a fêmea pode colocar até 700 ovos, que tem formato alongado, com superfície lisa e coloração branco-amarelada. A larva, ao nascer, tem tamanho médio de 3 a 4 mm de comprimento e quando completamente desenvolvida pode chegar a medir 74 mm. Apresenta a região cefálica bastante esclerotizada castanho-escura, mandíbulas e maxilas desenvolvidas; corpo recurvado, sendo mais volumoso no meio e afilado nas extremidades, subdividindo em 13 anéis, com coloração branco-creme e

são ápodes. Desenvolvendo-se no interior da planta, onde formam galerias nos tecidos tenros da região apical da planta. A pupa é do tipo exarada, com coloração amarelada, sendo visíveis todos os membros do inseto adulto; protegida por um casulo de 8 a 10 cm de comprimento constituído com fibras da palmeira. O adulto, besouro preto opaco, com 3,5 a 6,0 cm de comprimento; possui rostro recurvado e forte, que mede aproximadamente 1,0 cm; as asas anteriores (élitros) são curtas, deixando exposta a parte terminal do abdome e possui oito estrias longitudinais. Os machos diferem das fêmeas por apresentarem pelos rígidos em forma de escova na parte superior do rostro. Possui hábito gregário e maior atividade durante o dia (WARWICK & TALAMINI, 2009; FERREIRA & MICHEREFF FILHO, 2002).

**Figura 3 - *Rhynchophorus palmarum*: (a) Fêmea e (b) Macho.**



Fonte: Autora, 2013.

De maneira geral, o *R. palmarum* localiza sua planta hospedeira através dos voláteis químicos liberados pela planta. Isso ocorre quando a planta apresenta fermento. Uma vez localizada a planta, desce para a base axilar da palmeira e ao encontrar as partes mais tenras do meristema, tanto se alimenta quanto oviposita. Estando o inseto contaminado pelo nematoide, a transmissão poderá ocorrer e a planta morrerá no período aproximado de quatro a cinco meses. Essa contaminação pode ocorrer tanto externa como internamente, sendo que a externa é maior que a interna. Assim, a presença de 50 nematoides na cavidade do corpo do inseto é suficiente para que ele seja um vetor efetivo em 73% dos casos (MOURA, 2009).

*R. palmarum* pode transportar o nematoide no trato intestinal, aparelho bucal, superfície do corpo, fezes ou ainda em fragmentos de tecido infectado presos ao corpo. As larvas podem ingerir até  $2,5 \times 10^6$  juvenis do patógeno durante o desenvolvimento. As formas juvenis sobrevivem à ecdise do inseto e são inseridas no tecido da coroa do coqueiro durante a oviposição ou excreção do vetor. Em seguida, ocorre a movimentação do nematoide em direção ao tecido vascular do hospedeiro, completando-se ciclo em torno de 10 dias. Após eclodirem as larvas de *R. palmarum* novamente se alimentam de tecidos infectados, completando o ciclo (MARIANO & SILVEIRA, 2005).

Se, por um lado, dados quantitativos relativos a perdas econômicas causadas pelo *R. palmarum*, em plantações de coqueiro no Brasil, são escassos na literatura (DAL MOLIN & BARRETO, 2012; NAVARRO et al., 2002), por outro, sabe-se que, em vários estados do Nordeste brasileiro a mortalidade causada pelo anel vermelho é extremamente significativa (CASTRO et al., 2009; DUARTE et al., 2008, WARWICK, 2005). Na Bahia e no Pará estão concentradas as plantações comerciais de coco e de dendê. No Município de Cachoeira/BA, estima-se que mais de 50% da área cultivada com dendê tenha sido dizimada pelo anel vermelho, o que corresponde a mais de 1000 hectares em área contínua. No Pará, até o início da década de 1980, o anel vermelho foi responsável pelas maiores perdas no estado (MOURA, 2009).

*R. palmarum* ocorre em todos os países da América do Sul, Central e alguns países da América do Norte. No Brasil, está presente em todos os estados brasileiros, mas a maior concentração está nos estados das regiões Norte e Nordeste. Possivelmente no estado da Bahia, a ocorrência deste inseto seja maior que nos demais estados do Brasil. Provavelmente isso se deva ao fato de que a piaçava (*Attalea funifera* Mart. ex Spreng.) e o dendê subspontâneo (*E. guineensis*), ambas palmeiras pertencentes à família Arecaceae, sofrem um processo extrativista severo e constante, o que os tornam vulneráveis ao ataque de *R. palmarum*, propiciando assim, o aumento populacional deste inseto (MOURA, 2009).

### 2.5.3 - Complexo *B. cocophilus* x *R. palmarum*

As plantas infectadas pelo nematoide *B. cocophilus* entram em fermentação e putrefação, exalando odores que atraem os insetos vetores. Estes penetram na planta, perfurando os tecidos tenros da gema apical e desta forma ficam contaminados interna e externamente com nematoide. A oviposição de fêmeas em coqueiros já infectados é provavelmente a maneira mais comum de ação do seu principal vetor, o *R. palmarum*. (SÁNCHEZ & CERDA, 1993). Quando os insetos adultos deste coleóptero emergem e saem à procura de novas plantas, levam em seus corpos os nematoides *B. cocophilus*. As plantas sadias são contaminadas, principalmente, no ato da oviposição das fêmeas, ou ainda pelas fezes que são depositadas nas axilas foliares (GRIFFITH, 1974).

O corte de folhas de palmeiras em geral exala compostos que atraem a broca *R. palmarum*. Esse inseto tem atividade diurna, principalmente nas horas mais amenas, sendo capaz de se deslocar até 1,6 km por dia (HAGLEY, 1965). Fragmentos de tecidos de coqueiro infestados, caindo ao solo nas proximidades de uma palmácea suscetível, podem dar início à

doença (LORDELLO, 1992). A transmissão do *B. cocophilus* pode ocorrer ainda via contato direto, entre a raiz de uma planta contaminada com a de uma planta sadia, ou também através de ferramentas de corte como facões, enxadas e foices, no ato da colheita da planta, ou pelo corte de raízes (WARWICK, 2005).

#### 2.5.4 - Medidas de controle

A melhor forma de controlar o nematoide causador da doença anel vermelho é evitar que ele seja introduzido em áreas idôneas. Desta forma, na área onde se pretende implantar um pomar, deve-se planejar uma análise nematológica com amostragem de solo, procurando conhecer as espécies que ali ocorram e, assim, evitar a instalação em local infestado. Da mesma forma, as mudas devem ser feitas em locais livres de nematoides ou adquiridas de viveiros idôneos devidamente certificados. Além disso, evitar a utilização de implementos, assim como o trânsito de máquinas, é parte importante das medidas de exclusão dos nematoides que devem ser consideradas fundamentais e permanentes nas propriedades. Os talhões infestados devem ser os últimos a receber tratamentos culturais, visando evitar que os nematoides sejam transportados para talhões não infestados (ARIEIRA et al, 2008).

Como medidas de controle da doença anel vermelho são imprescindíveis: a redução da população do inseto vetor (*R. palmarum*), bem como a eliminação das plantas infectadas. Como medida preventiva de controle do anel vermelho deve-se evitar qualquer corte na planta que libere compostos voláteis, os quais são atrativos aos besouros. Desaconselham-se, portanto, as gradagens profundas e o corte de folhas ainda verdes. As plantas doentes devem ser eliminadas imediatamente e, como em geral, essas plantas abrigam larvas de insetos é necessário que sejam queimadas (CHICHILA, 1991; WARWICK, 2005). Além disso, também recomenda-se evitar ferimentos nas ocasiões da colheita e da despalma, pois a transmissão do patógeno pode ocorrer através de ferramentas de contaminadas, sendo aconselhada a desinfecção dos equipamentos com formol comercial 10%, além de coletar e destruir larvas, pupas e adultos; favorecer a multiplicação de inimigos naturais; usar armadilhas atrativas com cana-de-açúcar e melão de cana (MARIANO & SILVEIRA, 2005).

No caso da utilização do feromônio de agregação sintetizado em laboratório (Rincoforol), o produto é colocado em pequenos recipientes dentro de baldes, os quais são distribuídos ao redor do coqueiral (NAVARRO et al., 2002). Essas armadilhas devem ser colocadas a uma distância de 500 m entre si e trocadas quinzenalmente (WARWICK, 2001).

## 2.6 - Referências

AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira 2011**. São Paulo: Instituto FNP, 2011, p. 78-284.

ARAGÃO, W.M.; RIBEIRO MELO, M.F.V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro Gigante vs híbridos. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.

ARAGÃO, W.M; ISBERNER, I.V.; CRUZ, E.M.O. Água-de-coco. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001, 32p. (**Documentos, 24**).

ARIEIRA, C.R.D, MOLINA. R.O, COSTA, A.T. Nematóides Causadores de Doenças em Frutíferas, **Agroambiente On-line**, Boa Vista, v.2, p. 46-56, 2008.

BENASSI, A.C. Informes sobre a produção de coco. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/noticia/26184/INFORMES+SOBRE+A+PRODU%C7%C3O+D+E+COCO>. Acesso em: 25/07/2013

BENASSI, A.C. Caracterizações biométrica, química e sensorial de frutos de coqueiro variedade anã verde. **Tese** (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) 114p. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” FCAV-UNESP. 2006.

BRATFWAITE, C.M.; SIDDIQI, M.R. Description of *Rhadinaphelenchus cocophilus*. In: **Description of plant-parasitic nematodes**. Alban-Commonwealth, Institute of Hemintology, UK. v.5, 1975.

CAMPOS, A.S. Distribuição de *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni* em citros, no estado de São Paulo, e estudo morfométrico comparativo de populações anfigmáticas de *Pratylenchus* spp. 2002. 65 p. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Jaboticabal, 2002.

CASTRO, J.M.C.; LIMA, C.R.F.; SANTANA, M.L.M.P. Nematóide do anel vermelho do coqueiro e medidas de manejo. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 4p. (**Instruções Técnicas, 88**).

CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335p.

CHINCHILA, C.M. The red ring little leaf syndrome in oil palm and coconut palm. **ASD Oil Palm Papers**, Costa Rica, n. 1, p. 1-17. 1991.

CINTRA, F.L.D. Solos da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros cultivados com coqueiro gigante: principais características. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009, p. 61-74.

CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 232 p.

DAL MOLIN, I. L.; BARRETO, M. R. Ocorrência e controle de Curculionidae em *Cocos nucifera* L. em Sinop, Mato Grosso. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 53-64, 2012.

DUARTE, A.G.; LIMA, I.S.; ARAÚJO JÚNIOR, J.V.; DUARTE, A.G.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; CRUZ, M.M. Disposição do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, em coqueiros portadores da doença anel vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p. 622-627, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Rondônia. Sistemas de Produção, 6 – Versão eletrônica) Dezembro/2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/CultivodoCoqueiroRO/> Acesso em: 30/05/2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 1 – Versão eletrônica) Nov/2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/importancia.htm> Acesso em: 30/05/2013.

FAO 2011 – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **World Production**. Disponível em: <https://www.fao.org.br/> Acesso em: 12/09/2011.

FAOLE, M.; HARRIES, H. Farm and forestry production and marketing profile for coconut (*Cocos nucifera*). In: ELEVITH, C.R. (Ed.) **Specialty crops for pacific island agroforestry**. Holualoa: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2009, 248p.

FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia – Princípios e métodos**. Volume 1, 4ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres. 2011, p. 277-305.

FERREIRA, J.M.S.; MICHEREFF FILHO, M. **Produção integrada de Coco: práticas fitossanitárias**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 107 p.

FERRI, M.G. **Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)**. São Paulo: Melhoramentos, 1973. 149 p.

FONTES, H.R; RIBEIRO, F.E; FERNANDES, M.F. **Coco produção, aspectos técnicos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 106p. (Frutas do Brasil, 27).

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. Nematoides como patógenos de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; PEREIRA, O. L. **O essencial da fitopatologia: agentes causais: Volume 2**. Viçosa, MG: UFV, DPF, 2012. p. 89-128.

FRÉMOND, Y; ZILLER, R; NUCÉ DE LAMONTHE, M. de. **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona Editorial Blume, 1975. 236 p.

GIBLIN-DAVIS, R.M. Insects of borers. In: HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R.M.; ABAD, R.G. **Insects on palms**. Wallingford-Oxon: CABI Publishing, 2001. 414p.

GIBLIN-DAVIS, R.M. The red ring nematode and its vetores. Tallahassee: Florida. Department of Agriculture and Consumer Services: Division of Plant Industry, 1990. (**Circular, 181**).

GIBLIN-DAVIS, R.M.; GERBER, K.; GRIFFITH, R.; MUNDO-O CAMPO, M.; BALDWIN, J.G. Observations on the morphology of red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*. **Revista de Nematologia**, V.12, p. 285-292, 1989.

GRIFFITH, R. Red ring disease of coconut palm. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, p. 193-196, 1987.

GRIFFITH, R. The use of smaller palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. in the forecasting of red ring disease out-breaks. J. Agric. Soc. Trinidad and Tobago 74: 149-158, 1974.

HAGLEY, E. A. C. On the live history and habitats of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) **Annals of the Entomological Society of America**, v.58, p. 22-28, 1965.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 18/09/2011.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Editora Nobel, 1992. 314 p.

LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. Constatação da moléstia do anel vermelho do coqueiro no Estado do Rio de Janeiro, Redescricao do agente causador *Aphelenchoides cocophilus* (Cobb, 1919) Goodey, 1933 (Nematoda, aphelenchidae). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.11, p.125-132, 1954.

MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B. Doenças do Coqueiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**, 2005. p. 271-281.

MARTINS, C. R. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2010. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. (**Documentos, 164**).

MENON, K.P.V; PANDALA, K. M; **The coconut palm: a monograph**. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.

MOURA, J. I. L. **Controle de pragas e doenças do coqueiro**. Viçosa, MG: CPT Editora, 2009. 218 p.

NAVARRO, D.M.A.F.; MURTA, M.M.; DUARTE, A.G. LIMA, I.S. NASCIMENTO, R.R. SANT'ANA, A.E.G Aspectos práticos relacionados ao uso do Rincoforol, o feromônio de agregação da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) no controle de pragas do coqueiro. Análise de sua eficiência em campo. **Quimica Nova**, v. 25, n. 1, p. 32-36, 2002.

PASSOS, E. E. M. Clima e exigências hídricas do coqueiro gigante. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009, p. 75-89.

PASSOS, E.E.M. Morfologia do coqueiro. In: FERREIRA, J. M.S.; WARWICH, D.R. N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília-DF. EMBRAPA-CPATC. 1998. 2ª ed., p. 57-64.

SÁNCHEZ, P.A.; CERDA, H. El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L) (Coleoptera: Curculionidae) – *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. **Boletín de Entomología Venezolana**, Macaray, v.8, p.1-18, 1993.

SEAGRI– Secretaria do Estado da Agricultura e Desenvolvimento Agrário. Governo e produtores discutem revitalização da cultura do coco. Disponível em: <<http://www.agricultura.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2011/marco/governo-e-produtores-discutem-revitalizacao-da-cultura-do-coco> Acesso: 31/05/2013.

THURSTON, H. Red ring disease of coconut. In: THURSTON, H. **Tropical plant disease**. St Paul: American Phytopathology Society, 1984. p. 161-164

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372 p.

WARWICK, D.R.N. Principais características do anel vermelho e da murcha-de-fitomonas. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 8p. (**Comunicado Técnico, 38**)

WARWICK, D.R.N. Principais doenças do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 33p. (**Documentos, 22**).

WARWICK, D.R.N.; TALAMINI, V. Doenças e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimentos dos pequenos produtores rurais. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 157-190.

WARWICK, D.R.N.; LEAL, E. C. Principais doenças letais In: FERREIRA, J.M.S., (ed.). **Coco Fitossanidade**. Brasília-DF, EMBRAPA, p.51-62, 2003.

WARWICK, D.R.N; LEAL, E.C.; RAM, C. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICH, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília-DF. EMBRAPA-CPATC. 1998. 2ª ed. p. 262-292.

WARWICK, D.R.N.; BEZERRA, A.P.T. Possible root transmission of the red ring nematode (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) to coconut palms. **Plant Disease**, St Paul, v.76, p. 809-811. 1992.

### 3 - PERSISTÊNCIA DE NEMATOIDES ASSOCIADOS À RIZOSFERA DE COQUEIROS RECÉM-ERRADICADOS

**Resumo:** As maiores plantações e produções brasileiras de coco se concentram na faixa litorânea da região Nordeste, favorecidas pelas condições de tropicalidade climática. Entretanto, o coqueiro é atacado por várias doenças que contribuem com os baixos níveis de produção. Dentre as principais moléstias, encontra-se o anel vermelho, doença letal causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989, o qual pode ser disseminada por ferramentas contaminadas ou através do seu principal vetor, a broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764. Neste contexto, o presente trabalho de pesquisa teve como objetivo determinar a persistência de nematoides associados à rizosfera de coqueiros recém-erradicados, cultivados nos municípios de Coruripe e São Miguel dos Milagres, na região da Baixada Litorânea do Estado de Alagoas. Foram coletadas amostras de solo e de raízes após a erradicação de coqueiros com sintomas avançados da doença anel vermelho. O processamento das amostras e as avaliações microscópicas foram realizados no Laboratório de Ecologia e Comportamento dos Insetos da Universidade Federal de Alagoas (LECOM/UFAL). A coleta de amostras foi suspensa a partir do momento em que não foram mais encontrados nematoides *B. cocophilus* nas amostras. Os resultados demonstraram que o *B. cocophilus* é capaz de sobreviver nas raízes dos coqueiros por pelo menos 118 e 133 dias após o corte (DAC), em Coruripe e São Miguel dos Milagres, respectivamente. Em ambos os locais ocorre migração do *B. cocophilus* das raízes para o solo, onde os mesmos são capazes de sobreviver por, no mínimo, 76 e 88 DAC, nas condições edafoclimáticas de Coruripe e de São Miguel dos Milagres, respectivamente. Sendo necessário manter a área por um período mínimo de pousio de 138 e 167 dias após o corte, respectivamente, os municípios de Coruripe e de São Miguel dos Milagres, para o plantio de novas mudas, quando não são mais encontrados *B. cocophilus* nas raízes.

**Palavras-chave:** *Cocos nucifera* L.. *Bursaphelenchus cocophilus*. nematoides de vida livre.

**Abstract:** In Brazil, the largest plantations and productions of coconut are concentrated along the coast of the northeastern region, which is favored by climatic conditions of tropicality. However, the coconut tree is attacked by various diseases that contribute to the low levels of production. Among the major diseases, is the red ring, a lethal disease caused by the

nematode *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989, which can be spread out by contaminated tools or through its main vector, the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764. In this context, the aim of this research was to determine the persistence of nematodes associated with the rhizosphere of coconut trees newly eradicated. The coconut plantations were grown in the municipalities of Coruripe and São Miguel dos Milagres, located in the coastal region of Alagoas State, Brazil. As soon as the coconut trees, with advanced symptoms of red ring disease, were eradicated, samples of soil and roots were collected. The processing of the samples and microscopic evaluations were carried out at the laboratory of insect ecology and behavior at the Federal University of Alagoas (Lecom / UFAL). Field collections were discontinued from the point that no longer nematodes of *B. cocophilus* were found in the samples. The results showed that *B. cocophilus* is able to survive in the roots of coconut trees, at least 118 and 133 days after cutting (DAC) in Coruripe and São Miguel dos Milagres, respectively. In both sites, occurred migration of *B. cocophilus* from the roots to the soil, where they are able to survive for at least 76 and 88 DAC, in environmental conditions of Coruripe and São Miguel dos Milagres, respectively. Therefore, it is necessary to maintain the area for a minimum period of 138 and 167 days after cutting, at the municipalities of Coruripe and São Miguel dos Milagres, respectively, prior to planting new seedlings, when *B. cocophilus* no longer are found in the roots.

**Keywords:** *Cocos nucifera* L.. *Bursaphelenchus cocophilus*. free-living nematodes.

### 3.1 - Introdução

No Nordeste brasileiro, a unidade de paisagem da baixada litorânea apresenta condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), com temperaturas médias elevadas (27°C), ventos moderados e constantes, umidade relativa do ar em torno de 80% e alta luminosidade. Outra característica marcante é que a região apresenta um índice pluviométrico em torno de 1.500 mm anuais, contudo, há má distribuição de chuvas, concentradas em média durante quatro a cinco meses, com déficit hídrico no restante do ano (FONTES et al., 2003).

Na caracterização do mercado atual perspectivas futuras para o cultivo de coqueiro no Brasil, Fontenele (2005) informou que é notória a sua importância para a economia brasileira, especialmente na região do Nordeste onde se concentram mais de 90% da produção nacional. Entretanto, a necessidade de revitalização dessa atividade é sentida, principalmente, pela falta de recursos financeiros para enfrentar com mais agressividade as novas oportunidades de

mercado, e pela demanda crescente de coco para consumo *in natura* e para a indústria. Esta situação exige uma melhoria acentuada nos níveis de produção de coqueirais, que atualmente é muito baixa, em média 30 frutos por planta por ano, considerando-se cerca de seis colheitas ao ano, e que cada árvore produza uma média de 4 a 5 unidades por colheita.

As frutíferas podem apresentar, ao longo do seu desenvolvimento, diversos problemas fitossanitários, dentre eles o parasitismo por nematoides. A fauna nematológica na rizosfera e no rizoplano das plantas frutíferas é bastante diferenciada e complexa, com algumas espécies de nematoides apresentando alta capacidade de reprodução, o que pode, ao longo do tempo, causar declínio da planta e redução na vida útil do pomar (ARIEIRA et al., 2008).

Dentre as principais enfermidades que atacam o coqueiro, a doença anel vermelho, causado pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989 (Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Aphelenchoididae), apresenta enorme relevância para a cultura do coco por ser letal às plantas. Esta doença limita o cultivo em áreas infestadas, com perdas de até 100% da produção (WARWICK & LEAL, 2003). No Brasil, a doença já foi constatada nos estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Ceará, Rio de Janeiro e São Paulo. O nematoide *B. cocophilus* é um endoparasita migrador que pode ser encontrado em qualquer estágio de desenvolvimento nas raízes, caules e pecíolos foliares e depende de seus vetores biológicos para colonizar novos hospedeiros (FREITAS et al., 2012; DUARTE et al., 2008). O principal vetor do *B. cocophilus* são os adultos de *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764 (Coleoptera: Curculionidae), insetos coleópteros que os transportam das plantas atacadas para as sadias (GRIFFITH & KOSHY, 1990; SANCHEZ & CERDA, 1993; GIBLIN-DAVIS, 2001). A transmissão ainda pode ocorrer por meio das ferramentas de corte, como o facão no ato da colheita, ou pelo corte de raízes durante as operações de preparo do solo (WARWICK, 2001), ou mesmo através do contato direto entre a raiz de uma planta infectada com a de uma planta sadia (ARAÚJO, 1990).

O objetivo deste trabalho foi determinar o tempo de sobrevivência dos nematoides *B. cocophilus* e de vida livre no solo e em raízes de coqueiros recém-erradicados, cultivados em dois municípios da Baixada Litorânea do Estado de Alagoas.

### **3.2 - Material e métodos**

O material foi coletado em coqueirais de dois municípios da Baixada Litorânea de Alagoas, localizados à cerca de 90 Km da capital do estado. O primeiro foi conduzido no município de São Miguel dos Milagres (Latitude 9° 15' 56" S, Longitude: 35° 22' 23" W e 1m

de altitude), situado no Litoral Norte do Estado, durante o período de setembro 2011 a março de 2012 e o segundo no município de Coruripe (Latitude: 10° 07' 32" S, Longitude: 36° 10' 32" W e 16m de altitude), Litoral Sul Alagoano, entre outubro de 2012 e março de 2013. Os dados de precipitação pluviométrica (mm) de São Miguel dos Milagres e de Coruripe são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. As análises físico-químicas de solo dos dois locais foram executadas em laboratório credenciado (Anexos A e B). Conforme a análise física, o solo da área de São Miguel dos Milagres foi classificado como franco arenoso enquanto o solo da área de Coruripe como solo franco argiloso.

**Tabela 1 - Precipitação pluviométrica (mm) no período de outubro de 2011 a março de 2012 em São Miguel dos Milagres/AL.**

2011			2012			Total (mm)
Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	
53,5	96	0	194,00	150,50	155	649

Fonte: Central Açucareira Santo Antônio S/A, 2012.

**Tabela 2 - Precipitação pluviométrica (mm) no período de outubro de 2012 a março de 2013 em Coruripe/AL.**

2012			2013			Total (mm)
Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	
19,9	5,7	0,6	19,2	23,6	82	141

Fonte: Usina Coruripe S/A, 2013.

Inicialmente foi efetuada a identificação do coqueiro com sintomas da doença anel vermelho, sendo utilizada uma planta para cada local de coleta, ambas em estado avançado da doença. Após a escolha das plantas afetadas, efetuou-se a erradicação das mesmas, a partir do corte da planta na base do estipe (Figura 4) e da queima dos restos culturais da parte aérea (folhas, estipe, inflorescências e frutos), visando evitar a disseminação da doença.

**Figura 4 - Porções remanescentes de estipe de coqueiros com sintomas do anel vermelho erradicados em: (a) São Miguel dos Milagres e (b) Coruripe.**



Fonte: Autora, 2012.

### 3.2.1 - Coleta das amostras

Nos dois locais foram coletados dois tipos de amostras: (1) raízes e (2) solo. Em cada local foi utilizado um coqueiro doente, com idade entre 10 e 15 anos. O solo e as raízes foram coletados com auxílio de enxada e um trado, entre 10 e 30 cm de distância da base do estipe, à uma profundidade de 20 e 50 cm, região onde se localiza a maior concentração de raízes.

Em São Miguel dos Milagres foram realizadas oito coletas de amostras: 0, 21, 42, 64, 88, 112, 133 e 167 dias após o corte (DAC) ou erradicação da parte aérea do coqueiro contaminado pela doença anel vermelho. Em Coruripe, foram coletas sete amostras: 0, 20, 48, 76, 96, 118 e 138 DAC.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e conduzidas ao Laboratório de Ecologia e Comportamento de Insetos (LECOM) da Universidade Federal de Alagoas, onde foram processadas. Cada amostra de raiz foi constituída de 50g e a de solo de 100g. Após a pesagem, as amostras foram colocadas em sacos plásticos e mantidas refrigeradas em geladeira (3 a 5 °C), até o momento do seu processamento. Enquanto as amostras de solo foram utilizadas diretamente para a extração dos nematoides, as amostras de raízes foram previamente lavadas em água corrente, cortadas em pequenos pedaços (3 a 4 cm) e trituradas em processador, conforme procedimento adotado por Duarte et al. (2008). Em São Miguel do Milagres/AL foram obtidas em cada coleta 12 amostras de solo e 12 de raízes e em Coruripe/AL as amostras foram constituídas por quatro unidades de solo e quatro de raízes, obtendo um total de 192 e 56 amostras para São Miguel dos Milagres e Coruripe, respectivamente.

Para efetuar a contagem do número de nematoides existentes nas amostras em cada época de coleta e assim determinar o tempo de persistência dos nematoides no solo e nas raízes das plantas sacrificadas (com sintomas da doença), as amostras foram processadas dentro de um período máximo de três dias após cada coleta.

As coletas de amostras em campo foram interrompidas a partir do momento em que não foram mais observados *B. cocophilus* nas lâminas avaliadas sob o microscópio.

### 3.2.2 - Processamento das amostras de solo

O processamento das amostras para a extração dos nematoides do solo foi efetuado segundo a metodologia de Jenkins (1964). Amostras com 100 g de solo foram colocadas em uma peneira de 20 mesh (864 µm) e lavadas com auxílio de ducha, de maneira que todo o conteúdo proveniente desta lavagem fosse armazenado em balde. Em seguida, a suspensão

contida no balde foi misturada durante 1 min e, posteriormente, deixada em repouso por cerca de 30 s. Após este procedimento, a suspensão foi vertida na peneira de 400 mesh (38  $\mu\text{m}$ ) e o conteúdo restante nesta peneira foi recuperado em tubos de ensaio para posterior centrifugação.

### 3.2.3 - Processamento das amostras das partes vegetais

O processamento das raízes para a extração dos nematoides foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Hussey & Barker (1973). Amostras com 50 g dos tecidos vegetais (raízes) foram colocadas no processador com cerca de 100 mL de água destilada e trituradas durante 30s. Após a trituração, o material foi colocado em peneira granulométrica de 60 mesh (250  $\mu\text{m}$ ), sobreposta à peneira de 400 mesh (38  $\mu\text{m}$ ). Com o auxílio de uma ducha, o material foi lavado, ficando depositado na peneira de 400 mesh. O material remanescente nesta peneira foi recolhido e armazenado em tubos de ensaio para posterior centrifugação (Figura 5).

**Figura 5 - Processamento de amostras: detalhes da etapa de lavagem das raízes em peneiras sobrepostas de 60 e 400 mesh.**



Fonte: Autora, 2012.

### 3.2.4 - Centrifugação das amostras

As suspensões coletadas nos tubos de ensaio das amostras de solo e das raízes foram pesadas em balança analítica de precisão, ajustado-se suas massas para aproximadamente 28 g mediante adição de água destilada. Os nematoides foram separados dos resíduos utilizando-se centrifugação, através da técnica proposta por Coolen & D'Herde (1972).

Os tubos de ensaio foram centrifugados durante 4 min e 30 s na velocidade de 765 g, em centrífuga CENTRIBIO - Modelo 80-2B, com rotor de ângulo fixo (45°) e caçapa com capacidade para 12 tubos de 15 mL. Os sobrenadantes (parte líquida) de cada amostra foram coletados e transferidos para béqueres pré-identificados. Aos precipitados (parte sólida)

remanescentes da centrifugação adicionou-se uma solução de sacarose ( $425 \text{ g L}^{-1}$ ), completando-se a massa dos tubos novamente para 28 g. Em seguida, cada tubo foi centrifugado, desta vez durante 1 min e 30 s à velocidade de 765 g, o sobrenadante foi novamente coletado e transferido para o seu respectivo béquer. O mesmo procedimento foi repetido por mais uma vez, com a diferença de que o tempo de centrifugação foi reduzido para 1 min. Finalmente, as amostras contendo os sobrenadantes (recuperados nas três centrifugações) foram vertidas na peneira de 400 mesh e lavadas com auxílio de ducha. O volume do material que ficou retido na peneira foi então transferido para recipientes plásticos, aos quais foram adicionadas alíquotas de solução conservante TAF (5% de trietanolamina, 5% de álcool, 75% de água e 15% de formol), de maneira a se completar o volume dos mesmos para aproximadamente 20 mL.

#### 3.2.5 - Estimativa dos nematoides de vida livre e do *B. cocophilus*

Com o auxílio de uma proveta foram determinados quantos mL continha cada amostra de raízes e solo. Antes da coleta da alíquota para leitura e contagem dos nematoides foi realizada a homogeneização das amostras soprando-se o líquido com o auxílio de uma pipeta. A estimativa do número de *B. cocophilus* em cada amostra foi realizada com o auxílio de um microscópio binocular (LEICA modelo CME) com aumento de 100X e de um contador de células. Para efetuar as leituras foram utilizadas duas lâminas de contagem de Peter, cada uma contendo 1,0 mL de amostra. De posse das duas leituras determinou-se o número aproximado de nematoides presentes em cada amostra, através de regra de três simples.

#### 3.2.6 - Análises dos resultados

Os dados obtidos nas contagens dos nematoides *B. cocophilus* e de vida livre foram analisados estatisticamente e tiveram as suas médias comparadas pelo teste de TUKEY a 5% de probabilidade de erro ( $\rho \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa computacional ASSISTAT versão 7.6 (SILVA & AZEVEDO, 2002).

### 3.3 - Resultados e discussão

Os resultados obtidos em cada um dos dois locais de coleta: São Miguel dos Milagres (3.3.1) e Coruripe (3.3.2) foram analisados e discutidos separadamente para cada tipo de amostra (solo e raízes) e grupos de nematoide (*B. cocophilus* e vida livre).

### 3.3.1 - Estimativa da população de nematoides associados às raízes de coqueiros no município de São Miguel dos Milagres

As populações de nematoides *B. cocophilus* e de vida livre encontradas nas amostras de solo e de raízes coletadas nas plantas afetadas pela doença anel vermelho foram determinadas a partir do momento da sua erradicação (setembro de 2011) até 167 dias após o corte das mesmas (março de 2012).

#### 3.3.1.1 - *Bursaphelenchus cocophilus* em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho

As populações do nematoide do anel vermelho (*B. cocophilus*) encontrados nas raízes foram significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) nas cinco primeiras coletas (0, 21, 42, 64 e 88 dias após o corte), quando 100% das amostras analisadas estavam contaminadas (Tabela 3).

**Tabela 3 - Número médio ( $\pm$ EP) de *Bursaphelenchus cocophilus* em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	12	100	552,5	114	330,33 $\pm$ 39,96 a
21	12	100	845,5	1,04	480,50 $\pm$ 80,00 a
42	12	100	693,5	18,5	387,50 $\pm$ 60,57 a
64	12	100	690,0	38,0	289,50 $\pm$ 62,83 a
88	12	100	867,0	232,5	453,12 $\pm$ 55,74 a
112	12	50	63,0	0,0	11,79 $\pm$ 5,90 b
133	12	50	54,0	0,0	13,08 $\pm$ 4,60 b
167	12	0	0,0	0,0	0,00 $\pm$ 0,00 b

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 005$ ). CV=19,75%

Fonte: Autora, 2012.

A contaminação das raízes com o nematoide *B. cocophilus* (100% das amostras) ocorreu até 88 DAC, quando a população média foi de 453,12  $\pm$  55,74 nematoides/50 g. Estes dados demonstram a grande capacidade que possui o *B. cocophilus* em sobreviver nos tecidos do coqueiro por um considerável período de tempo, mesmo após a destruição da parte aérea, oferecendo risco de contaminação às demais plantas do pomar. Resultados semelhantes foram encontrados por Duarte et al. (2008) e Sabino (2010), os quais também verificaram elevadas taxas de contaminação de raízes por *B. cocophilus* (95 e 83,3%, respectivamente) na data do corte de coqueiros com sintomas avançados da doença anel vermelho e permanecendo com alta contaminação até aproximadamente 50 dias.

Da quinta (88 dias após o corte - DAC) para a sexta coleta (112 DAC) a população média de *B. cocophilus* sofreu significativa redução, passando de  $453,12 \pm 55,74$  para  $11,79 \pm 5,90$  nematoides/50 g. Na sexta e sétima coletas (112 e 133 DAC, respectivamente) 50% das amostras de raízes apresentavam-se contaminadas, sendo que, na oitava coleta (167 DAC), nenhum *B. cocophilus* foi encontrado. Embora a população média de *B. cocophilus* tenha sofrido significativa redução aos 112 e 133 DAC, quando foram constatados  $11,79 \pm 5,90$  e  $13,08 \pm 4,60$  nematoides/50 g, respectivamente, somente na oitava coleta (167 DAC) não foram encontrados indivíduos nas amostras analisadas. De fato esta constatação é muito importante, visto que, até a sétima coleta (133 DAC) os nematoides ainda permaneciam vivos nas raízes, havendo risco de disseminação do patógeno. Nesse sentido, cabe salientar que, uma pequena quantidade de nematoides *B. cocophilus* é suficiente para o completo estabelecimento da doença (GRIFFITH, 1968).

Os fitonematoides parasitas dependem dos tecidos das plantas para seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, sendo considerados parasitos obrigatórios. Esta associação obrigatória evoluiu com as adaptações do sistema digestivo do nematoide, incluindo o desenvolvimento do estilete e um crescimento e mudanças de funções fisiológicas das glândulas esofageanas (FREITAS et al., 2001).

A sobrevivência do *B. cocophilus* no solo autoclavado, na temperatura ambiente ou no refrigerador é de aproximadamente de sete dias. No entanto, os nematoides podem viver até 80 dias em extratos dos tecidos do estipe ou ainda com adição de D-Glicose ou Lactose. Podem ainda ser cultivados por até quatro semanas em substrato de frutos imaturos de coqueiro ou em pedaços da ráquis (GIBLIN-DAVIS et al., 1989).

Neste trabalho, constatou-se que, o *B. cocophilus* foi capaz de sobreviver nas raízes dos coqueiros sacrificados, por um período de, no mínimo, 133 dias após o corte. Portanto, além das medidas de controle preconizadas por Ferreira et al. (1998), os quais recomendam a eliminação imediata das plantas contaminadas, mediante o corte e a queima da parte aérea, deverá ser obedecido também um período mínimo de carência, de pelo menos 167 dias, quando nenhum nematoide *B. cocophilus* foi encontrado, para a realização do plantio de novas mudas de coqueiros para as condições de São Miguel dos Milagres/AL.

### 3.3.1.2 - *Bursaphelenchus cocophilus* em solo de coqueiros afetados por anel vermelho

Foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre coletas para as populações do nematoide do anel vermelho (*B. cocophilus*) no solo. Na primeira coleta efetuada na data

da erradicação da planta contaminada, a população média foi de  $5,12 \pm 1,97$  nematoides/100 g. Já, na segunda e quarta coletas (21 e 64 DAC), as populações do *B. cocophilus* foram significativamente superiores às demais, apresentando valores de  $16,41 \pm 5,08$  e  $11,16 \pm 5,08$  nematoides/100 g e de 58,33 e 50 % de amostras contaminadas, respectivamente. Na quinta coleta (88 DAC) a população encontrada foi de  $5,25 \pm 2,33$  nematoides/100 g, com 41,67 % das amostras contaminadas e, a partir da sexta coleta (112 DAC) não foi constatada a presença do nematoide em nenhuma das amostras analisadas (Tabela 4).

**Tabela 4 - Número médio ( $\pm$ EP) *Bursaphelenchus cocophilus* em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	12	41,67	17,0	0,0	$5,12 \pm 1,97$ bc
21	12	58,33	45,0	0,0	$16,41 \pm 5,08$ a
42	12	16,67	13,0	0,0	$1,91 \pm 1,63$ bc
64	12	50,0	28,5	0,0	$11,16 \pm 2,43$ a
88	12	41,67	27,0	0,0	$5,25 \pm 2,33$ bc
112	12	0,0	0,0	0,0	$0,00 \pm 0,0$ c
133	12	0,0	0,0	0,0	$0,00 \pm 0,0$ c
167	12	0,0	0,0	0,0	$0,00 \pm 0,0$ c

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV=12,49%  
Fonte: Autora, 2012.

A ocorrência do *B. cocophilus* nas amostras de solo coletadas nas primeiras cinco coletas indicam que o nematoide migra dos tecidos infectados das raízes para o solo. De acordo com os resultados observados acima, pode-se afirmar que o nematoide causador do anel vermelho é capaz de sobreviver no solo por pelo menos 88 DAC, nas condições de São Miguel dos Milagres/AL. Durante esse período poderá ocorrer disseminação do patógeno, através da movimentação do *B. cocophilus* via fluxo de massa no solo, o que depende, principalmente, da textura e do teor de umidade deste solo.

Solos muito argilosos são desfavoráveis aos nematoides, principalmente por dificultarem a sua movimentação e encharcarem facilmente, reduzindo a quantidade de oxigênio. Já, solos arenosos são mais drenados, entretanto, apresentam maiores oscilações nos teores de umidade. Ainda assim, os maiores prejuízos causados por nematoides estão associados aos solos arenosos (WARWICK et al., 1998). Dessa forma, a contaminação das raízes de coqueiros sadios poderia ocorrer através da disseminação do nematoide via solo

(WARWICK & BEZERRA, 1992), visto que, a maioria das áreas de exploração encontra-se em regiões com solos arenosos e ocorrem altos índices pluviométricos, aspectos que facilitariam a disseminação do patógeno.

O número de nematoides *B. cocophilus* encontrados no solo de coqueiros infectados é geralmente muito baixo, como observado por Kastelein (1986) que encontrou entre 0 e 20 nematoides por 100 g de solo, encontrados a cerca de 30-40 centímetros de profundidade. O autor observou também que durante a estação chuvosa, os nematoides foram localizados mais perto da superfície do solo.

### 3.3.1.3 - Nematoides de vida livre em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho

As populações dos nematoides de vida livre nas raízes foram significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) nas duas últimas coletas (133 e 167 DAC), quando o número médio foi de  $206,16 \pm 54,60$  e  $275,79 \pm 62,43$  nematoides em 50 g de raízes, respectivamente.

**Tabela 5 - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	12	100	119	17	$55,12 \pm 9,16$ b
21	12	58,33	45	0,0	$12,08 \pm 4,13$ b
42	12	83,33	70	0,0	$29,37 \pm 6,57$ b
64	12	91,66	93,5	0,0	$31,00 \pm 6,83$ b
88	12	100	209,0	27,0	$105,12 \pm 25,70$ b
112	12	100	161,5	9,0	$83,75 \pm 15,76$ b
133	12	100	337,5	10,0	$206,16 \pm 54,60$ a
167	12	100	550,0	149,5	$275,79 \pm 62,43$ a

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV=23,31%  
Fonte: Autora, 2012.

Com exceção de três coletas (21, 42 e 64 DAC), nas demais, todas as amostras analisadas apresentaram níveis de 100% de contaminação (Tabela 5). As maiores populações dos nematoides de vida livre observadas nas duas últimas coletas (133 e 167 DAC) podem ter ocorrido em função da migração destes indivíduos do solo para as raízes, tendo em vista o elevado grau de decomposição dos tecidos radiculares dos coqueiros erradicados. Os nematoides que conseguem sobreviver dentro de raízes possuem o privilégio de terem ótima

proteção contra a desidratação, enquanto os tecidos de seus hospedeiros persistirem ativos (RITZINGER et al., 2010).

#### 3.3.1.4 - Nematoides de vida livre em solos de coqueiros afetados por anel vermelho

Foram verificadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre datas de coletas para as populações de nematoides de vida livre no solo. Na quinta coleta (88 DAC), foi encontrada a maior população de nematoides, com média de  $906,7 \pm 92,43$  nematoides/100 g. Nesta mesma data de coleta a população máxima de nematoides chegou a atingir 1568 indivíduos em 100 g de solo (Tabela 6).

**Tabela 6 - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. São Miguel dos Milagres/AL, 2012.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	12	100	340,0	187,0	249,3 $\pm$ 61,97 cde
21	12	100	418,0	142,5	268,9 $\pm$ 61,97 cde
42	12	100	541,5	275,5	479,4 $\pm$ 75,08 b
64	12	100	654,5	221,0	441,2 $\pm$ 71,03 bc
88	12	100	1568,0	414	906,7 $\pm$ 92,43 a
112	12	100	788,5	221,0	415,3 $\pm$ 65,33 bcd
133	12	100	348,5	170,0	216,2 $\pm$ 50,70 de
167	12	100	275,0	70,0	180,8 $\pm$ 37,60 e

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV=14,78%  
Fonte: Autora, 2012.

Os nematoides de vida livre são importantes componentes da microfauna do solo, pois se alimentam de fungos, bactérias e outros pequenos animais, inclusive de outros nematoides (FREITAS et al., 2001). Segundo Yeates (2003), o índice da fauna de nematoides no solo reflete as mudanças que ocorrem na comunidade devido aos processos ecológicos que acontecem com as mudanças no ecossistema, sendo que, a diversidade de fitonematoides aumenta o fluxo de carbono das raízes para a biomassa microbiana do solo e é maior em ecossistemas que sofrem menor distúrbio.

#### 3.3.2 - Estimativa da população de nematoides associados às raízes de coqueiros no município de Coruripe

As populações de nematoides *B. cocophilus* e de vida livre nas amostras de solo e de raízes coletadas nas plantas afetadas pela doença anel vermelho foram determinadas a partir

do momento da sua erradicação (outubro de 2012) até 138 dias após o corte das mesmas (março de 2013).

### 3.3.2.1 - *Bursaphelenchus cocophilus* em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho

Na primeira coleta, efetuada na data da erradicação do coqueiro com sintomas avançados da doença anel vermelho, a população do *B. cocophilus* nas raízes ( $734,4 \pm 15,96$  nematoides/50 g) foi significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) do que as populações encontradas em todas as demais épocas de coleta. As populações do nematoide do anel vermelho na segunda e terceira coletas (20 e 48 DAC) foram significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) às das demais coletas, exceto da primeira. Nota-se que, já na quarta coleta (76 DAC) a população média do *B. cocophilus* sofre significativa redução, ficando em  $13,37 \pm 1,37$  nematoides/50 g (Tabela 7).

**Tabela 7 - Número médio ( $\pm$ EP) de *Bursaphelenchus cocophilus* em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	4	100	1164,0	517,5	$734,40 \pm 15,96$ a
20	4	100	418,0	161	$238,62 \pm 25,30$ b
48	4	100	247,5	42,5	$165,62 \pm 30,37$ b
76	4	50	31,0	22,3	$13,37 \pm 1,37$ c
96	4	100	36,0	20,5	$27,12 \pm 3,73$ c
118	4	50	36,0	0,0	$14,50 \pm 1,65$ c
138	4	0	0,0	0,0	$0,0 \pm 0,0$ c

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV=12,38%  
Fonte: Autora, 2013.

A alta taxa de contaminação com o *B. cocophilus* constatada em 100 % das amostras de raízes até 96 DAC, demonstram a capacidade do nematoide em sobreviver nos tecidos das raízes do coqueiro. De acordo com FERRAZ et al. (2010), quando as raízes não são destruídas, os nematoides que se encontram no início ou no meio do seu ciclo conseguem completá-lo. Além disso, de acordo com estes autores, a cada mês de permanência dos nematoides das raízes no solo representaria um ciclo adicional. Desta forma, em áreas infestadas, a destruição do sistema radicular logo após a erradicação da planta poderia reduzir drasticamente o potencial de aumento populacional dos nematoides.

A população média de *B. cocophilus* sofreu significativas reduções da primeira para a segunda e da terceira para a quarta coletas, quando foram constatados  $13,37 \pm 1,37$  nematoides/50 g, somente na sétima coleta (138 DAC) não foram encontrados indivíduos nas amostras analisadas. Estes resultados corroboram os de Warwick et al. (1998), os quais afirmaram que, em condições de campo, nematoides podem permanecer ativos no estipe do coqueiro por até 130 dias após o corte da planta.

Quando o nematoide está presente no solo e um hospedeiro suscetível é encontrado, sua população tende a aumentar conforme a disponibilidade de tecidos saudáveis disponíveis para sua alimentação. No entanto, por serem parasitas obrigatórios, a população dos nematoides tende a diminuir no solo na ausência da planta hospedeira ou quando as condições ambientais são desfavoráveis (FERRAZ et al., 2010).

Mesmo na ausência de hospedeiro vivo, os nematoides *B. cocophilus* foram capazes de sobreviver nas raízes em decomposição dos coqueiros sacrificados, por um período de, no mínimo, 118 dias após o corte. Estes dados corroboram com aqueles encontrados por Esser & Meredith (1987) que recuperaram *B. cocophilus* vivos nas raízes após um ano da remoção da parte aérea. Tais autores afirmaram que o nematoide causador do anel vermelho consegue sobreviver em tecidos mortos (em decomposição) de palmeiras por mais de 90 dias. Portanto, nas condições de Coruripe/AL, deverá ser obedecido um período mínimo de carência de pelo menos 138 dias para a realização do plantio de novas mudas de coqueiros.

### 3.3.2.2 - *Bursaphelenchus cocophilus* em solo de coqueiros afetados por anel vermelho

As maiores populações médias do nematoide causador do anel vermelho no solo foram constatadas na primeira e na quarta coletas (76 DAC), quando foram encontrados, 12,75 e 12,62 nematoides/100 g, respectivamente. A partir da quinta coleta (96 DAC) nenhuma das amostras analisadas apresentou contaminação (Tabela 8).

Os resultados obtidos comprovam que ocorre migração do *B. cocophilus* das raízes dos coqueiros afetados para o solo, onde estes indivíduos persistem por, no mínimo, 76 DAC. A constatação de que o *B. cocophilus* pode migrar dos tecidos das plantas afetadas e persistir no solo por determinado tempo é de extrema importância para o sistema de produção de coco.

**Tabela 8 - Número médio ( $\pm$ EP) *Bursaphelenchus cocophilus* em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	4	100	14,0	11,0	12,75 $\pm$ 1,97 a
20	4	50	9,0	0,0	4,50 $\pm$ 1,08 b
48	4	25	10,0	0,0	2,50 $\pm$ 1,30 b
76	4	100	21,0	9,5	12,62 $\pm$ 1,43 a
96	4	0,0	0,0	0,0	0,00 $\pm$ 0,00 b
118	4	0,0	0,0	0,0	0,00 $\pm$ 0,00 b
138	4	0,0	0,0	0,0	0,00 $\pm$ 0,00 b

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = 11,59%  
 Fonte: Autora, 2013.

Griffith & Koshy (1990) constataram que, embora as raízes possam ser infectadas artificialmente, isso não é o modo normal do início da doença no campo, e que os nematoides não persistem no solo em número suficiente para que exista uma chance de infecção.

O nematoide *B. cocophilus* não sobrevive no solo por mais de 2-3 dias, podendo se mover por conta própria, aproximadamente 5,6 milímetros por hora no solo e, cerca de 0,25 milímetros por hora nas raízes (ESSER & MEREDITH, 1987).

Muitas espécies de nematoides são capazes de sobreviver em estado de inatividade mantendo suas taxas de metabolismo muito baixas ou praticamente nulas (FERRAZ et al., 2010). No caso dos fitonematoides, eles se movem aleatoriamente no solo, intercalando períodos de atividade com períodos quiescentes até que a planta hospedeira seja localizada. Quando o nematoide detecta um estímulo químico atrativo, ele se movimenta em direção à fonte deste estímulo (FREITAS et al., 2001).

A sobrevivência de *B. cocophilus* no solo autoclavado, em condições normais de temperatura, é de aproximadamente sete dias. No entanto, os nematoides podem sobreviver até 80 dias em extratos de tecidos do tronco ou com adição de D-glucose ou lactose (GIBLIN-DAVIS et al., 1989).

Warwick & Bezerra (1992) concluíram que o nematoide pode ser transmitido de uma planta contaminada para uma sadia através do contato das raízes. Além disso, a sobrevivência dos nematoides é muito dependente do teor de umidade do solo, visto que a água é o fator abiótico que mais afeta suas populações (NORTON, 1979).

### 3.3.2.3 - Nematoides de vida livre em raízes de coqueiros afetados por anel vermelho

As populações médias de nematoides de vida livre em raízes não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as datas de coleta (Tabela 9).

**Tabela 9 - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 50 g de raízes coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	4	75,0	12,0	0,0	6,37 $\pm$ 1,06 a
20	4	75,0	22,0	0,0	12,62 $\pm$ 3,30 a
48	4	100	60,0	9,5	34,25 $\pm$ 4,47 a
76	4	75,0	66,0	0,0	27,37 $\pm$ 3,67 a
96	4	100	84,0	10,0	45,25 $\pm$ 4,93 a
118	4	75,0	66,0	0,0	35,62 $\pm$ 4,65 a
138	4	75,0	40	0,0	17,37 $\pm$ 3,65 a

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = 19,86%

Fonte: Autora, 2013.

Os nematoides são encontrados em maior número na região da rizosfera, muito embora, possam parasitar diferentes partes da planta, como raízes, tubérculos, folhas ou sementes (FERRAZ et al., 2010).

### 3.3.2.4 - Nematoides de vida livre em solo de coqueiros afetados por anel vermelho

Foram constatadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre datas de coletas para as populações de nematoides de vida livre no solo (Tabela 10).

**Tabela 10 - Número médio ( $\pm$ EP) nematoides de vida livre em 100 g de solo coletadas em coqueiro afetado pela doença anel vermelho. Coruripe/AL, 2013.**

Dias após o corte (DAC)	Nº de repetições	% de amostras contaminadas	Máxima	Mínima	Média ( $\pm$ EP)*
0	4	100	210,0	99,0	140,25 $\pm$ 21,97 a
20	4	100	84,0	36,0	67,00 $\pm$ 11,07 bc
48	4	100	147	60,0	102,87 $\pm$ 19,3 ab
76	4	100	110,0	84,0	96 $\pm$ 18,10 b
96	4	100	40,0	19,0	25 $\pm$ 7,33 c
118	4	100	69,0	11,0	40,6 $\pm$ 10,34 bc
138	4	75	50,0	0,0	21,62 $\pm$ 6,09 c

\* Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV = 20,76%

Fonte: Autora, 2013.

As maiores populações médias ( $140,25 \pm 21,97$  e  $102,87 \pm 19,3$  nematoides/100 g de solo), foram encontrada na primeira e na terceira coletas (48 DAC), respectivamente. Ritzinger et al. (2010) apresentaram resultados que indicam que os nematoides de vida livre poderiam ser utilizados de forma satisfatória em estudos de sustentabilidade de ecossistemas, devido à sua abundância, diversidade e respostas à toxicidade e distúrbios ambientais. Os índices das comunidades de nematoides de vida livre no solo (taxa de ocorrência, abundância e diversidade) seriam essenciais para detectar impactos sobre diferentes tipos de manejo dos solos, bem como distúrbios que eles sofrem.

### 3.4 - Conclusões

Após a erradicação da parte aérea dos coqueiros com sintomas avançados da doença anel vermelho, foi possível concluir-se que, para as condições edafoclimáticas da Baixada Litorânea do Estado de Alagoas:

- 1 – Na área de Coruripe, cujo solo foi classificado como franco argiloso, é necessário manter um período mínimo de pousio de 138 dias após o corte do coqueiro para o plantio de novas mudas, quando não serão mais encontrados *B. cocophilus* nas raízes;
- 2 – Na área de São Miguel dos Milagres, cujo solo foi classificado como franco arenoso, torna-se necessário manter um período mínimo de pousio de 167 dias após o corte para o plantio de novas mudas, quando não serão mais encontrados *B. cocophilus* nas raízes;
- 2 – O *B. cocophilus* é capaz de migrar dos tecidos radiculares das plantas afetadas para o solo, onde permanece vivo por pelo menos 76 e 88 dias após o corte, respectivamente, nos municípios de Coruripe e São Miguel dos Milagres;
- 3 – O tempo de persistência e as populações do *B. cocophilus* são superiores nas raízes do que na rizosfera das plantas afetadas pela doença anel vermelho.

### 3.5 - Referências

- ARAÚJO, J.C.A. O anel vermelho do dendê. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1990. 21p. (**Circular Técnica, 2**)
- ARIEIRA, C.R.D, MOLINA. R.O, COSTA, A.T. Nematóides Causadores de Doenças em Frutíferas, **Agroambiente On-line**, Boa Vista, v.2, p. 46-56, 2008.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

DUARTE, A.G.; LIMA, I.S.; ARAÚJO JÚNIOR, J.V.; DUARTE, A.G.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; CRUZ, M.M. Disposição do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, em coqueiros portadores da doença anel vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p. 622-627, 2008.

ESSER, R.P.; MEREDITH, J.A. Red ring nematodes. **Nematology circulars**, n. 141, 1987.

FERRAZ, S; FREITAS, L.G; LOPES, E.A; ARIEIRA, C.R.D. **Manejo sustentável dos fitonematoides**. Viçosa, MG, Ed: UFV, 2010. 306 p.

FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA L.A. (eds.) **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA/CPATC, 1998. 292 p.

FONTENELE, R.E.S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. In: Congresso da sociedade brasileira de economia e sociologia rural: Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial, 43. 2005. **Anais...** Ribeirão Preto: SOBER, 2005. 20 p.

FONTES, H.R; RIBEIRO, F.E; FERNANDES, M.F. **Coco produção, aspectos técnicos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 106p. (Frutas do Brasil, 27).

FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. Nematoides como patógenos de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; PEREIRA, O. L. **O essencial da fitopatologia: agentes causais: Volume 2**. Viçosa, MG: UFV, DPF, 2012. p. 89-128.

FREITAS, L. G; OLIVEIRA, R. D, O; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Viçosa: UFV. 2001. 90p. (Cadernos Didáticos, 58).

GIBLIN-DAVIS, R.M. Insects of borers. In: HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R.M.; BAD, R.G. Insects on palms. Wallingford-Oxon: CABI Publishing, 2001. 414p.

GIBLIN-DAVIS, R.M; GERBER, K; GRIFFITH, R. *In vivo* and *in vitro* culture of the ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*. **Nematropica**, v. 19, p.135-142, 1989.

GRIFFITH, R. The relationship between the red ring nematode and the palm weevil. **Journal Agricultural Society of Trinidad and Tobago**, Port of Spain - Trininidad, v.68, p. 342-356, 1968.

GRIFFITH, R.; KOSHY, P.K. Nematode parasites of coconut and other palms. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990, p. 363-386.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R.A. Comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.57, n.12, p.1025-1028. 1973.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692-692, 1964.

KASTELEIN, P. Observations on the red ring disease in coconut palms in Suriname. **De Surinaamse Landbouw**, v. 34, p.40-53, 1986.

NORTON, D.C. Relationship of physical and chemical factors to populations of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 17, p. 279-299, 1979.

RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M.; RITZINGER, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p.1289-1296, 2010.

SABINO A. R. Persistência do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989 em raízes e solo de coqueiros portadores da doença anel vermelho. (Trabalho de conclusão de curso: Agronomia). Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas, 29 p. 2010.

SÁNCHEZ, P.A.; CERDA, H. El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L) (Coleoptera: Curculionidae) – *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. **Boletín de Entomología Venezolana**, Macaray, v.8, p.1-18, 1993.

SILVA, F.A.S.E.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 71-78, 2002.

WARWICK, D.R.N. Principais doenças do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 33p. (**Documentos**, 22).

WARWICK, D.R.N.; LEAL, E. C. Principais doenças letais. In: FERREIRA, J.M.S., (ed.). **Coco Fitossanidade**. Brasília-DF: EMBRAPA, p.51-62, 2003.

WARWICK, D.R.N.; LEAL, E.C.; RAM, C. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICH, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília-DF. EMBRAPA-CPATC. 1998. 2ª ed. p. 262-292.

WARWICK, D.R.N.; BEZERRA, A.P.T. Possible root transmission of the red ring nematode (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) to coconut palms. **Plant Disease**, St Paul, v.76, p. 809-811. 1992.

YEATES, G. W. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 37, p. 1999-2010, 2003.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira 2011**. São Paulo: Instituto FNP, 2011, p. 78-284.
- ARAGÃO, W.M.; RIBEIRO MELO, M.F.V. Cultivares de coqueiro para a produção de coco seco: coqueiro Gigante vs híbridos. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 37-60.
- ARAGÃO, W.M; ISBERNER, I.V.; CRUZ, E.M.O. Água-de-coco. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001, 32p. (**Documentos, 24**).
- ARAÚJO, J.C.A. O anel vermelho do dendê. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1990. 21p. (**Circular Técnica, 2**)
- ARIEIRA, C.R.D, MOLINA. R.O, COSTA, A.T. Nematóides Causadores de Doenças em Frutíferas, **Agroambiente On-line**, Boa Vista, v.2, p. 46-56, 2008.
- BENASSI, A.C. Caracterizações biométrica, química e sensorial de frutos de coqueiro variedade anã verde. **Tese** (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) 114p. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” FCAV-UNESP. 2006.
- BENASSI, A.C. Informes sobre a produção de coco. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/noticia/26184/INFORMES+SOBRE+A+PRODU%C7%C3O+D+E+COCO>. Acesso em: 25/07/2013
- BRATFWAITE, C.M.; SIDDIQI, M.R. Description of *Rhadinaphelenchus cocophilus*. In: **Description of plant-parasitic nematodes**. Alban-Commonwealth, Institute of Hemintology, UK. v.5, 1975.
- CAMPOS, A.S. Distribuição de *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni* em citros, no estado de São Paulo, e estudo morfométrico comparativo de populações anfimíticas de *Pratylenchus* spp. 2002. 65 p. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Jaboticabal, 2002.

CASTRO, J.M.C.; LIMA, C.R.F.; SANTANA, M.L.M.P. Nematóide do anel vermelho do coqueiro e medidas de manejo. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 4p. (**Instruções Técnicas, 88**).

CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335p.

CHINCHILA, C.M. The red ring little leaf syndrome in oil palm and coconut palm. **ASD Oil Palm Papers**, Costa Rica, n. 1, p. 1-17. 1991.

CINTRA, F.L.D. Solos da Baixada Litorânea e dos Tabuleiros Costeiros cultivados com coqueiro gigante: principais características. In: CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009, p. 61-74.

CINTRA, F.L.D.; FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 232 p.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent: Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

DAL MOLIN, I. L.; BARRETO, M. R. Ocorrência e controle de Curculionidae em *Cocos nucifera* L. em Sinop, Mato Grosso. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 53-64, 2012.

DUARTE, A.G.; LIMA, I.S.; ARAÚJO JÚNIOR, J.V.; DUARTE, A.G.; ALBUQUERQUE, A.L.S.; CRUZ, M.M. Disposição do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, em coqueiros portadores da doença anel vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p. 622-627, 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 1 – Versão eletrônica) Nov/2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/importancia.htm> Acesso em: 30/05/2013.

ESSER, R.P.; MEREDITH, J.A. Red ring nematodes. **Nematology circulars**, n. 141, 1987.

FAO 2011 – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **World Production**. Disponível em: <https://www.fao.org.br/> Acesso em: 12/09/2011.

- FAOLE, M.; HARRIES, H. Farm and forestry production and marketing profile for coconut (*Cocos nucifera*). In: ELEVITH, C.R. (Ed.) **Specialty crops for pacific island agroforestry**. Holualoa: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2009, 248p.
- FERRAZ, L.C.C.B.; MONTEIRO, A. R. Nematoides. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia – Princípios e métodos**. Volume 1, 4ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres. 2011, p. 277-305.
- FERRAZ, S; FREITAS, L.G; LOPES, E.A; ARIEIRA, C.R.D. **Manejo sustentável dos fitonematoides**. Viçosa, MG, Ed: UFV, 2010. 306 p.
- FERREIRA, J.M.S.; MICHEREFF FILHO, M. **Produção integrada de Coco: práticas fitossanitárias**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 107 p.
- FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA L.A. (eds.) **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA/CPATC, 1998. 292 p.
- FERRI, M.G. **Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)**. São Paulo: Melhoramentos, 1973. 149 p.
- FONTENELE, R.E.S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. In: Congresso da sociedade brasileira de economia e sociologia rural: Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial, 43. 2005. **Anais...** Ribeirão Preto: SOBER, 2005. 20 p.
- FONTES, H.R; RIBEIRO, F.E; FERNANDES, M.F. **Coco produção, aspectos técnicos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 106p. (Frutas do Brasil, 27).
- FREITAS, L. G.; OLIVEIRA, R. D. L.; FERRAZ, S. Nematoides como patógenos de plantas. In: ZAMBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; PEREIRA, O. L. **O essencial da fitopatologia: agentes causais: Volume 2**. Viçosa, MG: UFV, DPF, 2012. p. 89-128.
- FREITAS, L. G; OLIVEIRA, R. D, O; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. Viçosa: UFV. 2001. 90p. (Cadernos Didáticos, 58).
- FRÉMOND, Y; ZILLER, R; NUCÉ DE LAMONTHE, M. de. **El cocotero: técnicas agrícolas y producciones tropicales**. Barcelona Editorial Blume, 1975. 236 p.

GIBLIN-DAVIS, R.M. Insects of borers. In: HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R.M.; BAD, R.G. Insects on palms. Wallingford-Oxon: CABI Publishing, 2001. 414p.

GIBLIN-DAVIS, R.M. The red ring nematode and its vectors. Tallahassee: Florida. Department of Agriculture and Consumer Services: Division of Plant Industry, 1990. (Circular, 181).

GIBLIN-DAVIS, R.M.; GERBER, K.; GRIFFITH, R.; MUNDO-O CAMPO, M.; BALDWIN, J.G. Observations on the morphology of red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*. **Revista de Nematologia**, V.12, p. 285-292, 1989.

GIBLIN-DAVIS, R.M.; GERBER, K.; GRIFFITH, R. *In vivo* and *in vitro* culture of the ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*. **Nematropica**, v. 19, p.135-142, 1989.

GRIFFITH, R. Red ring disease of coconut palm. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, p. 193-196, 1987.

GRIFFITH, R. The use of smaller palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. in the forecasting of red ring disease out-breaks. *J. Agric. Soc. Trinidad and Tobago* 74: 149-158, 1974.

GRIFFITH, R. The relationship between the red ring nematode and the palm weevil. **Journal Agricultural Society of Trinidad and Tobago**, Port of Spain - Trinidad, v.68, p. 342-356, 1968.

GRIFFITH, R.; KOSHY, P.K. Nematode parasites of coconut and other palms. In: LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Wallingford: CAB International, 1990, p. 363-386.

HAGLEY, E. A. C. On the life history and habitats of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) **Annals of the Entomological Society of America**, v.58, p. 22-28, 1965.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R.A. Comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.57, n.12, p.1025-1028. 1973.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 18/09/2011.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, p. 692-692, 1964.

KASTELEIN, P. Observations on the red ring disease in coconut palms in Suriname. **De Surinaamse Landbouw**, v. 34, p.40-53, 1986.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8. ed. São Paulo: Editora Nobel, 1992. 314 p.

LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. Constatação da moléstia do anel vermelho do coqueiro no Estado do Rio de Janeiro, Redescricao do agente causador *Aphelenchoides cocophilus* (Cobb, 1919) Goodey, 1933 (Nematoda, aphelenchidae). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.11, p.125-132, 1954.

MARIANO, R.L.R.; SILVEIRA, E.B. Doenças do Coqueiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M. BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**, 2005. p. 271-281.

MARTINS, C. R. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2010. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. (**Documentos**, 164).

MENON, K.P.V; PANDALA, K. M; **The coconut palm: a monograph**. Ernakulam: Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.

MOURA, J. I. L. **Controle de pragas e doenças do coqueiro**. Viçosa, MG: CPT Editora, 2009. 218 p.

NAVARRO, D.M.A.F.; MURTA, M.M.; DUARTE, A.G. LIMA, I.S. NASCIMENTO, R.R. SANT'ANA, A.E.G Aspectos práticos relacionados ao uso do Rincoforol, o feromônio de agregação da broca-do-olho-do-coqueiro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) no controle de pragas do coqueiro. Análise de sua eficiência em campo. **Quimica Nova**, v. 25, n. 1, p. 32-36, 2002.

NORTON, D.C. Relationship of physical and chemical factors to populations of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 17, p. 279-299,1979.

PASSOS, E. E. M. Clima e exigências hídricas do coqueiro gigante. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009, p. 75-89.

PASSOS, E.E.M. Morfologia do coqueiro. In: FERREIRA, J. M.S.; WARWICK, D.R. N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília-DF. EMBRAPA-CPATC. 1998. 2ª ed., p. 57-64.

RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M.; RITZINGER, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p.1289-1296, 2010.

SABINO A. R. Persistência do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb, 1919) Baujard, 1989 em raízes e solo de coqueiros portadores da doença anel vermelho. (Trabalho de conclusão de curso: Agronomia). Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas, 29 p. 2010.

SÁNCHEZ, P.A.; CERDA, H. El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L) (Coleoptera: Curculionidae) – *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. **Boletín de Entomología Venezolana**, Macaray, v.8, p.1-18, 1993.

SEAGRI– Secretaria do Estado da Agricultura e Desenvolvimento Agrário. Governo e produtores discutem revitalização da cultura do coco. Disponível em: <<http://www.agricultura.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2011/marco/governo-e-produtores-discutem-revitalizacao-da-cultura-do-coco> Acesso: 31/05/2013.

SILVA, F.A.S.E.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p. 71-78, 2002.

THURSTON, H. Red ring disease of coconut. In: THURSTON, H. **Tropical plant disease**. St Paul: American Phytopathology Society, 1984. p. 161-164

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 372 p.

WARWICK, D.R.N. Principais características do anel vermelho e da murcha-de-fitomonas. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 8p. (**Comunicado Técnico, 38**)

WARWICK, D.R.N. Principais doenças do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Brasil. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 33p. (**Documentos, 22**).

WARWICK, D.R.N.; TALAMINI, V. Doenças e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimentos dos pequenos produtores rurais. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para**

**a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil.** Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p. 157-190.

WARWICK, D.R.N.; LEAL, E. C. Principais doenças letais In: FERREIRA, J.M.S., (ed.). **Coco Fitossanidade.** Brasília-DF, EMBRAPA, p.51-62, 2003.

WARWICK, D.R.N.; BEZERRA, A.P.T. Possible root transmission of the red ring nematode (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) to coconut palms. **Plant Disease**, St Paul, v.76, p. 809-811. 1992.

WARWICK, D.R.N.; LEAL, E.C.; RAM, C. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICH, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil.** Brasília-DF. EMBRAPA-CPATC. 1998. 2ª ed. p. 262-292.

YEATES, G. W. Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 37, p. 1999-2010, 2003.

## ANEXOS

**Anexo A** - Análise física do solo efetuada em amostras coletadas nos municípios de Coruripe (179624) e São Miguel dos Milagres (179625). Central Analítica, Maceió/AL.

Determinações	Registro das Amostras							
	179624	179625						
Areia Grossa (g/Kg)	120	199						
Areia Fina (g/Kg)	80	416						
Areia Total (g/Kg)	200	615						
Silte (g/Kg)	410	263						
Argila (g/Kg)	390	123						
Classe Textural	F.Argil.	F.Aren.						

Obs.: Os resultados deste ensaio tem significação restrita e se aplicam tão somente a amostra trazida pelo interessado.

<b>Nota:</b> F.Aren. = Franco Arenoso - Solo Tipo 1 F.Argil. = Franco Argiloso - Solo Tipo 3 MAPA - IN nº 02 09/10/2008	<b>Portaria:</b> MÉTODO EMBRAPA; EXTRAÇÃO: Água (pH); Mehlich (P, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Água quente (Boro).
--	---

**Anexo B** - Análise química do solo efetuada em amostras coletadas nos municípios de Coruripe (179623) e São Miguel dos Milagres (179622). Central Analítica, Maceió/AL.

Determinações	Registro das Amostras							
	179622	179623						
pH (em água)	5,1	6,1						
Na (ppm)	109	71						
P (ppm)	17	8						
K (ppm)	310	26						
Ca + Mg (meq/100mL)	7,9	7,1						
Ca (meq/100mL)	2,7	4,1						
Mg (meq/100mL)	5,2	3,0						
Al (meq/100mL)	0,19	0,00						
H + Al (meq/100mL)	4,1	0,0						
S (Soma das Bases)	9,17	7,48						
C.T.C. Efetiva	9,36	7,48						
C.T.C. (Cap. Troc. de Cátions - pH 7,0)	13,27	7,48						
% V (Ind. de Sat. de Bases)	69,1	100,0						
% M (Ind. Sat. de Al)	2,0	0,0						
% Na (PST)	3,7	4,3						
Sat. em K (%)	6,2	0,9						
Mat. Org. Total (%)	1,06	3,14						

Obs.: Os resultados deste ensaio tem significação restrita e se aplicam tão somente a amostra trazida pelo interessado.

<b>Nota:</b>	<b>Portaria:</b> MÉTODO EMBRAPA; EXTRAÇÃO: Água (pH); Mehlich (P, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn); KCl 1N (Ca, Mg e Al); Acetato de Cálcio pH 7,0 (H + Al); Água quente (Boro).
--------------	---