



**UFAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
MESTRADO EM AGRONOMIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**



**CECA**

**HUMBERTO VITORINO DOS SANTOS**

**ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA  
DE ALTERNÁRIA DOS CLADÓDIOS DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA (*Nopalea  
cochenillifera*)**

**RIO LARGO/AL**

**2010**

**HUMBERTO VITORINO DOS SANTOS**

**ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA  
DE ALTERNÁRIA DOS CLADÓDIOS DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA (*Nopalea  
cochenillifera*)**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de mestre à coordenação do curso de mestrado em agronomia (Área de concentração em Produção Vegetal), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Orientação: Prof. Dr. Gaus Silvestre de  
Andrade Lima

**RIO LARGO/ AL  
2010**

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

S237e Santos, Humberto Vitorino dos.  
Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alternaria dos cladódios da palma forrageira miúda / Humberto Vitorino dos Santos. – 2010.  
34 f. : il., tab.

Orientador: Gaus Silvestre de Andrade Lima.  
Co-orientador: Ricardo Brainer Martins.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia : Proteção de plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2010.

Inclui bibliografia.  
Apêndices: f. 29-34.

1. Nopalea cochenillifera. 2. Alternária tenuis. 3. Cladódios - Doenças.  
4. Patometria. 5. Doenças - Avaliação. I. Título.

CDU: 632.2:632.4

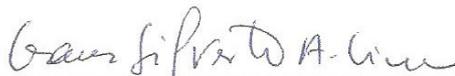
## TERMO DE APROVAÇÃO

### ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA DE ALTERNÁRIA DOS CLADÓDIOS DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA (*Nopalea cochenillifera*)

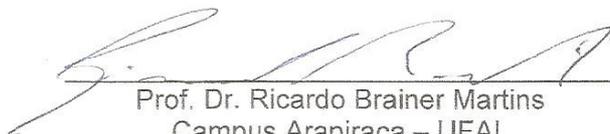
Humberto Vitorino dos Santos

(Matrícula: 08130109)

Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em 30 de abril de 2010, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.



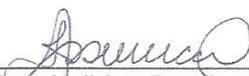
Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima  
CECA-UFAL (Orientador)



Prof. Dr. Ricardo Brainer Martins  
Campus Arapiraca – UFAL



Prof.ª Dra. Maria de Fátima Silva Muniz  
CECA – UFAL



Prof.ª Dra. Iraíldes Perreira Assunção  
CECA – UFAL

Aos meus pais: Manoel Pergentino dos Santos (in memorian) e Rozalva Vitorino dos Santos, pela confiança, força, respeito, amor e principalmente pelos ensinamentos fundamentais à formação e profissionalização.

A minha esposa: Lizete Gomes Carvalho Vitorino, pela compreensão, incentivo e espírito colaborativo.

Aos meus filhos: Lizete Gomes Carvalho Vitorino Filha, Humberli Gomes Carvalho Vitorino e Humberto Vitorino dos Santos Junior; pelo incentivo, apoio, colaboração e estímulo.

Aos meus irmãos: Helio Vitorino dos Santos, Herivelto Vitorino dos Santos e Hedja Maria Vitorino dos Santos, pelo incentivo e força.

Aos meus sobrinhos: Hedilberto, Henrique, Melânia, Lívia, Cledja, Heverton e Bruno para que acreditem que é possível.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por consentir este momento maravilhoso em minha vida permitindo interagir com jovens e toda comunidade acadêmica.

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) na pessoa do coordenador do curso de mestrado em agronomia.

Ao prof. Dr. Gaus de Andrade e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Iraídes pela tranquilidade e discernimento no trato com as atividades científicas.

Aos colegas de turma e aos graduandos do curso de Agronomia pelo incentivo, colaboração e acolhimento.

Ao Hermeson, Renan e Jozilene, pelo incentivo, apoio e amizade.

Aos secretários Geraldo e Marcos pelo bom acolhimento e receptividade.

A todos os avaliadores que participaram das etapas de validação da escala diagramática

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

## RESUMO

A mancha de alternária, causada por *Alternaria tenuis*, foi detectada em cladódios de palma forrageira miúda (*Nopalea cochenillífera*) no Brasil em 2001 e, desde então, os relatos de sua ocorrência é conseqüente defoliação de palmas no campo se tornou constante. Devido à inexistência de métodos padronizados para quantificação desta doença desenvolveu-se uma escala diagramática com os seguintes níveis de área lesionada: 2, 4, 7, 12, 22 e 40%. A validação da escala foi realizada por 10 avaliadores que estimaram a severidade da mancha de alternaria em 50 imagens de cladódios com diferentes níveis de intensidade da doença. A validação se deu em três etapas: i. sem o uso da escala; e ii. Primeira avaliação com a escala; e iii. Segunda avaliação com a escala. O intervalo entre etapas foi de 15 dias. A acurácia, precisão, reprodutibilidade e repetibilidade das estimativas foram avaliadas por meio de análise de regressão linear simples entre a severidade real e a estimada, com e sem auxílio da escala. A escala confeccionada foi de fácil utilização e proporcionou melhoria significativa nas estimativas de severidade, possibilitando bons níveis de acurácia e excelentes níveis de precisão, reprodutibilidade e repetibilidade, podendo ser utilizada em levantamentos de campo, estudos epidemiológicos e comparação de medidas de controle da doença.

Palavras chave: *Nopalea cochenillifera*. *Alternaria tenuis*. Doença dos Cladódios.  
Avaliação de doença. patometria.

## ABSTRACT

*Alternaria* spot, caused by *Alternaria tenuis*, is an important disease of cladodes of the prickly pear cactus (*Nopalea cochenillifera*) in Brazil. There are no standard methods for assessment of the disease, so a standard area diagram set (SAD) was developed based on disease severity encompassing 2, 4, 7, 12, 22 and 40% of the cladode area spotted. SAD was validated by 10 raters, who analysed 50 cladodes with a range of disease severity, without and with SAD as an assessment aid. The accuracy, precision, reproducibility and repeatability of the estimates with and without the scale were determined using simple linear regression analysis. Without SAD the accuracy and precision of raters' estimates were poor, with significantly constant and systematic bias, and determination coefficients ( $R^2$ ) ranging from 0.56 to 0.78. When raters employed SAD, significant reductions were observed in both constant and systematic bias, with  $R^2$  ranging from 0.91 to 0.96. In fact, raters achieved the highest repeatability (mean  $R^2 = 0.95$ ) and reproducibility ( $R^2 \geq 0.80$  in all cases) of estimates when using SAD. The proposed SAD set is suitable for assessment of *Alternaria* spot of prickly pear cladodes and improves the accuracy and precision of assessments.

Key words: *Nopalea cochenillifera*. *Alternaria tenuis*. Cladodes disease, Disease assessment. Pathometry.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Escala diagramática para avaliação da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, indicando os níveis de 2,4, 7, 12, 22 e 40% de severidade..... 30
- Figura 2** – Resíduos (severidade estimada – severidade real) das estimativas da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, realizadas sem, o auxílio da escala diagramática (A) e com auxílio da escala diagramática, na primeira (B) e segunda (C) avaliação..... 31

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** – Acurácia e precisão das estimativas da severidade da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, representadas pelo intercepto ( $a$ ), coeficiente angular da reta ( $b$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas visuais a severidade da doença efetuadas por 10 avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática, à severidade real determinada eletronicamente..... 32
- TABELA 2** – Repetibilidade das estimativas da severidade da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, representada pelo Intercepto ( $a$ ), coeficiente angular da reta ( $b$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando Estimativas da severidade da doença efetuadas por um mesmo avaliador, com o auxílio da escala diagramática, em duas avaliações separadas de 15 dias..... 33
- Tabela 3** – Reprodutibilidade das estimativas da severidade da mancha De *Alternaria* da palma forrageira miúda, representada pela freqüência dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando as estimativas entre avaliadores, sem o auxílio da escala diagramática e com auxílio da escala diagramática na primeira e segunda avaliações..... 34

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Aspectos Gerais da cultura da Palma Forrageira.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Botânica e Fisiologia da Palma.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3</b>	<b>Aspectos Fitossanitários da Cultura da Palma.....</b>	<b>13</b>
1.3.1	Pragas da Palma.....	13
1.3.2	Doenças da Palma.....	15
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA DE ALTERNARIA DOS CLADÓDIOS DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA.....</b>	<b>19</b>
	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Elaboração da escala diagramática.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Validação da escala diagramática.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 Aspectos Gerais da cultura da Palma Forrageira

Palma é o nome popular que algumas espécies da família Cactaceae recebe. Algumas dessas espécies apresentam importância econômica, sendo utilizadas na alimentação animal e como criatório para a cochonilha do carmim, a qual é utilizada como fonte de um corante muito utilizado na indústria de cosméticos e na indústria alimentícia (SANTOS et al., 2006).

Nesse contexto destacam-se as espécies *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* que, de acordo com Broglio-Micheletti et al. (2008) provavelmente são originárias das Ilhas Canárias, tendo sido introduzidas no Brasil pelos portugueses no século XIX, para se iniciar a multiplicação da cochonilha *Dactylopius coccus* Costa, 1829 (*Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Coccidae*) que produz o corante carmim, de grande valor comercial à época. Com o insucesso da produção da cochonilha, as cactáceas introduzidas passaram a ter valor como planta ornamental e posteriormente como forrageira.

Nos últimos anos, a área cultivada com planta forrageira no Brasil vem crescendo, chegando a aproximadamente 500 mil hectares, concentrados principalmente nos municípios das bacias leiteiras de Pernambuco, Alagoas, Ceará e Paraíba. O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de palma, seguido por África do Sul, México e Peru (SANTOS et al., 2006).

A forma de exploração econômica da palma varia conforme a região geográfica considerada. No Brasil, assim como na África do Sul, se destaca o uso como forrageira, enquanto que no México é utilizada principalmente na alimentação humana (como verdura ou para o consumo dos frutos). Por outro lado, no Peru se destaca o uso para produção da cochonilha do carmim.

A palma apresenta-se como uma alternativa de alimento para o gado leiteiro na época seca do ano para as regiões áridas e semi-áridas do nordeste brasileiro, visto que é uma cultura que apresenta aspecto fisiológico especial quanto à absorção, aproveitamento e perda de água, sendo bem adaptada às condições adversas do semi-árido, suportando prolongados períodos de estiagem (SILVA; SANTOS, 2006). A presença da palma na dieta dos ruminantes nesse período de

seca ajuda aos animais a suprir grande parte da água necessária do corpo (WANDERLEY et al., 2002, SILVA; SANTOS, 2006).

De acordo com Santos (2001) outra vantagem importante da palma, é que diferentemente de outras forragens, apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo a matéria seca degradada extensa e rapidamente, favorecendo maior taxa de passagem e, conseqüentemente, consumo semelhante ao dos concentrados.

Segundo Santos et al. (1990), no Brasil são exploradas comercialmente três cultivares. A Graúda ou Gigante e a Redonda pertencem à espécie *O. fícus-indica*, e a Miúda ou Doce, à espécie *N. cochenilifera* sendo que as duas primeiras têm se mostrado mais rústicas que a miúda. Em Pernambuco e na Paraíba predominam as variedades Gigante e Redonda, enquanto que em Alagoas a palma Miúda é mais plantada.

A cultivar gigante possui cladódios que pesam em torno de 1 Kg, tendo em média 50 cm de comprimento. A cultivar redonda apresenta caule bastante ramificado e cladódios pesando cerca de 1,8 Kg e medindo aproximadamente 40 cm de comprimento. Esta cultivar possui raquetes mais espessas que a Gigante. Essas cultivares são mais produtivas e mais resistentes às regiões secas, no entanto são menos palatáveis e apresentam menor valor nutricional. A cultivar miúda possui raquetes pesando em torno de 350g, com 25cm de comprimento. Este é o cultivar de menor porte entre as três citadas. Além de ser a mais exigente quanto á qualidade do solo, quantidade de água. Ela é a menos produtiva quanto á produção de matéria verde, em contrapartida é a mais produtiva em termos de matéria seca (SANTOS et al., 1990).

De acordo Silva et al. (2006) as três cultivares mencionadas não possuem espinhos (são inermes) e foram obtidas pelo geneticista Burbanks, a partir de espécies com espinhos. Foram introduzidas no Brasil por volta de 1880, em Pernambuco, através de sementes vindas do Texas, Estados Unidos.

Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA tem sido referência no melhoramento genético da palma no Brasil, bem como no desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes para a cultura. O IPA detém um banco de germoplasma na Estação Experimental de Arcoverde, (PE), com cerca de 1.400

entradas de diferentes materiais, sendo 200 destas introduzidas de vários países como o México, EUA, África do Sul, Argélia, Chile entre outros (SILVA et al., 2006).

Segundo Santos et al. (2006) a utilização de culturas anuais intercaladas com a palma, como milho, sorgo, feijão, fava, jerimum, mandioca etc., tem sido uma prática adotada pelos produtores com o objetivo de viabilizar o cultivo em termos econômicos e de tratos culturais desta forrageira.

## 1.2 Botânica e Fisiologia da Palma

A palma forrageira pertence à divisão: Embryophyta, Sub-divisão: Angiospermea, Classe: Dicotyledoneae, Sub-classe: *Archiclamideae*, Ordem: Opuntiales e família das cactáceas. Nessa família, existem 178 gêneros com cerca de 2000 espécies conhecidas (TAYLOR, et al., 2002). Todavia nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas como forrageiras (SILVA et al., 1990).

*O. ficus-indica* é uma planta de porte bem desenvolvido e caule pouco ramificado, o que confere transmite um aspecto ereto e crescimento vertical pouco frondoso. Os cladódios têm forma oval-elíptica ou sub-ovalada e coloração verde-fosco. As flores são hermafroditas, de tamanho médio com a coloração amarela e cuja corola fica aberta na antese. O fruto é uma baga ovóide, grande, de cor amarela tornando-se roxo quando maduro. *N. cochellinifera* tem cladódio com forma acentuadamente obovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante. As flores são vermelhas e sua corola permanece meio fechada durante o ciclo. O fruto é uma baga de coloração roxa (SANTOS et al., 2001).

Em ambas as espécies, as raquetes são cobertas por uma cutícula que controla a evaporação, permitindo o armazenamento de água, que chega a constituir até 93% do peso da raquete.

Segundo Broglio-Micheletti et al. (2008) a palma, e as cactáceas forrageiras de um modo geral, são espécies bem adaptadas as condições adversas do semi-árido, devido a sua fisiologia, caracterizada pelo processo fotossintético denominado metabolismo ácido das crassuláceas (CAM). À noite, estas plantas abrem os estômatos permitindo a entrada do CO<sub>2</sub> que fica armazenado, temporariamente, na

forma de ácido málico, sendo consumido nas reações fotossintéticas do dia seguinte. A redução do CO<sub>2</sub> na fotossíntese ocorre sem a troca de gases com a atmosfera, conseqüentemente, sem perda de água. Além dessa característica fisiológica, a palma apresenta raízes superficiais, que penetram no solo normalmente, até 80 cm de profundidade e, superficialmente, atinge vários metros de extensão, formando verdadeira rede capilar, com elevada capacidade de absorção da água do solo.

### **1.3 Aspectos Fitossanitários da Cultura da Palma**

#### **13.1 Pragas da Palma**

Apesar de rústica a palma pode ser atacada por uma série de insetos pragas, bem como pode ser colonizada por vários fitopatógenos. Com relação às pragas, a cochonilha de escama *Diaspis echinocacti* (BOUCHÉ, 1833) (Hemiptera, Diaspididae), conhecida vulgarmente por escama, piolho ou mofo da palma tem causado danos econômicos à cultura, sendo considerado o principal problema fitossanitário da cultura. Trata-se de um inseto cosmopolita, com ocorrência em praticamente todas as regiões onde a cactácea é cultivada (SILVA, 1990).

A cochonilha de escama infesta os cladódios, onde as ninfas e os adultos ficam protegidos por uma camada de cera. Ao sugar a seiva para se alimentar a praga causa dano direto pela ação espoliadora, quando as raquetes começam a apresentar clorose. Os orifícios provocados pelo aparelho bucal desses insetos podem funcionar como portas de entradas para microrganismo, os quais causam o apodrecimento e queda das raquetes e, em alguns casos, a morte da planta (CAVALCANTI et al, 2001).

Além de possuir carapaça protetora, característica da família, essa espécie ainda apresenta uma característica reprodutiva importante que leva a um alto potencial de infestação, representada pela coexistência de dois tipos de reprodução: a partenogênese telítoca, que é a mais comum, em que, fêmeas reproduzem somente fêmeas e a anfigonia, que origina machos e fêmeas (BROGLIO-MICHELETTI et al. 2008).

A planta infestada pela cochonilha de escama é facilmente reconhecida, pois a coloração verde, típica das plantas isenta da praga, é substituída por uma coloração marrom clara, decorrente do aglomerado de escamas que recobrem o corpo dos insetos (ARRUDA, 1983).

De acordo com Santos et al. (2006) o primeiro registro da cochonilha de escama no Brasil foi no Rio de Janeiro em 1900. Com a expansão da cultura para novas áreas o inseto também foi levado junto e hoje encontra-se em praticamente todas as áreas produtoras. Na região nordeste o primeiro relato dessa praga foi feito no município de São Bento do Uma – PE 1966, sendo registrada na região da bacia leiteira de Alagoas no final dos anos 1970 (SANTOS et al. 2006).

A cochonilha de escama encontra-se atualmente dispersa nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. Quando a praga for identificada em uma área de palma deve-se, de imediato, tomar as devidas providências, pois se nenhuma medida de controle for aplicada, o inseto devasta completamente a cultura (ARRUDA, 1983).

Outra cochonilha, referida como cochonilha do carmim, pode se tornar praga da cultura. Essa cochonilha, muitas vezes, é mantida na palma com o objetivo de produzir o ácido carmínico, matéria prima para a fabricação de um corante muito utilizado em cosméticos e em alimentos industrializados de um modo geral (CARVALHO et al., 1978).

De acordo com Carvalho et al. (1978) a presença de cochonilha do carmim sobre cactáceas cultivadas ou nativas é facilmente percebida, pois as fêmeas adultas apresentam corpo pequeno ovalado, com extremidade abdominal arredondada totalmente coberta por cerosidade branca que protege o corpo avermelhado do inseto intumescido de ácido carmínico. Essas são sedentárias (ápteras e ápodas) e quando esmagadas liberam o conteúdo avermelhado do corpo, o que caracteriza os representantes do gênero *Dactylopius*.

O desenvolvimento pós-embrionário dessa espécie varia de 40-60 dias. Os machos se desenvolvem em casulos de cera branca, aglomerados em forma de penca, de onde saem os adultos, que são formas aladas com um par de asas membranosas. A disseminação por ativa é lenta e difícil, por se tratar de inseto de

hábito estacionário. Os machos que são alados vivem tempo suficiente para fecundar as fêmeas, morrendo em seguida. O principal meio de propagação é quando levadas pelo homem sobre as raquetes de uma área para outra ou acidentalmente presas a roupa ou corpo de animais de transporte. Existem registros dessa praga nos estados de Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará (SANTOS et al. 2006).

Apesar de outros insetos, como besouros, gafanhotos, formigas cortadeiras e lagartas serem registrados em determinadas situações se alimentando da palma, de um modo geral, não causam danos econômicos.

### 1.3.2 Doenças da Palma

Trabalhos sobre doenças da palma são escassos no Brasil e de um modo geral tratam-se de registros de ocorrência e descrição dos sintomas. Dentre as doenças descritas no Nordeste, destacam-se as podridões dos cladódios, as podridões de raízes e raquetes da base e as manchas dos cladódios.

Diversos fungos têm sido relatados como agente das podridões dos cladódios e das raízes e raquetes da base da palma, podendo-se citar *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff & Maubl., *Sclerotium rolfsii* Sacc, *Scytalidium lignicola* Pes., *Fusarium olani* (Mart.) Sacc e *Rhizoctonia solani* Kuhn. A podridão de raquetes da base também pode ter como agente etiológico a bactéria *Pectobacterium carotovora* (SANTOS et al., 2006). Por sua vez, as manchas dos cladódios são provocadas principalmente por *Alternaria* spp., *Colletotrichum gloeosporioides* e por *Pseudocercospora* SP. (QUEZADA-SALINAS et al., 2006, ROSA et al., 2008; HERNÁNDEZ-PERES et al., 2009).

No Brasil nenhum estudo detalhado foi conduzido com foco nas doenças da palma. Contudo, a mancha de *Alternaria*, pelo menos para a palma miúda, parece ser a doença mais importante, pelo freqüente observação no campo (BARRETO et al., 2009; ARAÚJO et al., 2009). Os sintomas caracterizam-se por manchas de coloração preta nas raquetes, nas formas circulares ou elípticas, medindo 1,0-3,0 cm de diâmetro com abundante esporulação na superfície da lesão. Freqüentemente as lesões são secas e se estendem de uma face à outra da raquete, exibindo

perfurações devido à queda do tecido infectado. As manchas podem coalescer, formando grandes áreas necrosadas e causando queda das raquetes.

De acordo com Santos et al. (2006) a mancha de alternaria foi assinalada no município de São Bento da Uma – PE, ocorrendo de forma epidêmica com 70% de incidência em plantas de palma miúda e causando intensa queda de raquetes.

No México, a partir de raquetes com sintomas semelhantes aos da mancha de Alternaria, foram isolados os fungos *C. gloeosporioides* e *Cercosporidium* sp. (QUEZADA-SALINAS et al., 2006). Os autores verificaram que a inoculação de conídios de *Cercosporidium* apenas ou misturados a conídios de *C. gloeosporioides* resultava em lesões semelhantes às observadas em campo, porém, nenhum sintoma foi observado quando a inoculação se fez apenas com conídios de *C. gloeosporioides*.

De acordo com Rosa et al. (2008) as lesões ocasionadas por *C. gloeosporioides* geralmente são marrons claras, ligeiramente deprimidas e com aspecto úmido, medindo de 0,5 a 2,0 cm de diâmetro.

De acordo com Santos et al. (2006) por as referidas doenças da palma ocorrem em baixa incidência e, portanto, não causam danos severos à cultura e que essa baixa severidade esteja relacionada com o sistema tradicional de cultivo desta cactácea no Nordeste. Contudo os autores acrescentam que, a expansão da cultura e o plantio adensado podem contribuir para uma maior incidência das doenças, justificando estudos mais detalhados, principalmente no que se refere às medidas de controle, pois até o momento tais informações não estão disponíveis.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E ; MALHIÉROS-FILHO, J. R.; ALMEIDA, H. B. Intensidade de doenças da palma forrageira nas microrregiões do Cariri oriental e agreste da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 1, 2009, Campina Grande. **Anais....** Campina Grande: FAEPA; INSA; UFPB; SPBCac, 2009. p. 1- 3.
- ARRUDA, G. P. de. **Aspectos etológicos da cochonilha da “palma forrageira” *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Homoptera, Diaspididae).** Recife: UFRPE, 1983. 122 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1983.
- BARRETO, A . Q. et al. Ocorrências fitossanitárias em áreas de palma (*Opuntia ficus-indica* Mill) no semi árido baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 1, 2009, Campina Grande. **Anais....** Campina Grande: FAEPA; INSA; UFPB; SPBCac, 2009. p.11-13.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Manejo integrado da cochonilha-da-palma-forrageira, *Diaspis echinocacti* (Bouché, 1833) (Homoptera: Diaspididae). **Ciência Agrícola**, Santa Maria, v. 9, p. 127-133, 2008. ISSN 0103-8478.
- CARVALHO, M. B; ARRUDA, G. P, de; ARRUDA, E. C. A cochonilha da palma forrageira *Diaspis echinocacti* (Homoptera, Diaspididae) e seus inimigos naturais em Pernambuco e Alagoas. **Caderno Omega: Série Agronômica**, Recife, v. 2, p. 125-130, 1978.
- CAVALCANTI, V. A. L. B. et al. **Controle das cochonilhas da palma forrageira.** Recife: IPA, 2001. (IPA. Responde, 39).
- HERNANDEZ-PÉREZ, R. et al. Detection of phytoplasma on Indian Fig (*Opuntia ficus-indica* Mill) in México Central Region. **OnLine Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 3, p. 62-66, 2009. ISSN 1608-4217.
- QUEZADA-SALINAS, A. et al. Etiology of black spot on prickly (*Opuntia ficus-indica* Mill) in Tlalnelapantla, Morelos, México. **Agrociência**, México, v. 40 p. 641-653, 2006. ISSN 1405-3195.
- ROSA, R. C. T. et al. Assinalamento de *Colletotrichum gloeosporioides* em palma forrageira cultivar doce (*Nopalea cochenillifera*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 41., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2008.
- SANTOS, D. C. et al. Desempenho Produtivo de vacas 5/8 holando/zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 30 n.1, p. 12-17, 2001. ISSN 1806-9290.
- \_\_\_\_\_. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco.** Recife: IPA, 2006. (IPA.Documentos, 30).

SANTOS, M. V. F. dos. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira “Gigante”, “Redonda”, ( *Opuntia ficus-indica* Mill) e “miúda” (*Nopalea cochenillífera* Salm-Dick) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v, 19, n. 6, p. 504-511, 1990. ISSN 1806-9290.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 7, n. 10, out. 2006. ISSN 1695-7504. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006/100609.pdf>>. Acesso em: 7

jan. 2012.

SILVA, D. M. P. Ocorrência de calloenesis sobre a cochonilha em Alagoas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n.2, p.281-282, 1990. ISSN 0100-204X.

TAYLOR, N. P. et al. Realignment and revision of the Opuntioideae (Cactaceae) of Eastern Brazil. In: HUNT, D. \_\_\_\_\_. (Ed.). **Studies in the Opuntioideae (Cactaceae)**. Serborne, 2002. p. 99-132.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 31, p. 273-281, 2002. ISSN 1806-9290.

**2 ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA  
MANCHA DE ALTERNÁRIA DOS CLADÓDIOS DA PALMA FORRAGEIRA  
MIÚDA**

# ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA DE ALTERNÁRIA DOS CLADÓDIOS DA PALMA FORRAGEIRA MIÚDA

Humberto S. Vitorino<sup>1</sup>  
Gaus S. A. Lima<sup>2</sup>  
Iraildes P. Assunção<sup>3</sup>  
Ricardo B. Martins<sup>4</sup>  
Sami J. Michereff<sup>5</sup>

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as palmas forrageiras miúda (*Napolea cochonillifera* Salm Dyck) e gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) vêm sendo cultivadas em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras da região semi-árida do Nordeste do Brasil, principalmente dos estados de Pernambuco (PE) e Alagoas (AL). Estima-se que aproximadamente 500 mil hectares são cultivados com palma forrageira no Nordeste brasileiro, constituindo numa das principais forrageiras para o gado leiteiro na época seca (SANTOS et al., 2006).

A mancha de *Alternaria* causada pelo fungo *Alternaria tenuis* Nees. Ex Pers., é uma importante doença dos cladódios da palma forrageira miúda. Esta doença foi assinalada pela primeira vez no Brasil em 2001, no município de São Bento do Una (PE) (Silva et al., 2001), e desde então vem ocorrendo com frequência e causando intensa defoliação na cultura (COELHO et al., 2007). Os sintomas da doença se caracterizam pela presença de manchas de coloração preta nos cladódios, nas formas circulares ou elípticas, medindo 1,0-3,0 cm de diâmetro e com abundante esporulação na superfície da lesão. Com o desenvolvimento da doença as lesões podem coalescer, originando grandes áreas necrosadas e, nos casos mais intensos, resultar na presença de perfurações, as quais se estendem de uma face a outra dos

---

<sup>1</sup> Mestrando do Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de Alagoas, BR 104 Norte, Km 85,, CEP 57100-000, Rio Largo, AL.

<sup>2</sup> Prof. Dr. do Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de Alagoas, BR 104 Norte, Km 85,, CEP 57100-000, Rio Largo, AL

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup> Dra. do Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de Alagoas, BR 104 Norte, Km 85,, CEP 57100-000, Rio Largo, AL

<sup>4</sup> Prof. Dr. do Campus Arapiraca, Universidade federal de Alagoas, Arapiraca, AL. Autor para correspondência: Gaus S. A. Lima, e-mail: [gaus@ceca.ufal.br](mailto:gaus@ceca.ufal.br)

<sup>5</sup> Prof. Dr. do Departamento de Agronomia- Área de Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 52171-900, Recife, PE

cladódios, devido a queda de tecido doente, e defoliação das plantas (SANTOS et al., 2006; COELHO et al., 2007).

Até o momento, inexistem estudos epidemiológicos de mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda. Para que estes estudos sejam iniciados, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos eficientes e padronizados para avaliação da severidade da doença no campo, os quais devem ser simples e de rápida utilização em condições diferenciadas, bem como acurado, precisos e reprodutíveis (BERGER, 1980). Acurácia refere-se à proximidade de uma estimativa a um valor real de quantidade de doença avaliada. Precisão refere-se à variação ou repetibilidade associadas com uma estimativa. Reprodutibilidade refere-se à ausência de variação em estimativas quando a mesma amostra de doença é avaliada por outro avaliador (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Na maioria dos casos, as estimativas da severidade de doenças é feita visualmente. Tal procedimento, se realizado de forma adequada, pode resultar em subjetividade e erros de acurácia, precisão e reprodutibilidade. Para minimizar estas inconveniências, deve-se selecionar um sistema de quantificação que permita aproximar satisfatoriamente o valor de uma medição estimada ao valor real de uma doença (TOVAR-SOTO et al., 2002). Escalas diagramáticas podem ser empregadas para atingir este fim.

Escalas diagramáticas são representações ilustradas de série de plantas/partes de plantas com diferentes níveis de severidade que servem como um ponto referencial para a quantificação visual de doenças de plantas. Na elaboração de escalas diagramáticas devem ser considerados importantes aspectos como: O limite superior da escala deve corresponder à intensidade máxima de doença observada no campo; a determinação da intensidade real de doença no campo e sua representação na escala devem ter alta precisão (HORSFALL; COWLING, 1978). Além disso, para verificação da qualidade das estimativas propiciadas pela escala diagramática, os níveis de acurácia, precisão e reprodutibilidade devem ser analisados (KRANZ, 1988; CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995).

Considerando-se a inexistência de métodos padronizados para quantificação mancha de *Alternaria* dos cladódios da palma forrageira miúda, este trabalho teve

como objetivos desenvolver uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença e analisar os níveis de acurácia, precisão e reprodutibilidade das estimativas geradas com sua utilização.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Elaboração da escala diagramática**

Para elaboração da escala diagramática foram coletados 100 cladódios de palma forrageira miúda (cv. Miúda) em plantios comerciais no município de São João (PE), com diferentes níveis de severidade da mancha de *Alternaria*. Imagens digitalizadas com 200 dpi de resolução foram obtidas para os cladódios e, com o auxílio do programa Assess (The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA), a porcentagem de área lesionada, grau de severidade real da doença, de cada cladódio foi determinada.

Baseando-se na lei de Weber-Fechner de acuidade visual, na qual visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo (HORSFALL; COWLING, 1978), bem como no valor máximo de severidade da doença constatado nos cladódios coletados, foi confeccionada uma escala diagramática logarítmica com seis níveis de severidade. A forma e padrão de distribuição das lesões nos diagramas foram estabelecidos de forma a reproduzir a aparência de cladódios infectados observados em campo.

#### **3.2 Validação da escala diagramática**

Imagens de 50 cladódios de palma forrageira miúda com sintomas de mancha de *Alternaria*, cuja obtenção e determinação dos níveis de severidade da doença foram realizadas conforme descrito anteriormente, foram utilizadas na validação. Dez avaliadores sem experiência na quantificação de doenças participaram do procedimento, o qual consistiu de três etapas: i. os avaliadores estimaram a severidade da mancha de *Alternaria* das imagens dos cladódios sem a utilização de qualquer auxílio; ii. e iii. estimativa da severidade realizada com o auxílio da escala diagramática. O tempo entre as etapas ii e iii foi de 15 dias. A primeira etapa serviu como controle para se calcular o quanto de melhoria nas estimativas foi obtida pelo uso da escala. Já a terceira etapa serviu para quantificar a repetibilidade das

estimativas com a escala (por meio da comparação entre as estimativas realizadas entre a segunda e terceira etapa).

A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, com a severidade real obtida eletronicamente como variável independente e a severidade estimada pelo avaliador como variável dependente. A acurácia das estimativas de cada avaliador e do conjunto de avaliadores foi determinada pelo teste t aplicado ao intercepto da regressão linear (a), para verificar a hipótese  $H_0: a = 0$  ( $P=0,05$ ), e ao coeficiente angular da reta (b), para testar a hipótese  $H_0: b = 1$  ( $P=0,05$ ). Valores de intercepto significativamente diferentes de 0 (zero) indicam superestimativa ( $>0$ ) ou subestimativa ( $<0$ ) da severidade real a níveis baixos de intensidade da doença, enquanto valores de coeficiente angular da reta que desviam significativamente de 1 (um) indicam superestimativa ( $>1$ ) ou subestimativa ( $<1$ ) sistemática da severidade real de todos os níveis de intensidade da doença. A precisão das estimativas foi determinada pelo coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ), pela variância dos erros absolutos (severidade estimada menos severidade real) e pela repetibilidade das estimativas, determinada pela regressão da segunda avaliação em relação à primeira de uma mesma unidade amostral. A reprodutibilidade das estimativas foi determinada pelos valores de  $R^2$  obtidos de regressões lineares entre as severidades estimadas da mesma unidade amostral por diferentes avaliadores combinados em pares (NUTTER JR.; SCHULTZ, 1995). As análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa Microsoft Excel 2003 (Microsoft Corporation, 2003).

#### **4 RESULTADO E DISCUSSÃO**

O valor máximo de severidade da mancha de *Alternaria* nos cladódios de palma forrageira miúda coletada em plantios comerciais foi de 39,7%. A escala diagramática para quantificação da severidade dessa doença foi elaborada com seis níveis de severidade, representados pelos valores de 2,4, 7, 12, 22 e 40% de área de cladódio lesionada (Figura 1).

Quando a severidade da mancha de *Alternaria* nos cladódios foi estimada sem auxílio da escala diagramática, 50% dos avaliadores foram pouco acurados, com valores interceptos significativamente diferentes de zero para as retas de regressão entre severidade real e estimada, com valor médio de 3,19 (Tabela 1).

Dentre esses avaliadores, somente um (H) não superestimou consistentemente a severidade, indicando a presença de desvios positivos constantes para a maioria dos avaliadores a baixos níveis de severidade da doença. O coeficiente angular da reta, na média dos avaliadores, foi de 1,08 e não diferiu significativamente de 1 (Tabela 1). No entanto, todos os avaliadores apresentaram valores dos coeficientes angulares diferentes de 1, indicando a presença de desvios sistemáticos em todos os níveis de intensidade da doença, sendo cinco avaliadores com tendência à superestimativa (C, E, F, G, e I) e cinco à subestimativa (A, B, D, H e J) (Tabela 1). A precisão das estimativas sem o auxílio da escala foi baixa, pois os coeficientes de determinação variaram entre 0,56 e 0,78, com a média de 0,70. A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala diagramática apresentou estimativas com erros absolutos variando entre -24,69 e 48,38 (Figura 2A), sendo a média dos erros de todos os avaliadores igual a 4,52.

Com a utilização da escala diagramática, a maioria dos avaliadores melhorou os níveis de acurácia e precisão das estimativas de severidade mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda (Tabela 1). Na primeira avaliação com o auxílio da escala, dois avaliadores (B e D) apresentaram valores dos interceptos significativamente diferentes de zero, enquanto na segunda avaliação três avaliadores (B, D e J) apresentaram esse comportamento. Os valores médios do intercepto na primeira (0,70) e na segunda (0,84) avaliação não diferiram significativamente de zero (Tabela 1), indicando a redução dos erros verificados sem a utilização da escala. Em relação aos valores do coeficiente angular da reta, o uso da escala resultou em coeficientes angulares similares a 1 para 70% dos avaliadores na primeira avaliação e para todos os avaliadores na segunda avaliação, indicando a redução significativa dos erros sistemáticos das estimativas e melhoria na acurácia das estimativas. Todos os avaliadores melhoraram a precisão das estimativas com a utilização das escalas, com coeficientes de determinação variando entre 0,91 e 0,96 na primeira avaliação, e entre 0,90 e 0,94 na segunda, com médias respectivas de 0,93 e 0,92 (Tabela 1), assemelhando-se ao verificados em outros estudos de validação de escalas (DIAZ et al., 2002; TOVAR-SOTO et al., 2002; GOMEs et al., 2004; BARGUIL et al., 2009; MICHEREFF et al., 2009; SUSSEL et al., 2009).

Houve redução nos erros absolutos para as estimativas com o auxílio da escala diagramática (Figura 2B e 2C), quando comparada com a distribuição dos

resíduos das estimativas obtidas sem a escala (Figura 2A). Com a escala, os erros absolutos não apresentaram um padrão indesejável definido e variaram na primeira avaliação entre - 13,48 e 10,68 (Figura 2B), com média de 0,19, enquanto na segunda avaliação entre -8,56 e 12,13 (Figura 2C), com média de 0,26. A maioria dos erros absolutos dos avaliadores que utilizaram a escala foi inferior a 10%, considerado bom segundo os critérios adotados em vários estudos de avaliação de escalas diagramáticas (MICHEREFF et al., 2000; Diaz et al., 2001; NASCIMENTO et al., 2001; LEITE et al., 2002; TOVAR-SOTO et al., 2002; GOMES et al., 2004; MARTINS et al., 2004; BARQUIL et al., 2008; MESQUINI et al., 2009; MICHEREFF et al., 2009; SUSSEL et al., 2009). A presença de algum nível de erro absoluto nas mensurações pode ser compensada pela rapidez e padronização propiciadas pelo uso de escalas diagramáticas. Além disso, como a maioria dos métodos de quantificação de severidade de doença, o uso de escalas diagramáticas está sujeito a um certo grau de subjetividade, o que pode ser minimizado com o treinamento dos avaliadores (NUTTER; SCHULTZ, 1995).

A diferença entre os avaliadores na mensuração mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda confirma as observações de Nutter e Schultz (1995) quanto à variação na habilidade entre indivíduos para discriminar níveis de doença. A qualidade da estimativa da doença, além de ser influenciada por estímulos e respostas psicológicas, pode ser afetada por fatores como complexidade da unidade amostral, tamanho e forma das lesões, cor e número de lesões na unidade amostral (KRANZ, 1988), fadiga, dificuldade de concentração na tarefa (MICHEREFF et al., 200; TOVAR-SOTO et al., 2002; MESQUINI et al., 2009).

Em geral, os avaliadores evidenciaram excelente repetibilidade nas estimativas da severidade da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda com o uso da escala diagramática, pois a quantidade média de variação na primeira avaliação explicada pela segunda avaliação foi de 95% (Tabela 2). Entre as duas avaliações, somente para o avaliador © o valor do intercepto foi significativamente diferente de zero e para todos os avaliadores os valores do coeficiente angular da reta não foram significativamente diferente de 1, indicando a elevada precisão das estimativas para a maioria dos avaliadores.

A reprodutibilidade das avaliações da severidade sem a utilização da escala diagramática foi baixa, pois as regressões lineares entre as severidades estimadas

pelos 10 avaliadores produziram coeficientes de determinação > 80% em somente 2,2% dos casos (Tabela 3). Por outro lado, com a utilização da escala diagramática as avaliações apresentaram elevada reprodutibilidade, pois nas duas avaliações os valores do coeficiente de determinação foram elevados, sendo > 0,80 em todos os casos (Tabela 3), assemelhando-se ao constatado na validação de escalas diagramáticas para outros patossistemas (DIAZ et al., 2001; LEITE et al., 2002; TOVAR-SATO et al., 2002; MARTINS et al., 2004; BARQUIL et al., 2008; MESQUINI et al., 2009; MICHEREFF et al., 2009; SUSSEL et al., 2009). O uso da escala diagramática aumentou a reprodutibilidade das estimativas obtidas por diferentes avaliadores e, do ponto de vista prático diferentes experimentos, conduzidos por avaliadores distintos serão comparáveis desde que utilizem a escala diagramática.

A escala diagramática proposta para quantificação da severidade da mancha de *Alternaria* dos cladódios de palma forrageira miúda mostrou ser de fácil utilização e capaz de fornecer uma rápida estimativa da doença, bons níveis de acurácia e excelentes níveis de precisão e reprodutibilidade das estimativas, podendo ser utilizada em levantamento de campo, estudos epidemiológicos e comparação de medidas de controle da doença.

## REFERÊNCIAS

- BARGUIL B. M, et al. Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em bastão do imperador. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 807-810, 2008. ISSN 0103-8478.
- BERGAMIN FILHO, A; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais**: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996.
- BERGER R. D. Measuring disease intensity. In: TENG P. S, KRUPA, S. V. (Ed.). **Crop loss assessment**. Saint Paul: University Minnesota, 1980. p. 28-31.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990.
- COELHO R. S. B. et al. Doenças da palma. In: LOPES, E. B (Org.). **Palma forrageira**: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semi-árido nordestino. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, 2007. p. 47-56.

- DIAZ C. G; BASSANEZI R. B; BERGAMIM FILHO, A. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v.27, p. 35-39, 2001. ISSN 0100-5405.
- GOMES, A. M. A; MICHEREFF, S. J; MARIANO, R. L. R. Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 30, p. 39-43, 2004. ISSN 0100-5405.
- HORSFALL, J. G; COWLING, E. B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. ( Ed.). **Plant disease: an advanced treatise: how disease develops in populations**. New York: Academic Press, 1978. v. 2, p. 119-136.
- KRANZ, J. Measuring plant disease. In: \_\_\_\_\_; ROTEM, J. (Ed.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, p. 35-50.
- LEITE, R.M.V.B. C, AMORIM, L. Elaboração de validação da escala diagramática para mancha de *Altenaria* em girassol. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 28, p. 14-19, 2002. ISSN 0100-5405.
- MARTINS, M. C. et. al. Escala diagramática para quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 179-184, 2004. ISSN 0100-4158.
- MESQUINI, R. M. et al. Escala diagramática para quantificação de *Septoria apiicola* e *Cercospora arracacina* em mandioquinha-salsa. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 34, p. 250-255, 2009. ISSN 1982-5676.
- MICHEREFF, S. J. Diagrammatic scale to assess downy mildew severity in melon. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista: v. 27, p. 76-79, 2009. ISSN 0102-0536.
- \_\_\_\_\_; MAFFIA, L. A.; NORONHA, M. A. Escala diagramática para avaliação da severidade da queima das folhas do inhame. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 612-619, 2000. ISSN 1982-5676.
- NASCIMENTO, A. R. P. et al. Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira. **Summa Phytopathologica**, Jaguariuna, v. 31, p. 59-64, 2005. ISSN 0100-5405.
- NUTTER JÚNIOR, F.W; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, London, v. 17, p.174-184, 1995. ISSN: 0706-0661.
- SANTOS, D. C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco**. Recife: Instituto Agrônomico de Pernambuco, 2006. (IPA. Documentos, 30).
- SHOKES, F. M. et al. Reliability of disease assessment procedures: a case study with late leafspot of peanut. **Oléagineux**, Paris, v. 42, p. 245-251, 1987.

SILVA, P. D.; COELHO, R. S. B., CAVALCANTI, V. L. B. *Alternaria tenuis* em palma forrageira no estado de Pernambuco: ocorrência, métodos de inoculação e controle químico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 650, 2001. ISSN 1982-5676.

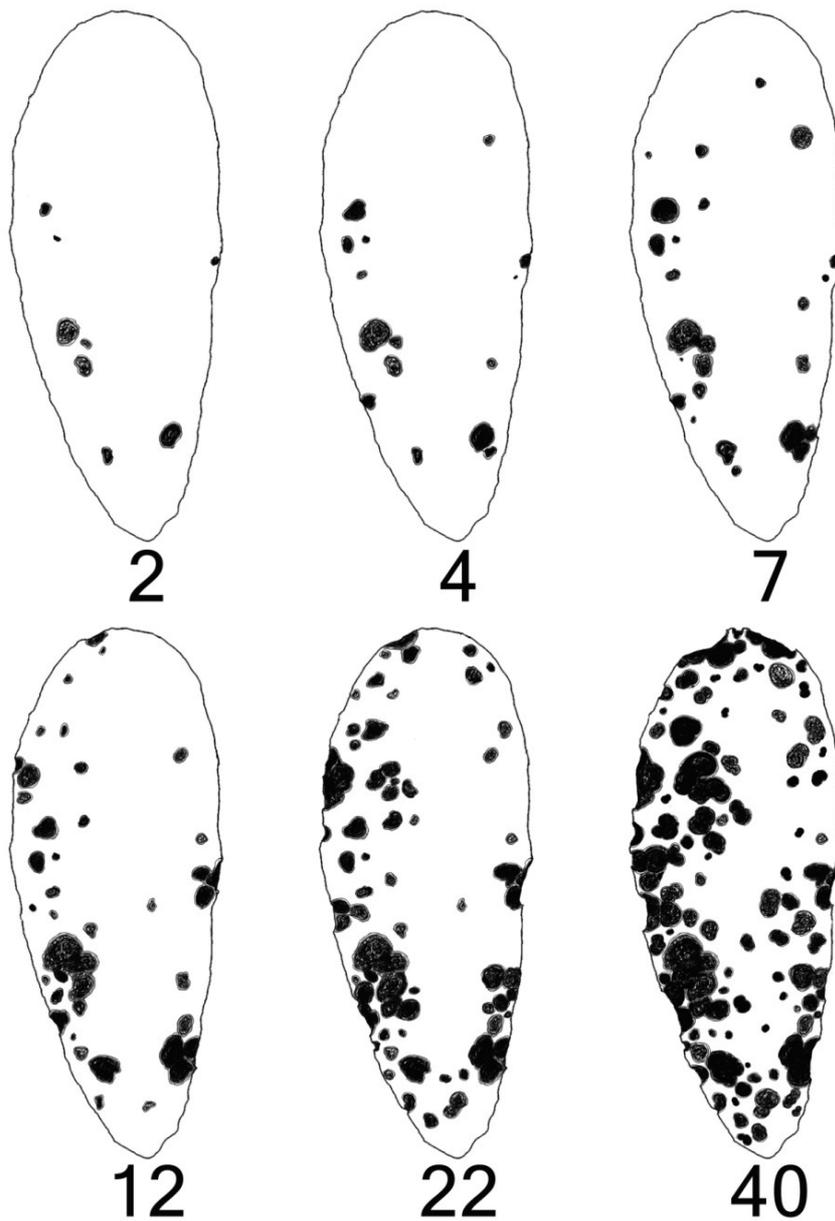
SUSSEL, A. A. B.; POZZA, E. A.; CASTRO, H. A. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do mofo cinzento em mamoneira. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v. 34, p. 186-191, 2009. ISSN 1982-5676.

TOVAR-SOTO, A. et al. Escala logarítmica diagramática de severidad de la mancha negra (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) em Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). **Revista Mexicana de Fitopatologia**, México, v. 20, v. 103-109, 2002. ISSN 0185-3309.



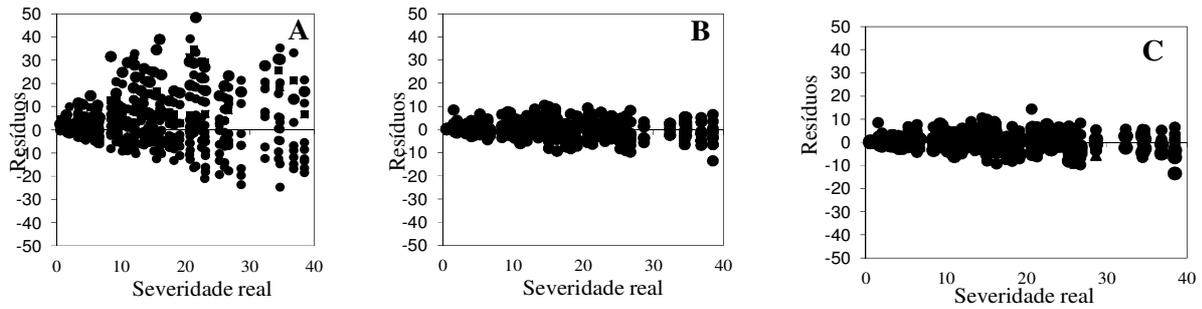
## APÊNDICE A

**FIGURA 1 - Escala diagramática para avaliação da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, indicando os níveis de 2,4, 7, 12, 22 e 40% de severidade.**



## APÊNDICE B

**FIGURA 2 - Resíduos (severidade estimada - severidade real) das estimativas da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, realizadas sem o auxílio da escala diagramática (A) e com auxílio da escala diagramática, na primeira (B) e segunda (C) avaliação**



Fonte: Autor desta dissertação, 2010.

## APÊNDICE C

**TABELA 1 - Acurácia e precisão das estimativas da severidade da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, representadas pelo intercepto ( $a$ ), coeficiente angular da reta ( $b$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas visuais da severidade da doença efetuadas por 10 avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática, à severidade real determinada eletronicamente**

Avaliador	Sem Escala			Com Escala					
				1ª. Avaliação			2ª. Avaliação		
	$a$	$b$	$R^2$	$a$	$b$	$R^2$	$a$	$b$	$R^2$
A	0,80	0,65*	0,70	0,04	0,94	0,95	0,03	0,94	0,93
B	6,79*	0,87*	0,67	3,90*	0,93	0,92	4,22*	0,94	0,90
C	1,27	1,32*	0,70	-1,01	0,97	0,91	-1,42	1,02	0,92
D	1,95	0,79*	0,73	2,52*	1,05	0,96	2,79*	1,02	0,95
E	11,20*	1,52*	0,75	1,45	0,97	0,93	1,46	0,98	0,94
F	6,38*	1,44*	0,78	-0,31	0,88*	0,91	-0,58	0,91	0,90
G	-2,10	1,44*	0,71	-1,01	1,12*	0,92	-0,04	1,04	0,91
H	-2,54*	0,59*	0,70	0,11	0,93	0,94	-0,04	1,05	0,91
I	5,81*	1,33*	0,72	1,31	0,98	0,91	0,17	0,92	0,94
J	2,32	0,87*	0,56	0,01	0,85*	0,92	1,86*	0,94	0,92
Todos	3,19	1,08	0,70	0,70	0,96	0,93	0,84	0,98	0,92

Fonte: Autor desta dissertação, 2010.

Nota: \*Asterisco indica que a hipótese de nulidade ( $a=0$  ou  $b=1$ ) foi rejeitada pelo teste  $t$  ( $P=0,05$ ).

## APÊNDICE D

**TABELA 2 - Repetibilidade das estimativas da severidade da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, representada pelo intercepto ( $a$ ), coeficiente angular da reta ( $b$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas da severidade da doença efetuadas por um mesmo avaliador, com o auxílio da escala diagramática, em duas avaliações separadas de 15 dias**

Avaliador	$a$	$b$	$R^2$
A	0,04	0,99	0,97
B	0,29	1,01	0,98
C	-2,49*	0,95	0,90
D	0,43	0,96	0,96
E	1,18	0,91	0,92
F	-0,20	1,04	0,98
G	0,85	0,88	0,94
H	0,55	0,89	0,95
I	0,77	0,95	0,98
J	0,39	1,00	0,96
Média	0,18	0,96	0,95

Fonte: Autor desta dissertação, 2010.

Nota: \*Asterisco indica que a hipótese de nulidade ( $a=0$  ou  $b=1$ ) foi rejeitada pelo teste  $t$  ( $P=0,05$ ).

## APÊNDICE E

**TABELA 3 – Reprodutibilidade das estimativas da severidade da mancha de *Alternaria* da palma forrageira miúda, representada pela frequência dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando as estimativas entre avaliadores, sem o auxílio da escala diagramática e com auxílio da escala diagramática na primeira e segunda avaliações.**

Intervalo de coeficiente de determinação ( $R^2$ )	Frequência (%)*			
	Sem escala	Com escala		
		1 <sup>a</sup> . Avaliação	2 <sup>a</sup> . Avaliação	
0,40 – 0,49	33,3	0,0	0,0	
0,50 – 0,59	28,9	0,0	0,0	
0,60 – 0,69	20,0	0,0	0,0	
0,70 – 0,79	15,6	0,0	0,0	
0,80 – 0,89	2,2	64,0	51,0	
0,90 – 1,00	0,0	36,0	49,0	

Fonte: Autor desta dissertação, 2010.

Nota:\*Calculada considerando o número de ocorrências do intervalo em relação ao total de 45 combinações possíveis entre os 10 avaliadores em cada avaliação da severidade da doença