

**INTERAÇÃO COCHONILHA  
(PSEUDOCOCCIDAE) - PLANTA AVALIADA  
MEDIANTE ESTUDOS BIOLÓGICOS E DA  
TÉCNICA DE “ELECTRICAL PENETRATION  
GRAPHS” (EPG)**

**LENIRA VIANA COSTA SANTA-CECÍLIA**

**2003**

57431

049061

**LENIRA VIANA COSTA SANTA-CECÍLIA**

**INTERAÇÃO COCHONILHA (PSEUDOCOCCIDAE) - PLANTA  
AVALIADA MEDIANTE ESTUDOS BIOLÓGICOS E DA TÉCNICA DE  
“ELECTRICAL PENETRATION GRAPHS” (EPG)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

Orientadora

Prof<sup>a</sup> Vanda Helena Paes ~~Bueno~~

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003

F

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Santa-Cecília, Lenira Viana Costa

Interação cochonilha (Pseudococcidae) – planta avaliada mediante estudos biológicos e da técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG) / Lenira Viana Costa Santa-Cecília. -- Lavras : UFLA, 2003.

84 p. : il.

Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Insecta. 2. Cochonilha-farinhenta. 3. *Ananas comosus* L. (Merril). 4. Desenvolvimento. 5. Comportamento alimentar. 6. Penetração dos estiletes. 7. Padrão de alimentação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.752

**LENIRA VIANA COSTA SANTA-CECÍLIA**

**INTERAÇÃO COCHONILHA (PSEUDOCOCCIDAE) - PLANTA  
AVALIADA MEDIANTE ESTUDOS BIOLÓGICOS E DA TÉCNICA DE  
“ELECTRICAL PENETRATION GRAPHS” (EPG)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA em 10 de outubro de 2003

Dr. Ernesto Prado

INIA/CHILE

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Brígida Souza

UFLA

Dr. Paulo Rebelles Reis

EPAMIG

Prof. Dr. Jair Campos de Moraes

UFLA



Prof<sup>ª</sup> Dra. Vanda Helena Paes Bueno  
UFLA  
(Orientadora)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

À Deus, pelo dom maravilhoso da vida

## **AGRADEÇO**

Aos meus pais (*in memorian*), Odon e Saide,  
e em especial, ao meu querido irmão (*in memorian*), Leomárcio.  
Aos meus sogros (*in memorian*), Sr Clélio e D. Elisa

## **OFEREÇO**

Ao meu esposo José Humberto e aos nossos filhos,  
Elisa, Flávia e Lucas.

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras – UFLA e ao Departamento de Entomologia pela oportunidade para a realização do curso de Doutorado.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, em especial ao Dr. Adauto Ferreira Barcelos, chefe do Centro Tecnológico de Pesquisa do Sul de Minas, CTSM/EcoCentro, Lavras - MG, pela oportunidade de concretização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo suporte financeiro do projeto.

À Professora Vanda Helena Paes Bueno pela amizade, confiança, orientação e incentivo.

Ao Pesquisador Ernesto Prado, do Instituto de Investigaciones Agropecuárias – INIA, Chile, pelo apoio, prestatividade e inestimável colaboração.

À Professora Brígida de Souza pela amizade, apoio e sugestões apresentadas.

Aos Professores do curso de Doutorado pela amizade, apoio e ensinamentos transmitidos.

Ao Professor Moacir Pasqual e aos funcionários do Laboratório de Cultura de Tecidos/UFLA, Claret e Vantuil pelo apoio na produção *in vitro* das mudas de abacaxi.

Ao Técnico Agrícola Mário Lúcio dos Santos, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, pelo apoio na obtenção das mudas de abacaxi.

Ao colega Márcio M. Goussain pela ativa participação durante a fase de processamento da técnica de EPG.

À Andréa e Érica, acadêmicas do curso de Agronomia da UFLA e Fabiana, laboratorista do CTSM/EcoCentro, Lavras – MG, pela grande colaboração na fase de execução dos ensaios biológicos.

À Elaine, Nazaré, Fábio, Lisiane e Júlio, do Departamento de Entomologia, pela amizade e colaboração prestada durante o curso.

À colega Lúcia Aparecida Mendonça pela prestatividade e colaboração nas análises estatísticas.

Ao colega Luiz Carlos Dias Rocha pelo apoio durante a fase de normatização desta tese e elaboração do seminário.

Aos Pesquisadores Sara Maria Chalfoun e Elifas Nunes de Alcântara, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, pelas sugestões apresentadas.

Aos componentes da banca pelas críticas e sugestões.

Aos colegas do curso de Mestrado, em especial Gerane C. D. Bezerra e aos de Doutorado, pela amizade e agradável convivência.

Ao meu esposo José Humberto e aos nossos filhos, Elisa, Flávia e Lucas pelo apoio, incentivo e carinho em todos os momentos dessa etapa de minha vida.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, os meus agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1	
1 Introdução Geral.....	1
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Família Pseudococcidae.....	3
2.2 A cochonilha <i>D. brevipes</i> e sua importância como inseto-praga.....	3
2.3 Aspectos biológicos da cochonilha <i>D. brevipes</i> .....	6
2.4 Comportamento alimentar de insetos sugadores.....	9
2.5 Seleção do hospedeiro pelas cochonilhas.....	11
2.6 Interação planta-inseto fitófago avaliada mediante a técnica de EPG.....	13
2.6.1 Eventos do EPG e suas correlações.....	14
2.6.2 Parâmetros relacionados ao EPG.....	15
2.6.3 Aplicações da técnica de EPG.....	16
3 Referências Bibliográficas.....	17
CAPÍTULO 2: Desenvolvimento de <i>Dysmicoccus brevipes</i> (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em dois cultivares de abacaxi	
1 Resumo.....	26
2 Abstract.....	27
3 Introdução.....	28
4 Material e Métodos.....	29
4.1 Criação de manutenção de <i>D. brevipes</i> .....	29
4.2 Cultivares de abacaxi.....	29
4.3 Desenvolvimento de <i>D. brevipes</i> em dois cultivares de abacaxi.....	30
4.4 Análise dos dados.....	31

5 Resultados e Discussão.....	32
5.1 Número de ínstars.....	32
5.2 Duração dos ínstars.....	32
5.3 Período ninfal.....	34
5.4 Sobrevivência.....	35
5.5 Razão sexual.....	36
5.6 Longevidade de fêmeas.....	37
6 Conclusão.....	38
7 Referências Bibliográficas.....	39
<b>CAPÍTULO 3: Caracterização dos padrões do comportamento alimentar de</b>	
<b>cochonilhas (Pseudococcidae) obtidos mediante a técnica de “Electrical</b>	
<b>Penetration Graphs” (EPG)</b>	
1 Resumo.....	41
2 Abstract.....	42
3 Introdução.....	43
4 Material e Métodos.....	45
4.1 Criação de manutenção da cochonilha <i>P. minor</i> .....	45
4.2 Cultivares de café.....	45
4.3 Comportamento alimentar de <i>P. minor</i> .....	45
5 Resultados e Discussão.....	48
5.1 Ondas primárias de EPG.....	48
5.2 Relações entre as ondas e padrões com as atividades biológicas.....	57
6 Conclusões.....	59
7 Referências Bibliográficas.....	60

**CAPÍTULO 4: Comportamento alimentar da cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em dois cultivares de abacaxi mediante a técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG)**

1	Resumo.....	63
2	Abstract.....	64
3	Introdução.....	65
4	Material e Métodos.....	67
4.1	Criação de manutenção de <i>D. brevipes</i> .....	67
4.2	Cultivares de abacaxi.....	67
4.3	Comportamento alimentar da cochonilha mediante a técnica de EPG.....	67
4.4	Análise de fenóis.....	69
4.5	Análise dos dados.....	70
5	Resultados e Discussão.....	71
5.1	Comportamento alimentar de <i>D. brevipes</i> utilizando a técnica de EPG....	71
5.2	Associação do conteúdo de fenóis ao comportamento alimentar de <i>D. brevipes</i> .....	75
6	Conclusões.....	78
7	Referências Bibliográficas.....	79
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83

## RESUMO

SANTA-CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Interação cochonilha (Pseudococcidae) - planta avaliada mediante estudos biológicos e da técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG)**. Lavras: UFLA, 2003. 84p. (Tese - Doutorado em Agronomia, área de concentração Entomologia)\*.

A cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma das principais pragas em cultivos de abacaxi *Ananas comosus* (L.) Merrill no Brasil e quando associada à murcha-do-abacaxizeiro, doença de origem virótica, constitui-se em um dos maiores entraves para o aumento da produtividade da cultura. Estudos básicos visando a obtenção de informações referentes ao conhecimento da interação entre inseto-planta são necessários. O presente trabalho teve por objetivos avaliar o desenvolvimento de *D. brevipes* em plantas de dois cultivares de abacaxi, Pérola e Cayenne, obtidas *in vitro*, caracterizar os padrões do comportamento alimentar de cochonilhas utilizando como modelo *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) (monitorado pela técnica de EPG - “Electrical Penetration Graphs”) em plantas de dois cultivares de café, avaliar o comportamento alimentar de *D. brevipes* mediante essa técnica, em dois cultivares de abacaxi, e determinar o teor de fenóis em plantas de abacaxi. Na avaliação do desenvolvimento da cochonilha nos cvs. Pérola e Cayenne foram realizadas 29 repetições, compostas por oito ninfas de primeiro instar, acondicionadas em câmara climatizada, a  $25 \pm 1^\circ \text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e fotofase de 12 horas. Não foram detectadas diferenças no desenvolvimento de *D. brevipes* nos substratos alimentares utilizados. O desenvolvimento ninfal de fêmeas e machos de *D. brevipes* foi 39,9 e 32,0 dias no cv. Pérola e 38,5 e 32,4 dias no cv. Cayenne, respectivamente. A sobrevivência da fase ninfal foi 32,3 e 40,5%, a razão sexual 0,39 e 0,33 e a longevidade de fêmeas 20,3 e 26,1 dias nos cvs. Pérola e Cayenne, respectivamente. A caracterização das ondas e padrões mediante a técnica de EPG foram estudadas em 25 plantas de cada cultivar de café sendo, *Coffea arabica* cv. Acaia e *Coffea canephora* cv. Apoatã, em 16 horas de registro, no Laboratório de EPG/UFLA. Obtiveram-se as ondas e os padrões referentes à localização dos estiletos do inseto dentro do tecido vegetal, os quais foram denominados como ondas ou padrões ‘C’, ‘pd’, ‘O’, ‘V<sub>1</sub>’, ‘V<sub>2</sub>’, ‘N’ e outros ainda não descritos. Cada um deles foi caracterizado com referência à

---

\* Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

freqüência, níveis intra e extracelular e origem elétrica. O comportamento alimentar de *D. brevipipes*, mediante a técnica de EPG, realizado em 25 e 24 plantas de abacaxi, *in vitro*, apresentou pequenas diferenças entre os cvs. Pérola e Cayenne. Somente 21 e 28% das cochoilhas atingiram o padrão 'V'(provavelmente fase no floema) nos cvs. Pérola e Cayenne, respectivamente, e em média demoraram 9 horas. A fase no xilema foi muito extensa em ambos os cultivares e representou 31 e 44% do tempo registrado nos cvs. Pérola e Cayenne, respectivamente. O conteúdo de fenóis das plantas de abacaxi utilizadas nos testes de EPG, não mostrou diferenças entre os cultivares estudados, entretanto foi significativamente menor em plantas reproduzidas *in vitro* em laboratório quando comparadas com aquelas cultivadas *in vitro* e aclimatadas em casa de vegetação, plantas cultivadas em casa de vegetação e aquelas provenientes do campo.

SANTA-CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Interaction mealybug (Pseudococcidae) - plants evaluated by biological studies and the Electrical Penetration Graphs technique (EPG)**. Lavras: UFLA, 2003. 84p. (Doctor Thesis in Agronomy/Entomology).

The mealybug *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) is one of the key pests in pineapple *Ananas comosus* (L.) Merrill in Brazil. This insect has been associated to the pineapple wilt, a virus causing large losses in the crop production. Biological studies of the insect and its relationship with the plant are needed. This work was conducted to evaluate the mealybug development in pineapple cultivars, Pérola and Cayenne, reared *in vitro*, to study the probing behaviour by Electrical Penetration Graphs technique (EPG), and associate it to the phenolic contents of pineapple plants cvs. Additionally, waveforms and patterns obtained during stylet penetration by EPG were characterized in two coffee plants cvs., also, using as model the mealybug *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae). Biological studies performed in climated chambers did not show differences in the mealybug development in both pineapple cultivars. Female nymphs developed in 39 days and male nymphs in 32 days in pineapple plants. The following parameters were respectively obtained for Pérola and Cayenne cvs.: nymph survival 32.3 e 40.5%; sexual rate 0.39 and 0.33; and female longevity 20.3 and 26.1 days. The EPG patterns and waveforms characterized in coffee plants were denominated as 'C', 'O', 'V<sub>1</sub>', 'V<sub>2</sub>' and 'N'. Waveforms as 'pd', 'A' and 'B' were also analyzed. According to frequency, intra or extracelular level and electrical origin each of them was characterized. Their association with biological activities were also discussed. Few and irrelevant differences in the mealybug probing behaviour among the two pineapple cultivars were found. Twenty one to 28% of the mealybugs reached 'V' pattern (probably phloem phase) in only 9 hours after exposing to the plants in a total 16 hours recording. The pattern 'O' (probably xylem phase) was very extended and represented 31 and 44% of the probing time respectively, Pérola and Cayenne cvs. The phenolic contents of the pineapple cultivars used in the probing behaviour experiment did not show any difference. Additional testes showed significant less phenolic contents in plants reared *in vitro*, as compared to those acclimatized posteriorly reared *in vitro*, or from plants reared in greenhouse or from field.

---

\* Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil figura como o terceiro produtor mundial de abacaxi *Ananas comosus* (L.) Merrill, com uma produção de 1,41 milhão de toneladas de frutos. Deste total, 25,2% são representados pela produção do Estado de Minas Gerais (370,8 milhões de frutos), caracterizando-o como maior produtor brasileiro de abacaxi (IBGE, 2002).

Embora Minas Gerais ocupe a liderança nacional em relação à área e volume de produção, o rendimento médio de 24,6 mil frutos por hectare ainda permite um aumento expressivo no seu valor. Esse índice é afetado entre outros pela ocorrência de problemas fitossanitários, dentre eles a murcha-do-abacaxizeiro, doença transmitida pela cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), considerada uma das principais pragas da cultura, cujos prejuízos podem ultrapassar os 50% (Sanches, 1997). Constatada no Brasil desde 1931, seus prejuízos têm sido a causa do declínio da cultura em muitas áreas cultivadas do estado de São Paulo e, posteriormente, de Minas Gerais e das mudanças dos cultivos de abacaxi de uma região para outra (Hambleton, 1935; Santa-Cecília & Chalfoun, 1998).

Os plantios comerciais brasileiros são constituídos predominantemente pelos cultivares Pérola e Cayenne, sendo este último mais suscetível à murcha (Giacomelli & Py, 1981). A susceptibilidade à doença pode estar associada ao patógeno, à própria planta ou ao efeito desta sobre a cochonilha, alterando-lhe o seu desenvolvimento e comportamento alimentar.

O sucesso reprodutivo desses insetos sugadores depende da sua capacidade em evitar e/ou superar as defesas que a planta apresenta ao nível da cutícula, da epiderme, do mesofilo e do floema. A análise detalhada dos caminhos percorridos pelos estiletos do inseto pode ser obtida mediante a técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG) (McLean & Kinsey, 1964; Tjallingii, 1978), a qual permite visualizar as ondas e padrões correspondentes à localização dos estiletos dentro do tecido vegetal e às atividades biológicas ocorrentes durante uma prova, através da qual ele irá selecionar seu hospedeiro. Muitas informações são obtidas durante esse processo e as mesmas têm sido utilizadas com pulgões para estudar a interação inseto-planta e também para suporte para pesquisas em cochonilhas (Calatayud et al., 1994).

A composição química das plantas, como o conteúdo de fenóis, pode também estar associada a mecanismos de defesa a insetos, alterando o comportamento alimentar dos mesmos (Pickett et al., 1992; Miles & Oertli, 1993; Calatayud et al., 1994).

Dessa forma, considerando-se a necessidade de estudos básicos que conduzam ao conhecimento da interação inseto-planta, este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento de *D. brevipēs* em dois cultivares, Pérola e Cayenne, estudar o comportamento alimentar dessa cochonilha monitorado pela técnica de EPG e determinar os teores de fenóis de plantas de abacaxi.

Também foram caracterizados as ondas e os padrões obtidos mediante a técnica de EPG tendo como modelo a cochonilha *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae), em plantas de café.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Família Pseudococcidae

As cochonilhas pertencem à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, superfamília Coccoidea, sendo conhecidas mais de 600.000 espécies que ocorrem em plantas nas regiões tropicais e subtropicais. As espécies que são pragas de cultivos de importância econômica se encontram em quatro famílias: Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae e Margarodidae (Padilla, 2000). No Brasil, além dessas, pode ser adicionada a família Ortheziidae (Silva et al., 1968).

Na família Pseudococcidae estão citadas 12 espécies de cochonilhas que ocorrem em abacaxizeiros nas Américas Central e do Sul. No Brasil, apenas quatro são relatadas nesta cultura, *D. brevipes*, *Phenacoccus madeirensis* Green, *Pseudococcus* sp. e *Planococcus citri* (Risso), sendo a primeira considerada uma das pragas limitantes para a cultura, comprometendo seriamente a produção (Silva et al., 1968; Williams & Willink, 1992).

Além dos danos diretos decorrentes de sua alimentação, as cochonilhas são insetos importantes, vetores de doenças viróticas. Todas as fases do desenvolvimento desses insetos são móveis. A maioria das espécies desta família apresenta o corpo coberto por uma capa cerosa finamente granulada o que lhes confere o aspecto de haverem sido envolvidas em farinha, daí serem conhecidas por cochonilhas - farinhentas (Loeza, 1958).

### 2.2 A cochonilha *D. brevipes* e sua importância como inseto-praga

A cochonilha *D. brevipes* foi inicialmente descrita como *Dactylopius brevipes* por Cockerell em 1893, conforme relatado por Beardsley (1959). Posteriormente, Zimmermann (1948), citado por Williams & Willink, 1992,

transferiu-a para o gênero *Pseudococcus*. Porém, Ferris (1950) redescreveu a espécie colocando-a no gênero *Dysmicoccus*, sendo a correta denominação *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell).

Esta cochonilha possui várias denominações vulgares, como cochonilha pulverulenta-do-abacaxi, cochonilha-do-abacaxi, piolho-farinheiro, pulgão-branco, cochonilha-pulverulenta, cochonilha-da-raiz, piolho-branco, cochonilha-branca-da-cana, cochonilha rosada do abacaxizeiro (Sanches, 1980; Setter et al., 1998; Huang et al., 2002).

É uma das pragas limitantes para a cultura do abacaxi devido aos danos diretos e indiretos, decorrentes de sua alimentação e que estão associados à transmissão de uma doença conhecida como murcha-do-abacaxizeiro (Illingworth, 1931). Pesquisas desenvolvidas por Gunashinghe & German (1987; 1989) e Rohrbach & Schmitt (1994) indicam a presença de um vírus, do grupo dos closterovírus que atua junto com a cochonilha e provoca o aparecimento dessa doença, cujos prejuízos podem ultrapassar os 50% (Sanches, 1997). A murcha-do-abacaxizeiro impede a frutificação normal e pode ocasionar também a morte das plantas antes do período reprodutivo (Batista, 1947).

Os sintomas da doença são percebidos através da descoloração das folhas que de verde passam a vermelho bronzeada, depois rosa-vivo e amarelo; as folhas perdem sua turgescência e há aparecimento de manchas mais ou menos necróticas. Posteriormente, adquirem a cor bege e à medida que vão mudando a sua coloração perdem a rigidez até se dobrarem para baixo e os ápices ficarem secos e retorcidos. Ao arrancar a planta nota-se que o sistema radicular encontra-se totalmente debilitado e raramente são localizadas as cochonilhas que migram para outras plantas à procura de alimento (Carter, 1933; Fonseca, 1950; Santa-Cecília & Reis, 1985; Rohrbach & Schmitt, 1994; Santa-Cecília & Chalfoun, 1998).

No local de alimentação das cochonilhas ocorre o aparecimento de manchas circulares verdes de tonalidade mais pronunciada do que a cor natural das folhas. Essas manchas correspondem aos pontos de alimentação desses insetos e surgem, em média, de cinco a 12 dias após o início da alimentação (Py et al., 1984), o que indica a presença dessa praga na cultura (Santa-Cecília & Chalfoun, 1998).

A cochonilha *D. brevipes* pode sobreviver em mais de 30 hospedeiros (Carter, 1932; Lima, 1942; Silva et al., 1968; Gupta & Norman, 1975; Frölich & Rodewald, 1970; Ciesla, 2002). Os abacaxizeiros podem ser infestados pela cochonilha através do material de plantio, sendo a muda considerada o principal meio de dispersão dessa praga (Batista, 1947). Também pode ocorrer o deslocamento desse inseto, realizado pelas ninfas de primeiro ínstar ou através das formigas, das raízes de plantas hospedeiras que crescem às margens da cultura.

A ocorrência da cochonilha foi registrada em cultivos de abacaxi da África, Austrália, Américas Central e do Sul, Índia, Ilhas do Pacífico e Havaianas (Mau & Kessing, 2002). No Brasil, Hambleton (1935) registrou pela primeira vez a sua ocorrência nos abacaxizais dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Têm-se registros do declínio da cultura em regiões produtoras dos Estados de São Paulo e Minas Gerais, dentre elas, Piumhi e Lagoa Santa - MG, que já chegaram a exportar frutos de abacaxi para a Argentina e outros países (Santa-Cecília & Chalfoun, 1998). Em levantamento efetuado por Santa-Cecília & Silva (1991) na região do Triângulo e Alto Paranaíba foram constatadas baixas a médias infestações da praga, porém, com a expansão dos cultivos na região, a sua ocorrência vem se agravando a cada ano tornando-se uma séria ameaça a abacaxicultura mineira.

A ocorrência dessa praga é constatada durante todo o desenvolvimento da cultura, sendo as maiores infestações registradas na fase reprodutiva e no final do ciclo (Santa-Cecília & Ciociola, 1991).

Adultos e ninfas vivem em colônias e localizam-se nas raízes e axilas das folhas. Contudo, quando ocorre um grande aumento de sua população, podem ser também observados nas infrutescências, nos pedúnculos e nas mudas que crescem ao redor da infrutescência (Santa-Cecília & Chalfoun, 1998).

### **2.3 Aspectos biológicos da cochonilha *D. brevipes***

Os primeiros estudos sobre *D. brevipes* foram realizados por Swezey (1913), Fullaway (1924), Illingworth (1931), Carter (1932, 1933), Ito (1938) e Takahashi (1939), fornecendo valiosas informações sobre alguns aspectos biológicos, ecológicos e de controle da praga. A partir daí, outros trabalhos foram realizados podendo-se citar aqueles de Costa & Redaelli (1948), Carter (1949, 1963), Real (1959), Beardsley (1965), Mackenzie (1967), Lim (1973), Menezes (1973), Ghose (1983), Santa-Cecília (1990) e Colen et al. (2000).

É uma espécie que possui raças bissexuadas e partenogenéticas, ocorrendo no Brasil somente a bissexuada (Menezes, 1973). As fêmeas adultas apresentam coloração geral rósea, corpo oval e recoberto por uma secreção pulverulenta de cera branca, com 34 prolongamentos ao redor do corpo, sendo 17 de cada lado, com os oito posteriores mais longos e robustos. Têm segmentação distinta, com o aspecto de frações justapostas, medindo cerca de 3mm de comprimento. As antenas são pardo-claras, com oito antenômeros, poucos pêlos, as pernas apresentam a mesma coloração das antenas. Os machos adultos são menores, alados e com um par de filamentos caudais longos e brancos (Costa & Redaelli, 1948; Menezes, 1973; Ghose, 1983; Santa-Cecília & Chalfoun, 1998).

A reprodução é sexuada e as fêmeas ovipositam em ovissacos, porém algumas ninfas podem eclodir no interior da fêmea (Menezes, 1973). Após a dissecação de fêmeas fecundadas e não fecundadas esse autor constatou em ambas uma grande quantidade de ovos de forma elíptica, com córion liso e coloração amarelo-alaranjado pálido. Observou também a presença de formas jovens envolvidas pela membrana que constitui o ovo, independente de ter ocorrido ou não a fecundação.

O ciclo de desenvolvimento das fêmeas inclui três estádios e fase adulta enquanto os machos passam por quatro estádios, sendo ninfas de primeiro ínstar, segundo ínstar, terceiro ínstar (pré-pupa), quarto ínstar (pupa) e macho adulto (FIGURA 1).

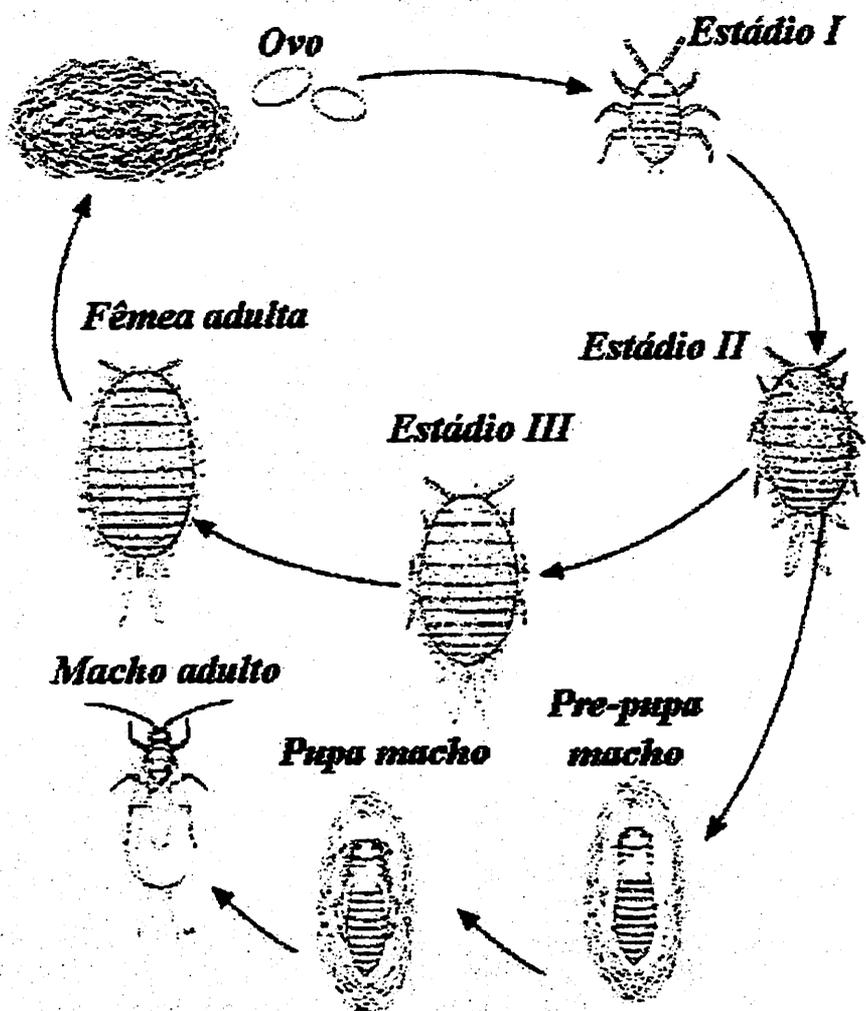


FIGURA 1. Ciclo evolutivo da cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell).

As ninfas recém-eclodidas permanecem algum tempo sob abrigo materno, para depois procurarem outro local. Possuem um par de filamentos cerosos e brancos nas margens dos lóbulos anais. São dotadas de grande atividade e podem se locomover a distâncias relativamente grandes. As ninfas do segundo ínstar apresentam seis pares de filamentos cerosos nos segmentos

abdominais sendo o último maior e mais espesso do que os demais, enquanto as fêmeas de terceiro ínstar têm 17 pares de filamentos ao redor do corpo (Ito, 1938; Costa & Redaelli, 1948; Menezes, 1973; Ghose, 1983).

Menezes (1973) verificou, a 25,5 °C e 73,5% de U.R., uma duração de 7,4±1,7; 10,6±1,9 e 39,9±1,8 dias para o primeiro, segundo e terceiro ínstars das fêmeas fecundadas, respectivamente, sendo observada uma duração média de 58,0±2,0 dias para o período ninfal. Para os machos foi registrado um período ninfal de 27,8±0,1 dias. A razão sexual foi de 0,65, sendo necessário um macho para fecundar duas fêmeas.

Colen et al. (2000), estudando a biologia de *D. brevipes* em plantas de abacaxi do cv. Cayenne, a 25,0 °C e 75±15% de U.R. registraram uma duração média de 12,7±3,8; 12,4±5,4; 12,7±4,8 dias, para o primeiro, segundo e terceiro ínstars das fêmeas fecundadas, respectivamente, sendo em média requeridos 39,4±10,0 dias para o desenvolvimento ninfal. Para os machos, foi registrado um período ninfal de 33,1±8,0 dias. A razão sexual foi 0,39.

#### 2.4 Comportamento alimentar de insetos sugadores

As cochonilhas possuem aparelho bucal sugador labial tetraqueta. Entretanto, nos machos da família Pseudococcidae, as peças bucais estão presentes somente no primeiro e segundo ínstars, as quais posteriormente se atrofiam e, desta forma, o inseto deixa de se alimentar nos estágios subseqüentes (Polania et al., 1999). As fêmeas conservam seu aparelho bucal e se alimentam durante todo o ciclo de vida, causando maiores danos às plantas.

A alimentação dos insetos sugadores, como por exemplo, os pulgões, só é possível quando ocorre a inserção dos estiletos nos tecidos da planta para posteriormente atingirem o floema, onde se alimentam (Pollard, 1973). Esse caminho percorrido pelos estiletos das cochonilhas nos tecidos das plantas é descrito de forma intercelular, com breves puncturas nas células (Silva & Mexia,

As cochonilhas fêmeas, por serem ápteras, têm limitadas possibilidades de escolher o hospedeiro e são restringidas pela sua capacidade de locomoção. Neste aspecto a ação das substâncias voláteis da planta poderá ser considerada secundária, caso existam. Porém, desconhecem-se estudos a esse respeito.

Na superfície das plantas encontram-se ceras, secreções, tricomas etc., que podem exercer alguma ação impedindo a fixação da cochonilha. O caminhar do inseto sobre a folha, antes da inserção dos estiletos, permite discriminar as plantas com diferentes níveis de antixenoses (Renard, 1993), sendo observado breves contactos do labium sobre a superfície foliar. Estudos desenvolvidos por Lê Rü et al. (1995) demonstraram que a presença de mecano e quimiorreceptores na extremidade dessa estrutura possibilita a discriminação de hospedeiros.

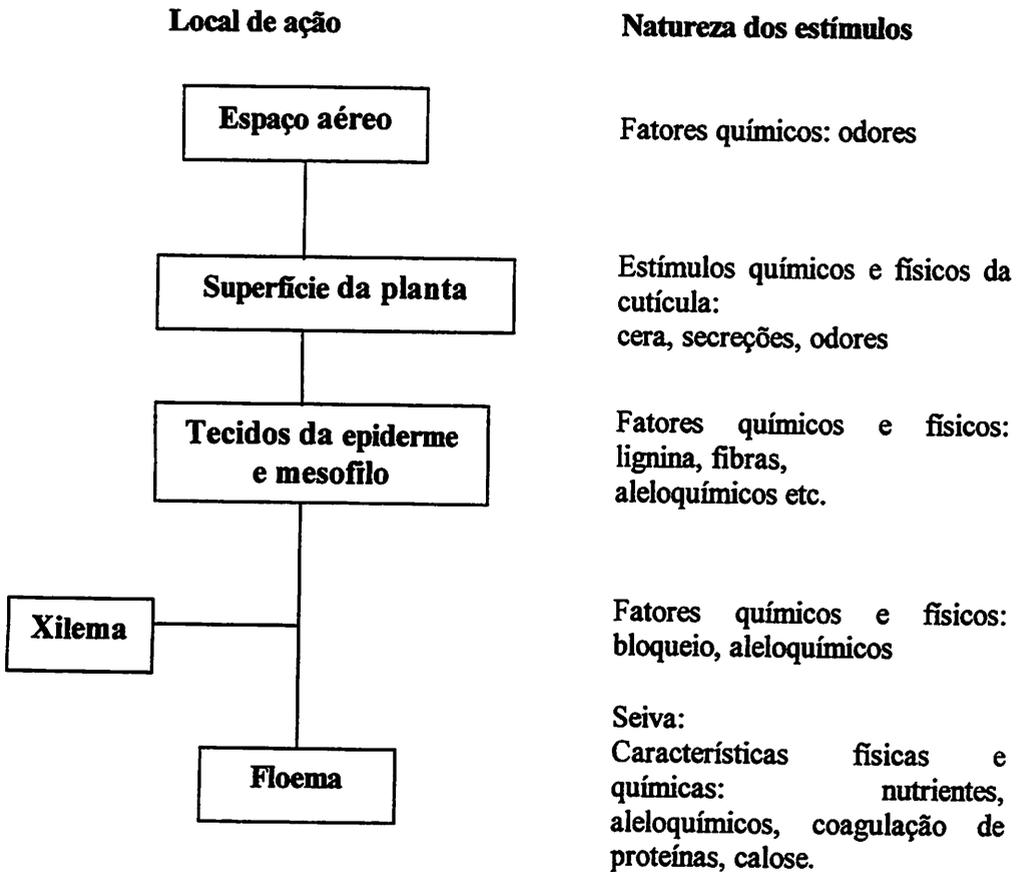
Nos tecidos, a planta possui mecanismos bioquímicos de defesa ao patógeno e ao inseto fitófago caracterizados pela presença de células com altas concentrações de substâncias tóxicas ou inibidoras, como os fenóis. Vários trabalhos têm mostrado a função desses compostos na fisiologia das doenças de plantas, sua resistência ou susceptibilidade (Rodrigues Jr., 1980; Maxemiuc & Dietrich, 1985; Hrubcová et al., 1992; Gonçalves-Gervásio & Santa-Cecília, 1999). Os fenóis são precursores de lignina, cutinas/suberinas ou pectinas acopladas a fenólicos que podem interagir com enzimas oxidantes salivares do inseto alterando o seu comportamento alimentar (Fry, 1983; Goodman, 1986; Pickett et al., 1992; Miles & Oertli, 1993).

Calatayud et al. (1994), estudando o comportamento alimentar da cochonilha *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero em cultivares de mandioca constataram que essa praga atinge mais rapidamente o floema das plantas com níveis mais baixos de fenóis quando comparadas com aquelas que apresentam altas concentrações desses ácidos.

## 2.5 Seleção do hospedeiro pelas cochonilhas

A seleção da planta hospedeira pelo inseto sugador envolve uma série de etapas, as quais foram descritas por Prado (1997) para os pulgões, e que podem ser adaptadas para as cochonilhas no seguinte modelo:

### Processo de seleção do hospedeiro pelas cochonilhas



As cochonilhas fêmeas, por serem ápteras, têm limitadas possibilidades de escolher o hospedeiro e são restringidas pela sua capacidade de locomoção. Neste aspecto a ação das substâncias voláteis da planta poderá ser considerada secundária, caso existam. Porém, desconhecem-se estudos a esse respeito.

Na superfície das plantas encontram-se ceras, secreções, tricomas etc., que podem exercer alguma ação impedindo a fixação da cochonilha. O caminhamento do inseto sobre a folha, antes da inserção dos estiletos, permite discriminar as plantas com diferentes níveis de antixenoses (Renard, 1993), sendo observado breves contactos do labium sobre a superfície foliar. Estudos desenvolvidos por Lê Rü et al. (1995) demonstraram que a presença de mecano e quimiorreceptores na extremidade dessa estrutura possibilita a discriminação de hospedeiros.

Nos tecidos, a planta possui mecanismos bioquímicos de defesa ao patógeno e ao inseto fitófago caracterizados pela presença de células com altas concentrações de substâncias tóxicas ou inibidoras, como os fenóis. Vários trabalhos têm mostrado a função desses compostos na fisiologia das doenças de plantas, sua resistência ou susceptibilidade (Rodrigues Jr., 1980; Maxemiuc & Dietrich, 1985; Hrubcová et al., 1992; Gonçalves-Gervásio & Santa-Cecília, 1999). Os fenóis são precursores de lignina, cutinas/suberinas ou pectinas acopladas a fenólicos que podem interagir com enzimas oxidantes salivares do inseto alterando o seu comportamento alimentar (Fry, 1983; Goodman, 1986; Pickett et al., 1992; Miles & Oertli, 1993).

Calatayud et al. (1994), estudando o comportamento alimentar da cochonilha *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero em cultivares de mandioca constataram que essa praga atinge mais rapidamente o floema das plantas com níveis mais baixos de fenóis quando comparadas com aquelas que apresentam altas concentrações desses ácidos.

## **2.6 Interação planta-inseto fitófago avaliada mediante a técnica de EPG**

Muitas questões que envolvem as atividades alimentares de insetos sugadores podem ser esclarecidas mediante a técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG). Introduzida por McLean & Kinsey (1964) e adaptada por Tjallingii (1978), esta técnica permite registrar o comportamento alimentar desses insetos através da visualização de ondas e padrões que correspondem à localização dos estiletos dentro do tecido vegetal e às atividades biológicas que ocorrem durante uma prova realizada.

A técnica de EPG baseia-se no princípio de que o inseto e a planta fazem parte de um circuito elétrico. Dessa forma, um eletrodo feito com um fino fio de ouro é fixado no dorso do inseto, através de uma cola especial e com capacidade de conduzir eletricidade. A planta é conectada a outro eletrodo, com uma baixa voltagem. Logo que os estiletos do inseto penetram no tecido foliar, o circuito é fechado. A partir desse momento, a variação de voltagem é gravada e registrada em forma de ondas e padrões com auxílio de um programa de computador, sendo possível o acompanhamento das etapas.

De acordo com Tjallingii (1988), o circuito primário do sistema inclui planta, inseto, fonte de voltagem e uma resistência. A voltagem no ponto de medição é usada para a série de sinais (circuito secundário) e possui dois componentes de diferentes origens elétricas: voltagens geradas na combinação inseto-planta, indicada como a força eletromotriz ou ‘emf’, e mudanças de condutibilidade elétrica ou componente de resistência ‘R’. A fonte de voltagem ajustável (Vs) é introduzida no solo ou água do vaso que contém a planta (FIGURA 2). Um exemplo de ‘emf’ é o potencial detectado na membrana das células da planta quando perfurada pelos estiletos do inseto. O componente de resistência ‘R’ pode ser devido, por exemplo, ao abrir e fechar das válvulas na cavidade bucal.

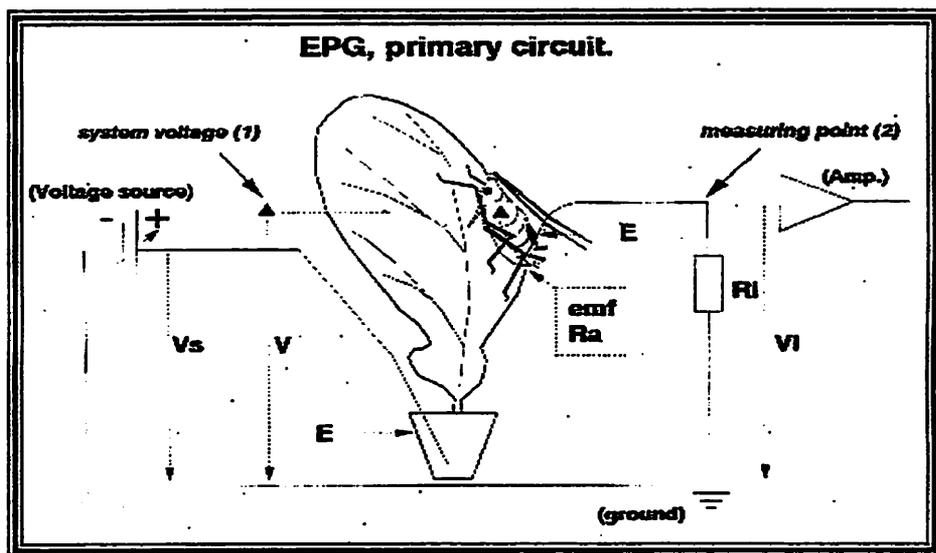


FIGURA 2. Circuito primário de EPG (Tjallingii, 1988).

### 2.6.1 Eventos do EPG e suas correlações

As características utilizadas para o reconhecimento das ondas e padrões obtidos são: amplitude (mínima e máxima), frequência (porcentagem de repetição dos picos ou ondas por segundo, expressa em Hertz), nível de voltagem (extra ou intracelular) e origem elétrica (flutuação da resistência - 'R' ou força eletromotriz - 'emf') (Tjallingii, 1978).

Estudos desenvolvidos por Tjallingii (1978) e Prado & Tjallingii (1994) para os afideos, por Calatayud et al. (1994) e Polania et al. (1999) para a cochonilha da mandioca *P. manihoti*, e por Santa-Cecília et al. (2001) para a cochonilha do cafeeiro *P. minor*, mostraram a ocorrência de basicamente cinco tipos de padrões (ondas). Cada um desses eventos, considerados importantes para o estudo do comportamento alimentar desses insetos, é característico de uma atividade ou localização dos estiletos do inseto, e foram classificados como:

períodos de não-prova, prova (fase de inserção dos estiletos), punctura nas células, fase no xilema e fase no floema.

Os eventos de cada fase são classificados e identificados pelas letras de 'A' até 'G' para os pulgões, sendo que a fase de caminhar inclui os eventos 'A', 'B', 'C' e 'F', fase de ingestão no xilema, o evento 'G', e fase de alimentação no floema, os eventos 'E<sub>1</sub>' e 'E<sub>2</sub>' (Tjallingii, 1990; Prado & Tjallingii, 1994; Prado, 1997). Para o trips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), Harrewijn et al. (1996) classificaram e identificaram os eventos pelas letras 'P', 'Q' e 'R', sugerindo ainda a ocorrência das fases de salivação e ingestão. Para a mosca-branca, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), Lei et al. (1996) nomearam os eventos 'H' e 'L'. Para a cigarrinha, *Nephotettix virescens* Distant, no sistema de monitoramento de corrente alternada (AC), Liu & Takahashi (2000) designaram os eventos pelas siglas 'I', 'S', 'T'. No sistema de corrente contínua (DC), Buduca et al. (1996), para a cigarrinha *Peregrinus maidis* (Ashmead), nomearam os eventos como classes 1, 2 e 3 indicando fases de inserção dos estiletos, fases no xilema e no floema, respectivamente.

### 2.6.2 Parâmetros relacionados ao EPG

Inúmeros parâmetros relacionados à seqüência ou sucessão dos eventos do EPG podem ser obtidos e são de grande importância para a identificação de características favoráveis ou desfavoráveis, mecanismos envolvidos e localização de tecidos vegetais com fatores estimuladores ou inibidores das atividades dos insetos que se alimentam de seiva.

Segundo Tjallingii (1978), o tempo que abrange o início da gravação do EPG até ocorrer a primeira prova pode sofrer influência de fatores superficiais relacionados à planta como cerosidade, presença de inseticidas etc, ou reações do próprio inseto.

A primeira punctura intracelular ('pd') pode ocorrer apenas na epiderme e conforme Powell (1991), pode transmitir viroses não-persistentes. Sucessivamente, durante o tempo antes da fase floema, um grande número de provas e não-provas podem ocorrer e indicar fatores negativos na epiderme ou no mesofilo das plantas testadas. Assim, longas provas com extensa fase de caminhamento antes da primeira fase floema ou um longo período de salivação e retardada ingestão nesse local podem indicar fatores negativos. Finalmente, períodos reduzidos de ingestão podem indicar o envolvimento da qualidade da seiva (Prado & Tjallingii, 1994).

### 2.6.3 Aplicações da técnica de EPG

De acordo com Tjallingii (1988), os registros obtidos mediante a técnica de EPG podem contribuir para muitos estudos sobre a interação inseto-plantas, principalmente os insetos da ordem Hemiptera-Sternorrhyncha, que se alimentam através da penetração dos estiletos no tecido vegetal. Testes utilizando esta técnica foram conduzidos com sucesso para avaliar o comportamento de insetos vetores em plantas tratadas com inseticidas sistêmicos (Nisbet et al., 1993). Também é permitido estudar a resistência de plantas (van Helden & Tjallingii, 1993; Caillaud et al., 1995; Lei et al., 1996) e a transmissão de vírus (Prado & Tjallingii, 1994; Martin et al., 1997; Fereres & Collar, 2001; Tjallingii & Prado, 2001).

A combinação da técnica de EPG com outros estudos envolvendo técnicas microscópicas, estudos biológicos, estudo da composição do "honeydew", entre outros, representa uma excelente contribuição, tanto para o melhoramento genético clássico, como para as modernas técnicas de biologia molecular.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, A. C. A murcha de *Pseudococcus*: ameaça permanente das plantações de abacaxi. **Boletim da Secretaria de Agricultura Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco**, Recife, v. 14, n. 3, p. 279-284, jul./set. 1947.
- BEARDSLEY, J. W. Notes on the pineapple mealybug complex, with descriptions of two new species (Homoptera: Pseudococcidae). **Proceeding of the Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 19, n. 1, p. 55-68, 1965.
- BEARDSLEY, J. M. On the taxonomy of pineapple mealybugs in Hawaii, with a description of a previously unnamed species (Homoptera: Pseudococcidae). **Proceeding of the Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 17, n. 1, p. 29-70, 1959.
- BUDUCA, C.; REYNAUD, B.; LAN SUN LUK, D.; MOLINARO, F. Electrical Penetration Graphs from *Peregrinus maidis* on a susceptible maize hybrid. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 79, p. 131-139, 1996.
- CAILLAUD, C. M.; PIERRE, J. S.; CHAUBET, B.; PIETRO J. P. di. Analysis of wheat resistance to the cereal aphid *Sitobion avenae* using electrical penetration graphs and flow charts combined with correspondence analysis. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 75, n. 1, p. 9-18, Apr. 1995.
- CALATAYUD, P. A.; RAHBÉ, Y.; TJALLINGII, W. F.; TERTULIANO, M.; LE RŪ, B. Electrically recorded feeding behavior of cassava mealybug on host and non- host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 72, n. 3, p. 219-232, Sept. 1994.
- CARTER, W. Insects notes from South America with special reference to *Pseudococcus brevipes* and mealybug wilt. **Journal of Economic Entomology**, v. 42, n. 5, p. 761-766, Oct. 1949.
- CARTER, W. Mealybug wilt of pineapple a reprisal. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 105, n. 13, p. 741-764, 1963.

CARTER, W. The pineapple mealybug, *Pseudococcus brevipes* and wilt of pineapples. **Phytopathology**, Lancaster, v. 23, n. 3, p. 207-242, Mar. 1933.

CARTER, W. Studies of population of *Pseudococcus brevipes* (Ckll) occurring on pineapple plants. **Ecology**, Durham, v. 13, n. 3, p. 296-304, July 1932.

CHEUNG, W. W. K.; MARSHAL, A. T. Water and ion regulation in cicadas in relation to xylem feeding. **Journal Insect Physiology**, Oxford, v. 19, n. 9, p. 1801-1816, 1973.

CIESLA, W. M. *Dysmicoccus brevipes*: A new insect pest of *Casuarina equisetifolia* in the coast province of kenya. Disponível em: <http://www.afae.org/html/98-206.html>. Acesso em: 29 out. 2002.

COLEN, K. G. F.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; MORAES, J. C.; REIS, P. R. Efeitos de diferentes temperaturas sobre a biologia da cochonilha pulverulenta *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 248-252, ago. 2000.

COSTA, R. G.; REDAELLI, D. C. Cochonilhas ou coccídeos do Rio Grande do Sul. **Revista Agrônômica**, Porto alegre, v. 12, n. 136/138, p. 61- 67, 1948.

FERERES, A.; COLLAR, J. L. **Analysis of Noncirculative (“Virus”) Transmission by Electrical Penetration Graphs**. In: HARRIS, K. F.; SMITH, O. P.; DUFFUS, J. E. (Ed.). **Virus-insect-plant interações**. New York: Academic Press, 2001. p. 87-109.

FERRIS, G. F. **Atlas of scale insects of North América**. Standford, Califórnia: Standford University Press, 1950. v. 5, 278 p. (Série 5).

FONSECA, J. P. da. Murcha- do- abacaxi, sua causa e combate. **O Biológico**, São Paulo, v. 16, n. 5, p. 115- 116, maio 1950.

FRÖLICH, G.; RODEWALD, W. **Pest and diseases of tropical crops and their control**. Permagon Press, 1970. p. 371.

FRY, S. C. Feruloylated pectines from the primary cell wall: their structures and possible functions. **Planta**, Berlin, v. 157, n. 2, p. 111- 123, 1983.

FULLAWAY, D. T. **Pineapple Short Course**, Hawaii, v. 3, n. 1, p. 57-66, 1924.

- GHOSE, S. K. Biology of parthenogenetic race of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) [Pseudococcidae, Homoptera] pineapple mealybug, west Bengal, India. **The Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 53, n. 11, p. 939- 942, Nov. 1983.
- GIACOMELLI, E. J.; PY, C. **O Abacaxi no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101 p.
- GOODMAN, R. N. Cell- wall composition and metabolism. In: \_\_\_\_\_. **The biochemistry and physiology of plant disease**. Columbia: University of Missouri Press, 1986. p. 105- 149.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C. R.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Teores foliares de compostos fenólicos em abacaxizeiro em função da murcha da cultivar e do ciclo da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 232-234, ago. 1999.
- GUNASHINGHE, U. B.; GERMAN, T. L. Further characterization of a virus associated with mealybug- wilt of pineapple. **Phytopathology**, St. Paul, v. 77, n. 12, p. 1776, Dec. 1987.
- GUNASHINGHE, U. B.; GERMAN, T. L. Purification and partial characterization of a virus from pineapple. **Phytopathology**, St. Paul, v. 79, n. 12, p. 1337-1334. Dec. 1989.
- GUPTA, J. C.; NORMAN, J. C. Tomato a new host of pineapple mealybug. **Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 23, n. 6, p. 189, dic. 1975.
- HAMBLETON, E. J. Notas sobre Pseudococcinae de importância econômica no Brasil com a descrição de quatro espécies novas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 6, n. 13, p. 105-120, dez. 1935.
- HARREWIJN, P.; TJALLINGII, W. F.; MOLLEMA, C. Electrical recording of plant penetration by western flower thrips. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 79, n. 3, p. 345-353, June 1996.
- HELDEN, M. van.; TJALLINGII, W. F. Tissue localization of lettuce resistance to the aphid *Nasonovia ribisnigri* using electrical penetration graphs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 68, n. 3, p. 269-278, Sept. 1993.

HRUBCOVÁ, M.; CVIKROVÁ, M.; MERAVY, L.; EDER, J.; BINAROVÁ, P. Phenolic accumulation and peroxidase activity of “in vitro” selected alfalfa callus cultures resistant to filtrates of *Fusarium* spp. **Biologia Plantarum**, Prague, v. 34, n. 3/4, p. 203-211, 1992.

HUANG, S. H.; WONG, C. Y.; CHENG, C. H. A newly recorded insect pest pink pineapple mealybug *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae), infesting on the roots of peanut in Taiwan. **Plant Protection Bulletin**, Taipei, v. 44, n. 2, p. 141-146, 2002.

IBGE. Previsão de safra 2002. Disponível em: <IBGE <http://www.Sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>>. Acesso em: 4 set. 2003.

ILLINGWORTH, J. F. Preliminary report on evidences that mealybug are an important factor in pineapple wilt. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 24, n. 6, p. 877-889, Dec. 1931.

ITO, K. Studies on the life history of the pineapple mealybug, *Pseudococcus brevipes*, (Ckll). **Journal of Economic Entomology**, Honolulu, v. 31, n. 2, p. 291-298, Apr. 1938.

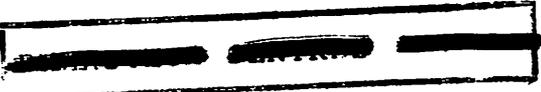
LE RÛ, B.; RENARD, S.; ALLO, M. R.; LANNIC, J. LE; ROLLAND, J. P. Ultra structure of sensory receptors on the labium of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 31-36, Oct. 1995.

LEI, H.; TJALLINGII, W. F.; VAN LENTEREN, J. C.; XU, R. M. Stylet penetration by larvae of the greenhouse whitefly on cucumber. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 77-84, Apr. 1996.

LIM, W. H. studies on the bisexual race of *Dysmicoccus brevipes* Ckll, its bionomics and economic importance. **Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v. 49, n. 2, p. 254-267, 1973.

LIMA, A. da. C. **Insetos do Brasil- homopteros**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1942. T. 3, cap. 23, p. 234-235. (Série Didática, 4).

- LIU, J.; TAKAHASHI, S. Feeding behavior of *Nephotettix virescens* (Homoptera: Cicadellidae) on suitable and unsuitable host plants and underlying mechanisms of host plant suitability. In: WALKER, G. P.; BACKHUS, E. A. (Ed.). **Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior**. Canberra, Australia: Thomas Say Publications in Entomology, 2000. p. 245-260.
- LOAEZA, R. M. G. **Contribución al conocimiento de los Pseudococcidae de México (Homoptera: Coccoidea)**. 1958. p. 11-185. (Tesis profesional). Instituto Politécnico Nacional- Escuela nacional de Ciencias Biológicas, México.
- MACKENZIE, H. L. **Mealybugs of California**. Berkeley: University of California Press, 1967. p. 524.
- MARTIN, B.; COLLAR, J. L.; TJALLINGII, W. F.; FERERES, A. Intracellular ingestion and salivation by aphids may cause the acquisition and inoculation of non- persistently transmitted plant viruses. **Journal of General Virology**, Reading, v. 78, n. 10, p. 2701-2705, Oct. 1997.
- MAU, R. F. O.; KESSING, J. L. M. *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell). Disponível em: <<http://www.hawaii.edu/kbase/crop/typed/d.brevip.htm>>. Acesso em: 29 out. 2002.
- MAXEMIUC, V.; DIETRICH, M. C. S. Changes in phenols and oxidative enzymes in resistant and susceptible *Coffea arabica* inoculated with *Hemileia vastatrix* (*Coffea rust*). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 185-190, dez. 1985.
- MCLEAN, D. L.; KINSEY, M. G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. **Nature**, London, v. 202, n. 4953, p. 1358-1359, Oct. 1964.
- MENEZES, E. B. **Bioecologia e controle da cochonilha farinhosa do abacaxi *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) Ferris, 1950, (Homoptera: Pseudococcidae)**. 1973. 77 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- MILLES, P. W.; OERTLI, J. J. The significance of antioxidants in the aphid plant interaction: the redox hypothesis. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 67, n. 3, p. 275-283, 1993.



MITTLER, T. E. Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gmelin). II. The nitrogen and sugar composition of ingested phloem sap and excreted honeydew. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 35, n. 3, p. 74-84, 1958.

NISBET, A. J.; WOODFORD, J. A. T.; STRAUG, R. H. C.; CONNOLLY, J. D. Systemic antifeedant effects of azadirachtin on the peach-potato aphid *Myzus persicae*. **Entomologica Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 87-98, July 1993.

PADILLA, M. R. Bioecología de la cochinilla rosada y su riesgo de ingreso en Honduras. **Manejo Integrado de Plagas**, Costa Rica, n. 57, p. 10-22, set. 2000.

PEEL, A. J.; WEATHERLEY, P. E. Composition of sieve- tube sap. **Nature**, London, v. 184, n. 4703, p. 1955-1956, 1959.

PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. The chemical ecology of aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 37, p. 67-90, 1992.

POLANIA, M. A.; CALATAYUD, P. A.; BELLOTTI, A. C. Comportamiento alimenticio del piojo harinoso *Phenacoccus herreri* (Sternorrhyncha: Pseudococcidae) e influencia del déficit hídrico en plantas de yuca sobre su desarrollo. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafe de Bogota, v. 25, n. 1/2, p. 1-9, 1999.

POLLARD, D. G. Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera: Aphidodea): a review. **Bulletin Entomological Research**, Oxon, v. 62, n. 4, p. 631-714, Dec. 1973.

POWELL, G. Cell membrane punctures during epidermal penetrations by aphids: consequences for the transmission of two potyviruses. **Annals of Applied Biology**, Lanham, v. 119, n. 2, p. 313-321, Oct. 1991.

PRADO, E. **Aphid-plant interactions at phloem level, a behavioural study.** 1997. 109 p. Thesis (Ph D) - Wageningen Agricultural University, Wageningen.

PRADO, E.; TJALLINGII, W. F. Aphid activities during sieve element punctures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 72, p. 157- 165, 1994.

- PY, C.; LACOUÉUILHE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas sa culture: ses produits**. Paris: G. P. Maisonneuve et Larouse, 1984. 562 p.
- REAL, P. Le cycle annuel de la cochenille *Dysmicoccus brevipes* Ckll., vectrice d'un wilt de ananas en basse Côte d'ivoire; son déterminisme. **Revue De Pathologie Végétale et Entomologie Agricole**, Paris, v. 38, n. 1, p. 3-111, 1959.
- RENARD, S. Sensorial equipment and effect of the host-plant on the fixation behaviour of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Homoptera, Pseudococcidae). **Belgian Journal of Zoology**, Brussels, v. 123, n. 123, p. 61-62, 1993.
- RODRIGUES JÚNIOR, C. J. **Mecanismos de resistência das plantas aos agentes patogênicos**. Lisboa: Imprensa Portuguesa, 1980. p. 67.
- ROHRBACH, K. G.; SCHMITT, D. P. Pineapple. In: PLOETZ, R. C. et al. (Ed.). **Compendium of tropical fruit disease**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1994. pt. 4, p. 45-55.
- SANCHES, N. F. **A acarofauna do abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L) Merrill] na Bahia e sua entomofauna**. Piracicaba, 1980. 99 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- SANCHES, N. F. Índices de infestação da cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae) em abacaxizeiro sob regime de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. **Resumos...** Salvador: EMBRAPA/CNPMP, 1997. p. 220.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C. **Efeitos de fatores climáticos e da época de plantio do abacaxizeiro sobre a cochonilha pulverulenta *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Homoptera: Pseudococcidae) nas principais regiões produtoras do estado de Minas Gerais**. 1990. 114 p. Dissertação (Mestrado Entomologia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CHALFOUN, S. M. Pragas e doenças que afetam o abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 40-47, 1998.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CIOCIOLA, A. I. Flutuação populacional da cochonilha-do-abacaxi, *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Homoptera, Pseudococcidae), em duas épocas de plantio ao ano no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 236-244, jul./set. 1991.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; PRADO, E.; BUENO, V. H. P.; GOUSSAIN, M. M. Caracterização dos padrões de comportamento alimentar da cochonilha *Planococcus minor* (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de caféiro mediante a técnica de EPG (Electrical Penetration Graphs). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Uberaba: IBC/PROCAFE, 2001. p. 285- 287.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; REIS, P. R. A cochonilha e a murcha do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 130, p. 37-41, out. 1985.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SILVA, J. R. da. **A cochonilha-do-abacaxi em Minas Gerais: histórico, reconhecimento, evolução, danos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1991. 16 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 35).

SETTER, D. M.; ULLMAN, D. E.; HU, J. S. Transmission of pineapple mealybug wilt- associated virus by two species of mealybug (*Dysmicoccus* spp.) **Phytopathology**, St. Paul, v. 88, n. 11, p. 1224-1230, Nov. 1998.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. part. 2, t. 1, 622 p.

SILVA, E. M. B.; MEXIA, A. Histological studies on the stylet pathway, feeding sites and nature of feeding damage by *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae) in sweet orange. **Entomologica**, Bari, v. 33, p. 351-356, 1999.

SWEZEY, O. H. Sugar cane mealybugs in the Hawaiian Islands. **Hawaiian Planters' Record**, Honolulu, v. 8, n. 4, p. 200-208, 1913.

TAKAHASHI, R. Insect pests of pineapple, especially *Pseudococcus brevipes* (Ckll). 1. **Bulletin Agriculture Research Institute of Formosa**, Taihoku, n. 161, p. 257, 1939.

TERRA, W. R. Digestão do alimento e suas implicações na biologia dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole; Brasília: CNPq, 1991. p. 67-99.

TJALLINGII, W. F. Continuous recording of stylet penetration activities by aphids. In: CAMPBELL, R. K.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Aphids-plant genotype interations**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 89-99.

TJALLINGII, W. F. Electronic recording of penetration behaviour by aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 521-430, 1978.

TJALLINGII, W. F. Electrical recording of stylet penetration activities. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. **Aphids, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1988. v. 2, p. 95-107.

TJALLINGII, W. F.; HOGEN ESCH, T. H. Fine structure of aphid styled routes in plant tissues in correlation with EPG signals. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 317-328, Sept. 1993.

TJALLINGII, W. F.; PRADO, E. Analysis of Circulative ("Virus") Transmission by Electrical Penetration Graphs. In: HARRIS, K. F.; SMITH, O. P.; DUFFUS, J. E. (Ed.). **Virus-insect-plant interactions**. New York: Academic Press, 2001. p. 69-85.

WILLIAMS, D. J.; WILLINK, M. C. G. de. **Mealybugs of Central and South America**. Wallinford: C. A. B. International, 1992. p. 635.

## CAPÍTULO 2

SANTA – CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Desenvolvimento de *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em dois cultivares de abacaxi.** 2003. p. 26-40. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

### 1 RESUMO

A cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma das principais pragas em cultivos de abacaxi e os estudos biológicos desse inseto em diferentes cultivares são uma necessidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento dessa cochonilha em dois cultivares de abacaxi, Pérola e Cayenne. O experimento foi conduzido em câmara climatizada, a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e fotofase de 12 horas. As plantas de abacaxi foram reproduzidas *in vitro*, transplantadas para vasos (250 mL) e aclimatadas em casa de vegetação. Ninfas com até um dia de vida foram confinadas em gaiolas de PVC (1 cm de diâmetro), fixadas em folhas de ambos os cultivares. Não foram detectadas diferenças no desenvolvimento de *D. brevipes* nos dois substratos alimentares utilizados. O desenvolvimento ninfal de fêmeas e machos de *D. brevipes* foi 39,9 e 32,0 dias no cv. Pérola e 38,5 e 32,4 dias no cv. Cayenne, respectivamente. A sobrevivência da fase ninfal foi 32,3 e 40,5%, a razão sexual 0,39 e 0,33 e a longevidade de fêmeas 20,3 e 26,1 dias nos cvs. Pérola e Cayenne, respectivamente.

---

\* Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno – UFPA

## CHAPTER 2

SANTA – CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Development of the pineapple mealybug *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) in two pineapple cultivars.** 2003. p. 26-40. Thesis (Doctoral in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

### 2 ABSTRACT

The pineapple mealybug *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) is the main pest on pineapple crops and biological studies of this insect are necessary on different cultivars. The objective of this work was to evaluate the development time of mealybug on the pineapple cultivars Pérola and Cayenne. The experiment was performed in climated chambers at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  RH and 12 h photophase. Pineapple plants were reproduced in vitro, transplanted to pots (250 mL) and kept in greenhouse. One day old nymphs were kept inside a clipcage (1 cm diameter) fixed on the plants. No differences in development of *D. brevipes* among the cultivars were found. Development time on cv. Pérola was 39.9 and 32 days for females and males respectively and 38.5 and 32.4 days on cv. Cayenne. Nymph survival was 32.3 and 40.5%, sexual rate were 0.39 and 0.33, and female longevity were 20.3 and 26.1 days on cv. Pérola and Cayenne respectively.

---

\* Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

A cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) vem ocorrendo nos abacaxizais do Brasil desde 1931, sendo seus prejuízos a causa do declínio da cultura em muitas áreas do estado de São Paulo e, posteriormente, de Minas Gerais (Hambleton, 1935; Santa-Cecília & Chalfoun, 1998).

Adultos e ninfas vivem em colônias e localizam-se nas raízes e axilas das folhas. Contudo, quando ocorre um grande aumento de sua população, podem ser também observados nas inflorescências, nos pedúnculos, nas infrutescências do abacaxi e nas mudas que crescem ao redor da infrutescência (Santa-Cecília & Chalfoun, 1998). A cochonilha ocasiona o enfraquecimento das plantas devido à sucção da seiva, além de estar associada a uma doença de origem virótica, conhecida como murcha-do-abacaxizeiro (Gunashinghe & German, 1987; 1989) a qual impede a frutificação normal e pode ocasionar também a morte das plantas antes do período reprodutivo, sendo que os prejuízos podem ultrapassar os 50% (Sanches, 1997). Assim, esse complexo, cochonilha e murcha-do-abacaxizeiro, tem-se constituído em um dos maiores entraves para o aumento da produtividade da cultura no Brasil.

Poucas pesquisas foram realizadas sobre a biologia de *D. brevipes*, sendo escassas as informações sobre o seu desenvolvimento associado a diferentes cultivares de abacaxi. Giacomelli & Py (1981) relataram diferenças de susceptibilidade à murcha entre cultivares, sendo o cv. Cayenne (grupo Cayenne) mais susceptível quando comparado ao cv. Pérola (grupo Pernambuco). A susceptibilidade à murcha pode estar associada ao patógeno, à própria planta ou ao efeito dessa sobre a cochonilha.

Assim, considerando a necessidade de estudos básicos que conduzam ao conhecimento da interação inseto-planta, este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento de *D. brevipipes* em dois cultivares de abacaxi, Pérola e Cayenne.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Criação de manutenção de *D. brevipipes*

Adultos da cochonilha foram obtidos em plantios de abacaxi no município de Piumhi/MG (Região do Alto São Francisco) e infestados em plantas do cv. Cayenne, com cerca de seis meses de idade, cultivadas em vasos com capacidade para 20 litros. Essa criação foi mantida em casa de vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras – MG, objetivando a produção de insetos necessários à implantação do experimento.

### 4.2 Cultivares de abacaxi

Os cultivares de abacaxi foram Pérola, também conhecido como Pernambuco ou Branco de Pernambuco, e Cayenne também conhecido como Smooth Cayenne ou Cayenne Lisse, os quais são incluídos nos grupos 4 e 1, respectivamente. Esta classificação tem como base um conjunto de caracteres comuns dentre os quais se destacam o porte da planta, forma da infrutescência, característica da polpa e morfologia da folha, em particular a presença ou ausência de espinhos (Cabral, 1985). Outras denominações desses cultivares utilizadas em outros países foram relatadas por Py et al. (1984).

As plantas foram obtidas *in vitro* pelo fato de serem mais adequadas ao manuseio por ocasião das avaliações ao microscópio estereoscópico para visualização das ninfas, e também por proporcionarem um melhor ajuste das unidades de criação das cochonilhas nas folhas. Estas plantas foram produzidas no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras/UFLA, posteriormente transplantadas em potes plásticos (250 mL), utilizando-se o substrato Plantmax<sup>®</sup> e, aclimatadas em casa de vegetação até a formação de 5-6 pares de folhas, quando foram usadas nos estudos.

#### **4.3 Desenvolvimento de *D. brevipipes* em dois cultivares de abacaxi**

O estudo foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico de Pragas do Centro de Manejo Ecológico de Pragas e Doenças de Plantas - EcoCentro/CTSM-EPAMIG, Lavras - MG, em câmara climatizada, ajustada a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase.

A metodologia utilizada foi baseada em estudos realizados por Menezes (1973). Fêmeas adultas oriundas da criação de manutenção foram coletadas com um pincel de cerdas finas, transferidas para plantas de abacaxi cv. Cayenne mantidas em câmara climatizada. As ninfas da primeira geração, com até um dia de vida, foram individualizadas e encerradas em gaiolas de PVC transparente (10 mm de diâmetro por 11 mm de altura), vedadas em sua parte superior com tela de nylon (0,2 mm de malha), suficiente para evitar a fuga dos insetos. Na parte da gaiola em contato com a folha foi colada uma fina camada de espuma, com espessura de 1mm, para melhor ajuste à folha do abacaxizeiro e promover maior vedação. Esses recipientes foram identificados e fixados com cliques de metal nas folhas dos dois cultivares. Cada planta foi identificada e colocada em câmara climatizada.

Diariamente, as plantas foram observadas em microscópio estereoscópico visando ao acompanhamento do desenvolvimento da cochonilha, o que era realizado sem o manuseio das ninfas e ou gaiolas, pois, sendo transparentes, permitiam a perfeita visualização dos insetos.

Foram avaliados o número, a duração e sobrevivência de cada ínstar, a duração e sobrevivência da fase ninfal, a razão sexual e a longevidade de fêmeas. Não foi avaliada a longevidade dos machos visto que esses não emergem logo após a última ecdise, permanecendo mais alguns dias no interior do casulo até atingirem a maturidade sexual (Ito, 1938; Menezes, 1973). Tentou-se o manuseio do casulo, entretanto, não se obteve sucesso, pois tal procedimento ocasionava a morte dos adultos.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo que para a duração do primeiro e segundo ínstars e período ninfal de *D. brevipes*, os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2x2 (cultivares e sexo), utilizando-se 29 plantas para cada cultivar e 8 cochonilhas por planta. Para os demais parâmetros avaliados na fase jovem não foi considerado o sexo dos insetos. Como a diferenciação sexual é difícil de ser constatada no início do desenvolvimento ninfal, as repetições foram constituídas por indivíduos com sexo não conhecido. Também, devido à mortalidade de ninfas nos primeiros ínstars, obteve-se um número diferenciado de insetos dentro de cada repetição, resultando em um delineamento experimental desbalanceado.

#### **4.4 Análise dos dados**

Para cultivar e sexo, foi realizada a análise de variância e as médias dentro de cada ínstar e do período ninfal foram comparadas pelo teste de Tukey.

Para o cálculo da sobrevivência do primeiro e segundo ínstars e período ninfal não foi feita a separação dos insetos por sexo, pois alguns morreram nos

primeiros dias de cada ínstar não sendo possível a diferenciação sexual, porém foram considerados na análise estatística (teste “t” de Student).

Os dados de longevidade de fêmeas e razão sexual foram analisados pelo teste “t”, sendo que para aqueles de longevidade utilizou-se a transformação  $\sqrt{x+1}$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Número de ínstars

O desenvolvimento ninfal dos machos de *D. brevipes* constou de dois ínstars livres, sendo que no final do segundo, eles constroem um casulo de filamentos cerosos em cujo interior passam para as fases de pré-pupa, pupa e adulta, seguindo-se a emergência após a maturidade sexual. Já as fêmeas apresentaram um desenvolvimento paurometabólico, com três ínstars seguidos da fase adulta. Estas observações assemelham-se àquelas verificadas por Ito (1938), Lim (1973), Menezes (1973) e Colen et al. (2000) para esta mesma espécie de cochonilha.

### 5.2 Duração dos ínstars

Não foram detectadas diferenças significativas para o desenvolvimento das fases imaturas de fêmeas e machos de *D. brevipes* em função do cultivar de abacaxi avaliado (FIGURA 1).

O primeiro ínstar das fêmeas, apresentou durações médias de  $11,3 \pm 0,8$  dias no cv. Pérola e  $12,7 \pm 0,6$  dias no cv. Cayenne, valores superiores ao encontrado por Menezes (1973) (7,4 dias) e próximos àquele obtido por Lim (1973) (10 dias), não sendo relatados pelos autores os grupos a que pertencem os

cultivares de abacaxi utilizados. Para os machos, este ínstar teve uma duração média de  $12,2 \pm 0,6$  dias no cv. Pérola e  $11,3 \pm 0,6$  dias no cv. Cayenne, resultados superiores aos obtidos por Menezes (1973) e Lim (1973), que constataram 7,2 e 9,9 dias, respectivamente.

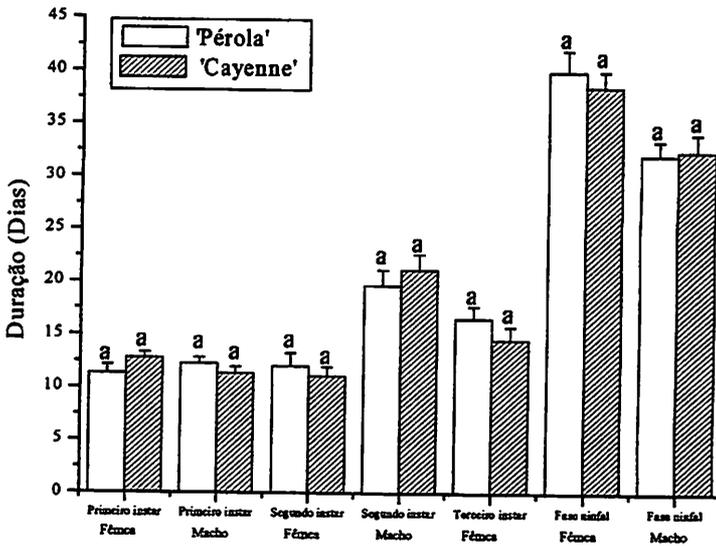


FIGURA 1. Duração dos instares e da fase ninfal de fêmeas e machos de *Dymicoccus brevipes* em dois cultivares de abacaxi, Pérola e Cayenne.

Verificou-se uma grande semelhança entre machos e fêmeas desse ínstar e, independentemente do cultivar, os valores encontrados para ambos os sexos foram bem próximos.

No segundo ínstar as fêmeas apresentaram uma duração média de  $12,0 \pm 1,2$  dias no cv. Pérola e de  $11,0 \pm 0,9$  dias no cv. Cayenne, valores próximos aos

encontrados por Colen et al. (2000) (12,4 dias para esse cultivar). Menezes (1973) obteve para esse ínstar uma duração de 10,6 dias.

A duração média do segundo ínstar do macho foi de  $19,6 \pm 1,5$  dias no cv. Pérola e de  $21,1 \pm 1,5$  dias no cv Cayenne, valores semelhantes aos obtidos por Colen et al. (2000) que constataram uma duração de 21,5 dias no cv. Cayenne, próximos daqueles encontrados por Menezes (1973) (19,4 dias) e superiores aos obtidos por Lim (1973) (12,0 dias).

Neste ínstar, os machos apresentaram um período de desenvolvimento maior do que as fêmeas, independentemente do substrato alimentar em que se criaram. Entretanto, cabe ressaltar que na duração do segundo ínstar do macho foi incluído todo o período de desenvolvimento ocorrido no interior do casulo.

Para o terceiro ínstar das fêmeas obteve-se em média, no cv. Pérola, uma duração de  $16,5 \pm 1,2$  dias e  $14,5 \pm 1,3$  dias no cv. Cayenne. Esses resultados aproximaram-se daqueles obtidos por Colen et al. (2000) (12,7 dias), para *D. brevipes* criada no cv. Cayenne, porém diferiram daqueles observados por Menezes (1973) (39,9 dias).

### **5.3 Período ninfal**

Não foi verificada diferença significativa no período ninfal de fêmeas e machos em função do cultivar (FIGURA 1). O valor médio ( $39,9 \pm 2,1$  dias) encontrado para fêmeas criadas no cv. Pérola não diferiu daquele encontrado no cv. Cayenne ( $38,5 \pm 1,5$  dias). Para os machos, constatou-se no cv. Pérola uma duração média de  $32,0 \pm 1,4$  dias e  $32,4 \pm 1,7$  dias no cv. Cayenne. Colen et al. (2000) verificaram valores próximos a esses, sendo 39,4 dias para fêmeas e 33,1 dias para machos, quando estes se alimentaram de plantas do cv. Cayenne. Entretanto foram superiores àqueles obtidos por Lim (1973) (23,5 dias para fêmeas e 24,0 dias para machos) e por Menezes (1973) (25,1 dias para machos

de *D. brevipes*). Já para as fêmeas, esse último autor verificou uma duração de 58 dias.

Houve influência do sexo na duração da fase ninfal de *D. brevipes*, constatando-se, em média, 39,2 dias para as fêmeas e 32,2 dias para os machos. Comparando-se a duração do período ninfal de fêmeas e machos em ambos os cultivares, observou-se que o macho emerge antes da fêmea. Apesar de o curto período de vida dos machos adultos, a sobreposição de gerações assegura o encontro dos sexos na natureza.

#### **5.4 Sobrevivência**

Não houve diferença na sobrevivência dos ínstars e da fase ninfal da cochonilha em função do cultivar de abacaxi (FIGURA 2). A sobrevivência nos dois primeiros ínstars em ambos os substratos alimentares foi próxima, sendo constatado um ligeiro aumento no terceiro instar da fêmea. Tal fato foi também registrado por Colen et al. (2000).

Em ambos os cultivares a sobrevivência da fase ninfal de *D. brevipes* foi relativamente baixa (FIGURA 2), porém, superior à obtida por Colen et al. (2000), os quais atribuíram o baixo valor encontrado à metodologia empregada.

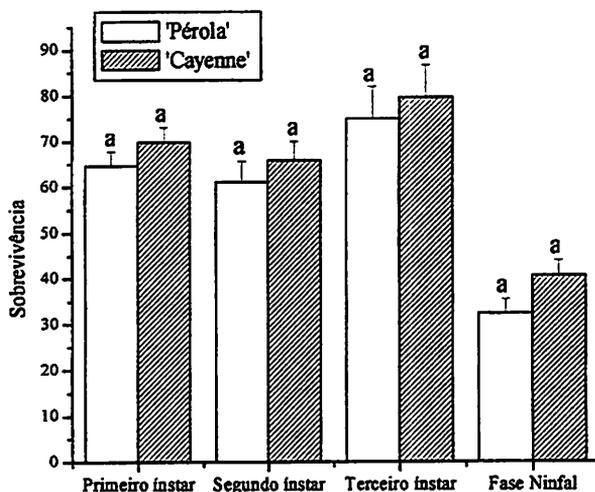


FIGURA 2. Porcentagem de sobrevivência dos instares e da fase ninfal de *Dysmicoccus brevipes*, mantidas em dois cultivares de abacaxi, Pérola e Cayenne.

### 5.5 Razão sexual

O substrato alimentar não afetou a razão sexual de *D. brevipes*, sendo constatada a emergência de 29 fêmeas e 46 machos no cv. Pérola e 32 fêmeas e 66 machos no Cayenne. Diferentemente, Ito (1938) obteve variação na razão sexual desta espécie de cochonilha quando houve mudança de hospedeiro e ambiente.

Os valores encontrados para a razão sexual (0,39 e 0,33 para os cvs. Pérola e Cayenne, respectivamente) estão próximos aos obtidos por Colen et al. (2000) os quais constataram uma razão sexual de 0,39. Porém, diferiram daqueles encontrados por Lim (1973) e Menezes (1973), que obtiveram 0,50 e 0,65, respectivamente.

### 5.6 Longevidade de fêmeas

Não foi verificada diferença significativa na longevidade de fêmeas em função do substrato alimentar (FIGURA 3), sendo que no cv. Pérola o valor médio ( $20,3 \pm 2,9$  dias) não diferiu daquele encontrado no cv. Cayenne ( $26,1 \pm 2,5$  dias), resultado semelhante ao encontrado por Colen et al. (2000) para essa espécie mantida nesse cultivar (26,6 dias). Lim (1973) obteve 28,1 dias para longevidade de fêmeas à temperatura de  $29 \pm 3$  °C .

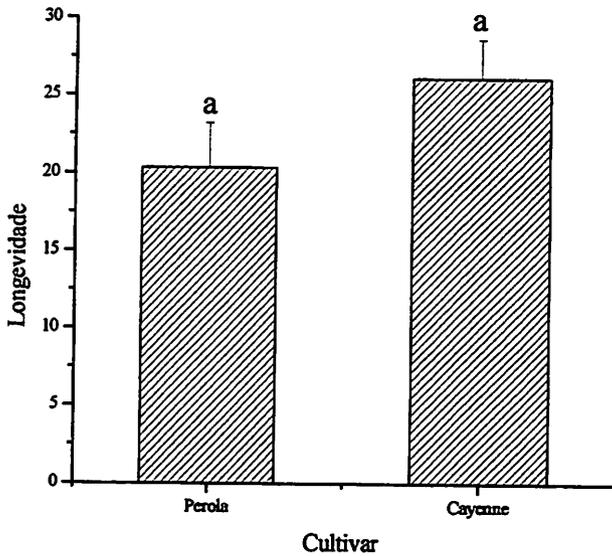


FIGURA 3. Longevidade de fêmeas de *Dysmicoccus brevipes* em dois cultivares de abacaxi, Pérola e Cayenne.

Considerando-se que o desenvolvimento de *D. brevipes* no cv. Pérola foi similar ao do cv. Cayenne, e sendo esse mais susceptível à murcha veiculada pela cochonilha (Giacomelli & Py, 1981), acredita-se que a maior severidade observada nesse cultivar possa ser atribuída a uma maior susceptibilidade ao patógeno. Muito provavelmente, há um mecanismo de tolerância das plantas do

cv. Pérola à doença, uma vez que o inseto vetor desenvolve-se igualmente nos dois cultivares.

Como não foram constatadas diferenças no desenvolvimento de *D. brevipès* entre os cvs. Pérola e Cayenne sugere-se a realização de outros estudos, associando-se a biologia dessa cochonilha em cultivares silvestres nos quais há maior probabilidade de encontrar resistência a este inseto.

## 6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de *D. brevipès* foi similar nos cvs. Pérola e Cayenne evidenciando um mesmo efeito dessas plantas sobre a biologia dessa cochonilha.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRAL, J. R. S. Caracterização e avaliação de cultivares de abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 130, p. 14-16, out. 1985.
- COLEN, K. G. F.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; MORAES, J. C.; REIS, P. R. Efeitos de diferentes temperaturas sobre a biologia da cochonilha pulverulenta *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 248-252, ago. 2000.
- GIACOMELLI, E. J.; PY, C. **O Abacaxi no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101 p.
- GUNASHINGHE, U. B.; GERMAN, T. L. Further characterization of a virus associated with mealybug-wilt of pineapple. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 77, n. 12, p. 1776, Dec. 1987.
- GUNASHINGHE, U. B.; GERMAN, T. L. Purification and partial characterization of a virus from pineapple. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 79, n. 12, p. 1337- 1341, Dec. 1989.
- HAMBLETON, E. J. Notas sobre Pseudococcinae de importância econômica no Brasil com a descrição de quatro espécies novas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 6, n. 13, p. 105-120, 1935.
- ITO, K. Studies on the life history of the pineapple mealybug, *Pseudococcus brevipes*, (Ckll). **Journal of Economic Entomology**, Honolulu, v. 31, n.2, p. 291-298, Apr. 1938.
- LIM, W. H. Studies on the bisexual race of *Dysmicoccus brevipes* (Ckll), its bionomics and economic importance. **Malaysian Agricultural Journal**, Kuala Lumpur, v. 49, n. 2, p. 254-267, 1973.
- MENEZES, E. B. **Bioecologia e controle da cochonilha farinhosa do abacaxi *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) Ferris, 1950 (Homoptera: Pseudococcidae)**. 1973. 77 p. Dissertação - (Mestrado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **L'ananas as culture: ses produits.** Paris: G. P. Maisonneuve et Larouse, 1984. 562 p.

SANCHES, N. F. Índices de infestação da cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae) em abacaxizeiro sob regime de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador, **Resumos...** Salvador: EMBRAPA/CNPMPF, 1997, p. 220.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CHALFOUN, S. M. Pragas e doenças que afetam o abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 40-47, 1998.

### CAPÍTULO 3

SANTA – CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Caracterização dos padrões do comportamento alimentar de cochonilhas (Pseudococcidae) obtidos mediante a técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG).** 2003. p. 41-62. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

#### 1 RESUMO

O comportamento alimentar de insetos sugadores tem sido estudado mediante o monitoramento eletrônico. Neste trabalho, foram caracterizados algumas ondas e padrões obtidos durante a inserção dos estiletos (prova) das cochonilhas nos tecidos da planta, por meio da técnica “Electrical Penetration Graphs, (EPG)”. Como modelo, foi utilizada a cochonilha *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de café *Coffea arabica* L. cv. Acaia e *Coffea canephora* Pierre & Froenher cv. Apoatã. Os padrões registrados corresponderam à inserção dos estiletos pelos espaços intercelulares ('C'), penetração nas células ('pd'), padrão 'O' a nível extracelular, padrões 'V<sub>1</sub>' e 'V<sub>2</sub>' a nível intracelular, padrão 'N' e outros ainda não descritos. A atividade biológica de cada um deles é ainda desconhecida para as cochonilhas, porém foram constatadas semelhanças com aquelas obtidas para os pulgões. Foi verificada uma forte analogia no comportamento alimentar entre cochonilhas e pulgões. As penetrações dos estiletos nas células tiveram uma duração média de 20 segundos. As cochonilhas demoraram em média 9 horas para atingirem o padrão 'V', porém apenas 28% destas mostraram este padrão durante um registro de 16 horas nos cultivares de café.

---

\* Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

## CHAPTER 3

SANTA – CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Characterization of waveforms and patterns obtained in the mealybug probing behavior (Pseudococcidae) by using the Electrical Penetration Graphs technique.** 2003. p. 41-62. Thesis (Doctoral in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

### 2 ABSTRACT

The Electrical Penetration Graphs Technique enables to visualize waveforms and patterns inside the tissue produced by sucking insects. The waveforms and patterns were analyzed in the mealybug *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) on coffee plants *Coffea arabica* L. cv. Acaiá and *Coffea canephora* Pierre & Froenher cv. Apatã. The patterns were characterized and denominated as stylet pathway ('C'), cell punctures ('pd'), patterns 'O', 'V1', 'V2', 'N'. Their biological activities is still unknown but they presented similarities with those obtained in aphids. The similarities of probing behaviour of mealybug and aphids are discussed. The mean period of cell punctures was 20 seconds, much more prolonged than in aphids. The mean time to reach the pattern 'V' was 9 hours in the mealybugs, however only 28% reached this pattern during 16 hours recording in the tested cultivars.

---

\* Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

### 3 INTRODUÇÃO

Muitos insetos sugadores se alimentam no floema sendo a sua busca, encontro e aceitação de vital importância, para a sua sobrevivência e reprodução. A penetração dos estiletos ou prova parece ser o evento mais importante para a seleção de plantas hospedeiras por insetos sugadores (Tjallingii & Hogen Esch, 1993).

Muitas questões que envolvem as atividades alimentares de insetos sugadores podem ser esclarecidas mediante a técnica “Electrical Penetration Graphs” (EPG), que foi introduzida por McLean & Kinsey (1964) e modificada por Tjallingii (1978). Esta técnica permite registrar o comportamento alimentar desses insetos pela visualização de ondas e padrões que correspondem à localização dos estiletos dentro do tecido vegetal e às atividades biológicas que ocorrem durante a realização de uma prova.

A técnica de EPG consiste em incorporar o inseto dentro de um circuito elétrico, onde as flutuações de resistência (R) associadas à corrente elétrica produzidas pelas atividades do inseto geram modificações de voltagem as quais são amplificadas e registradas em um aparelho monitor. Outras alterações de voltagem têm sua origem em forças eletromotrizes (emf) produzidas na planta e/ou inseto. Os padrões são reconhecidos através da análise da frequência, da amplitude, do nível de voltagem e da origem elétrica, e são característicos de algumas atividades biológicas do inseto e da localização dos estiletos durante a penetração na planta (Tjallingii, 1978, 2000).

A presença de barreiras físicas e aleloquímicos e sua influência na aceitabilidade da planta pelos insetos sugadores são fatores ainda não completamente explicados (Rahbé et al., 2000). No entanto, várias correlações foram obtidas visando explicar a resistência e susceptibilidade das plantas a esses organismos. Essas correlações têm-se referido em sua maioria a pulgões, com poucos estudos com mosca-branca (Janssen et al.,

1989; Lei et al., 1996), cigarrinhas (Kimmins, 1989). Em cochonilhas, o comportamento e padrões de alimentação foram estudados originalmente na cochonilha da mandioca *Phenacoccus* sp. por Calatayud et al. (1994; 2001) e Polanía et al. (1999).

Estudos histológicos sobre a penetração dos estiletes das cochonilhas foram apresentados por Silva & Mexia (1999), os quais constataram penetrações exclusivamente intercelulares, seguidas de breves puncturas nas células. Os autores também indicaram o floema como o local preferido para alimentação. A presença de quimio e mecano-receptores no labium das cochonilhas foi assinalada como importante na seleção do hospedeiro mediante o contato com a superfície foliar (Le Rü et al., 1995).

O estudo de o comportamento alimentar dos afídeos tem constatado a ocorrência de três fases distintas durante o período de prova. Foram definidas como fase de caminhamento dos estiletes, com breves e pequenas puncturas intracelulares, fase no xilema e fase no floema, sendo esta última constituída por dois períodos, os quais estão correlacionados com a secreção de saliva dentro dos tubos crivados e com a ingestão de seiva (Prado & Tjallingii, 1994).

As cochonilhas apresentam comportamento alimentar semelhante aos pulgões, porém, os padrões de alimentação obtidos mediante a técnica de EPG podem diferir entre estes insetos, assim como outras atividades podem estar envolvidas dentro de cada um dos padrões. Os trabalhos realizados com as cochonilhas são em número reduzido e os padrões não têm sido estudados com detalhe nestes insetos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar alguns padrões referentes às cochonilhas, mediante a técnica de EPG, tendo como modelo *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de café.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Criação de manutenção da cochonilha *P. minor*

Fêmeas adultas da cochonilha foram coletados em cafeeiros situados no município de Castelo, estado do Espírito Santo e infestados em brotações de tubérculos de batata inglesa, acondicionados em recipientes plásticos com capacidade de 500 mL, recobertos com PVC laminado e perfurados com alfinete para promover a aeração. Essa criação foi mantida em câmara climatizada, ajustada a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase, no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras/UFLA.

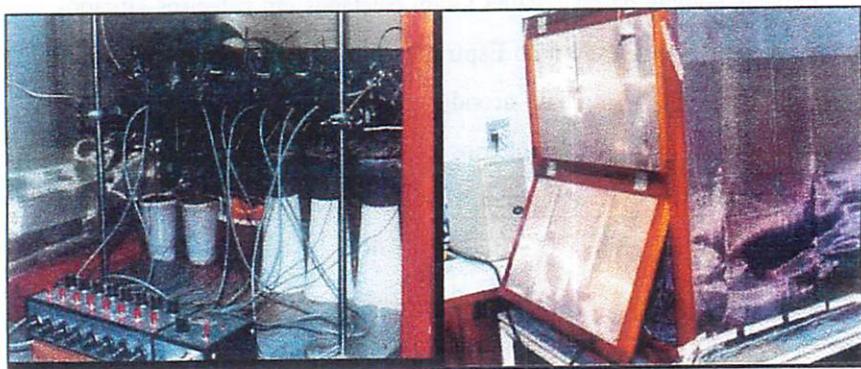
### 4.2 Cultivares de café

Os cultivares de café utilizados foram *Coffea arabica* L. cv. Acaia e *Coffea canephora* Pierre & Froenher cv. Apoatã, cultivados em vasos com capacidade para 0,5 litro, utilizando como substrato de plantio, esterco bovino e adubo na dosagem recomendada na região. Estas plantas foram produzidas no viveiro do Núcleo de Estudos em Cafeicultura – NECAF, localizado no Campus da Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras – MG, sendo utilizadas no experimento ao completarem seis meses de idade.

### 4.3 Comportamento alimentar de *P. minor*

O estudo foi conduzido no Laboratório de EPG, do Departamento de Entomologia da UFLA, Lavras - MG, utilizando o equipamento modelo GIGA-8 (8 canais de registro) de corrente direta - DC cuja descrição detalhada foi realizada por Tjallingii (1978; 1990) (FIGURA 1A). O sinal analógico foi convertido a sinal digital mediante uma placa DAS-800 (Keithley Metrabyte Corporation). O processamento da técnica de EPG é realizado no interior de uma "Gaiola de Faraday". Esta consiste de armação

de madeira (110 x 110 x 90 cm) recoberta por uma tela metálica, isolando, desta forma, o ruído elétrico do ambiente (FIGURA 1B).



A B  
FIGURA 1. A – Aparelho de EPG – DC, 8 canais; B – “Gaiola de Faraday”.

Fêmeas adultas, com até 15 dias de idade, de *P. minor* foram retiradas da criação de manutenção e deixadas sem alimentação por um período de uma hora, quando foram preparadas para o estudo do EPG. A substância cerosa do dorso foi eliminada delicadamente com um pincel e água e em seguida foi fixado um fino fio de ouro de 2 cm de comprimento e 20  $\mu\text{m}$  de espessura com tintura de prata.

Os insetos foram conectados a um amplificador de sinais e, posteriormente, colocados sobre as folhas dos cultivares de café estudados. Outros eletrodos foram conectados ao substrato dos vasos que continham as plantas. Dessa maneira, quando a cochonilha inseria seus estiletos, fechava-se o circuito e os sinais eram visualizados. O comportamento alimentar de *P. minor* foi gravado e registrado durante 16 horas, em um programa de computador Stylet 3.0. Foram analisados 25 registros de cada cultivar referentes aos padrões de alimentação de *P. minor*.

As características utilizadas para o reconhecimento das ondas e padrões obtidos foram: amplitude (mínima e máxima), frequência (porcentagem de repetição dos picos ou ondas por segundo, expressa em Hertz), nível de voltagem (extra ou intracelular) e origem elétrica (flutuação da resistência – R ou força eletromotriz - emf). As ondas foram estudadas utilizando a função de “Auto Power Spectrum”, APS, que indica a contribuição de cada frequência em um padrão determinado. Para visualizar a flutuação de resistência e da força eletromotriz, realizou-se em alguns casos, uma mudança do nível positivo a negativo da onda requerida. Quando a direção da onda permaneceu igual ao mudar o sinal do registro, concluiu-se que o componente principal é emf. Por outro lado, quando houve uma mudança na direção da onda ao sinal oposto (negativo) constatou-se ser flutuação da resistência – R (Tjallingii, 1978).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Ondas primárias de EPG

As ondas e as correlações de padrões obtidas no comportamento alimentar de *P. minor* mostraram semelhanças àquelas de outros insetos sugadores já estudados, principalmente com os pulgões. Porém, é suposto que, no caso das cochonilhas, outras atividades biológicas estejam envolvidas dentro de cada padrão. Assim, foram nomeados os padrões com diferentes siglas daquelas conhecidas para outros insetos, mantendo-se a denominação dos padrões de outros insetos somente quando estes foram análogos ou apresentaram uma característica da onda, como o 'pd', o qual representa uma queda de potencial.

As caracterizações das ondas referentes às cochonilhas foram as seguintes:

'A': início da inserção do estilete. Em geral, esta onda é de grande amplitude e de breve duração (segundos). Nível positivo ou extracelular.

'B': salivação (saliva geleificada) que ocorre durante a penetração dos estiletos ou prova. Menos evidente do que em pulgões. Nível positivo ou extracelular.

'C': processo de penetração dos estiletos com grande diversidade de padrões (FIGURA 2). O padrão obtido sugere que o caminho percorrido pelos estiletos é exclusivamente intercelular (ou extracelular) com breves puncturas nas células, semelhante aos já descritos para a cochonilha *P. manihoti* (Calatayud et al., 1994) e àquele obtido para os pulgões (Tjallingii, 1988).

'pd': queda de potencial durante o padrão 'C' (FIGURAS 2 e 3). Representa a inserção dos estiletos dentro de uma célula viva, detectando o potencial negativo existente dentro do citosol (Calatayud et al., 1994, 2001). Existem vários eventos ou subpadrões dentro dos pds que podem representar atividades no momento de inserir os estiletos dentro da célula, os quais

apresentam uma grande semelhança com aqueles dos pulgões e possivelmente representam as mesmas atividades (Martin et al., 1997). A duração média verificada foi de 20 segundos, valor superior ao encontrado em pulgões (Tjallingii, 1978).

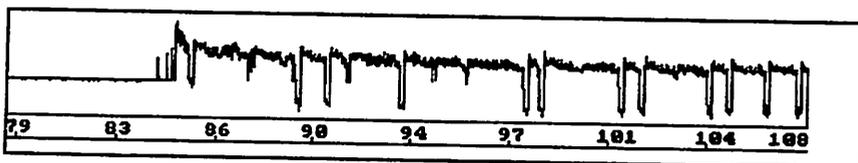


FIGURA 2. Padrão geral de uma prova de *Planococcus minor* em plantas de café, mostrando penetrações em células ('pd', queda de potencial), durante o período de 1 hora.

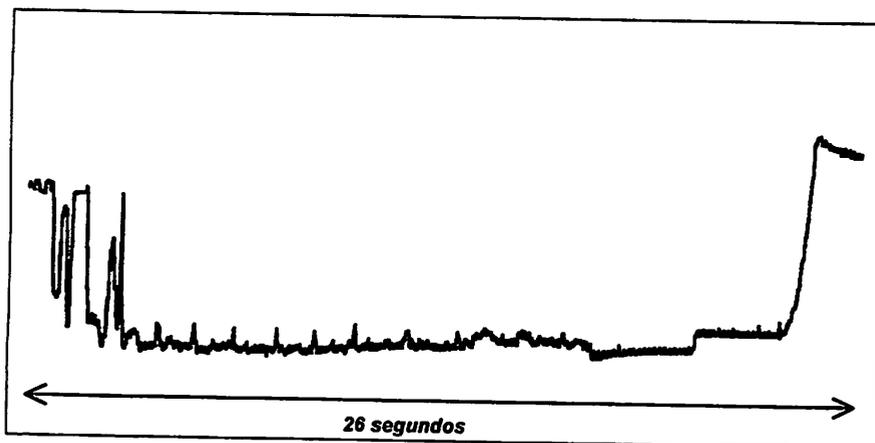


FIGURA 3. Detalhe de uma penetração dos estiletos de *Planococcus minor* na célula (pd, queda de potencial) em plantas de café.

'N': padrão com picos de alta frequência (11-17 Hz), com dois níveis de registros cuja oscilação tem uma frequência de 2,6 Hz, sendo um mais negativo e outro mais positivo (FIGURA 4). Em pulgões é obtida uma onda similar dentro do padrão 'F' que está associada a dificuldades mecânicas durante a penetração dos estiletos na planta (Tjallingii, 1988). Este padrão

foi pouco freqüente em cochonilhas ocorrendo somente em 4,2% dos registros. As ondas localizaram-se em um nível positivo ou extracelular (FIGURAS 4, 5 e 6).

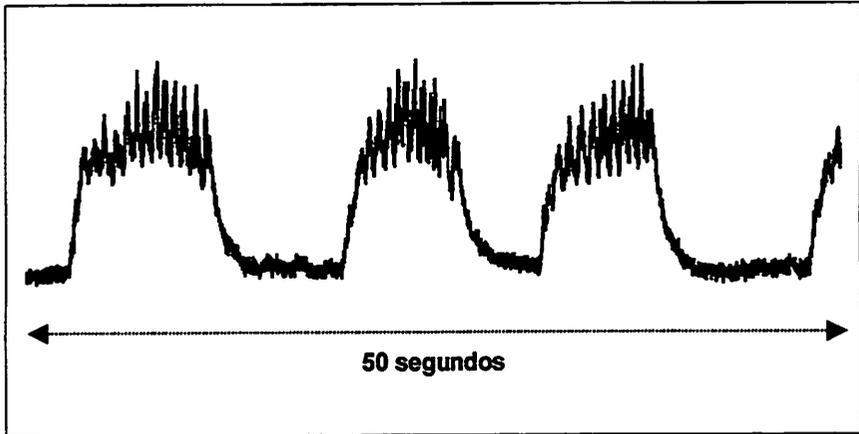


FIGURA 4. Alternância a dois níveis dentro do padrão 'N', para a cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café.

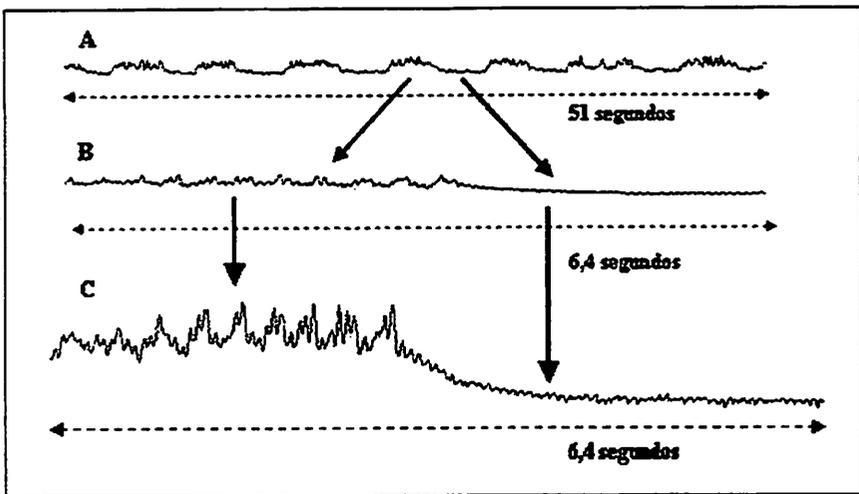


FIGURA 5. Registro da onda denominada 'N' com dois níveis de registro (extracelular) para a cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café. A. Vista geral; B. Detalhe dos subpadrões; C. Amplificação dos subpadrões.

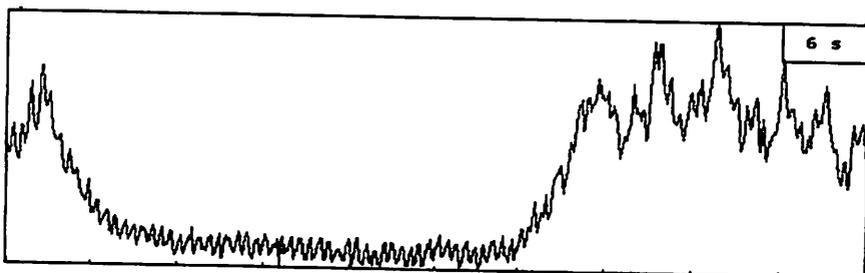


FIGURA 6. Frequências de 2,6 Hz (oscilações entre níveis altos e baixos) e de 17 Hz detectadas na onda denominada 'N' em *Planococcus minor* em plantas de café.

'O': onda típica com frequência aproximada de 3 Hz (FIGURA 7) e de alta amplitude. Através da função "Auto Power Spectrum", APS, constatou-se que esta é a frequência principal (FIGURA 8). O registro exclusivo do componente emf (FIGURA 9) e a mudança do ajuste de positivo a negativo (FIGURA 10) demonstraram que o principal componente desta onda foi o emf (força eletromotriz) já que manteve a mesma direção positiva. O registro deste padrão se localiza em um nível positivo ou extracelular. Existem variações deste padrão típico (FIGURA 11) que são freqüentes e que ocorrem alternadamente sem um começo ou fim aparente. Em consequência, estas foram mantidas dentro do mesmo padrão 'O' sem utilizar uma nova sigla, mesmo que outras atividades estejam envolvidas nestas variações e que futuramente poderão ser descritas como subpadrões.

Nos registros, o padrão 'O' teve uma duração média de aproximadamente 11 horas e 89,4% das cochonilhas avaliadas mostraram este padrão. Frequentemente, encontraram-se registros com períodos de 14 horas ou mais com este padrão. Apesar da falta de evidências diretas na localização do estilete no tecido, o mais provável é que nesta onda, este se encontre no xilema. Sua frequência e característica levam a relacioná-lo com o padrão 'G' obtido em pulgões e que representa a ingestão no xilema (Tjallingii, 1988). Por essas características e pelo fato destes insetos

pertencerem ao mesmo grupo taxonômico, acredita-se que também represente ingestão no xilema, porém é preciso determinar esta associação com experimentos adicionais.

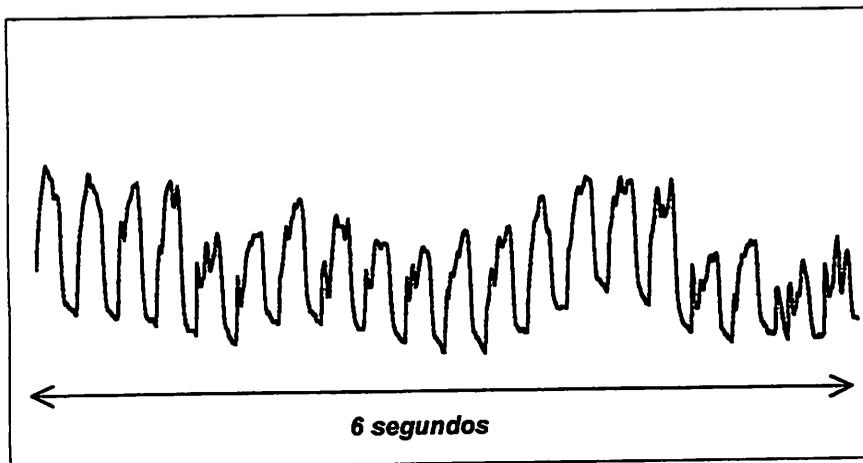


FIGURA 7. Padrão denominado 'O' registrado em *Planococcus minor* em plantas de café.

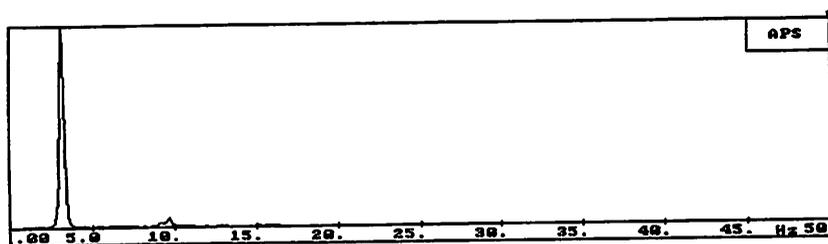


FIGURA 8. "Auto Power Spectrum" (APS) do padrão 'O' típico verificado em *Planococcus minor* em plantas de café.

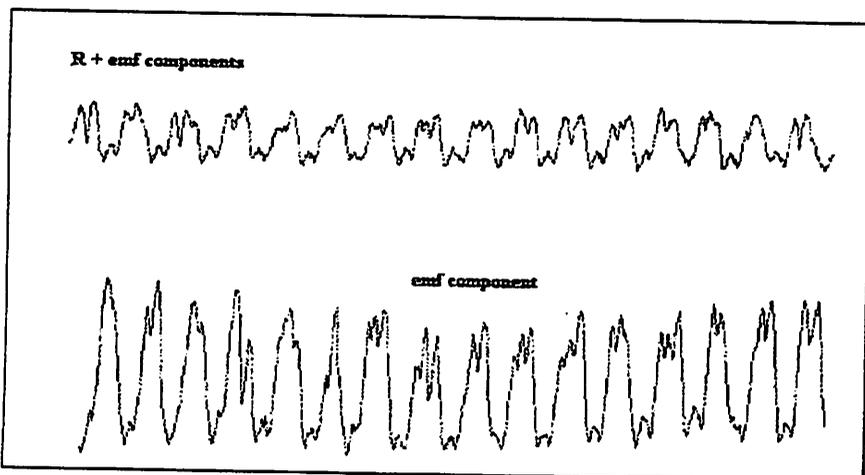


FIGURA 9. Ondas obtidas durante o registro normal do EPG com componentes R (resistência) e emf (força eletromotriz) e com registro somente do componente emf referentes à cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café.

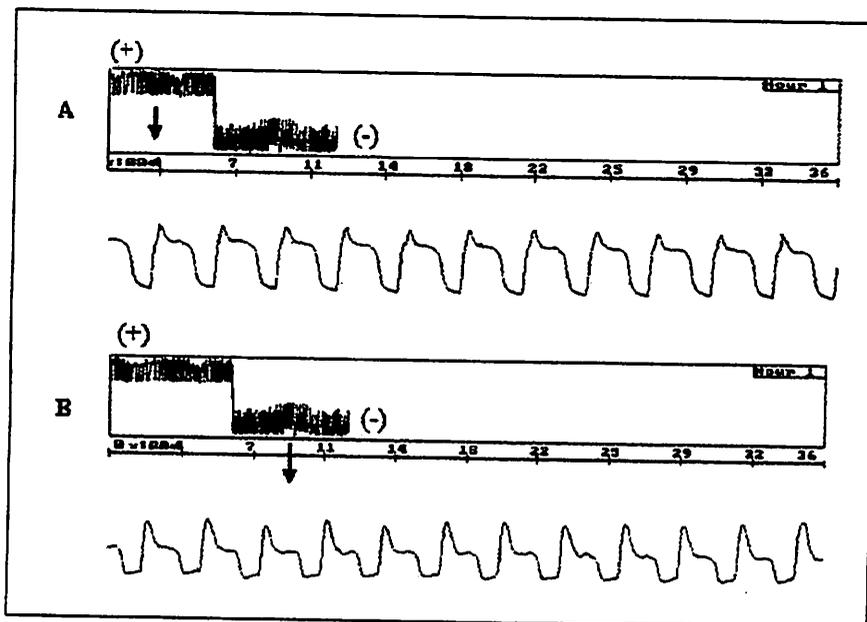


FIGURA 10. EPG da cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café, durante o padrão 'O', com ajuste positivo (+) (acima) e negativo (-) (abaixo). A onda permanece com direção positiva, indicando que o maior componente é emf (força eletromotriz). A e B: a flecha indica o lugar do detalhe mostrado na parte inferior.

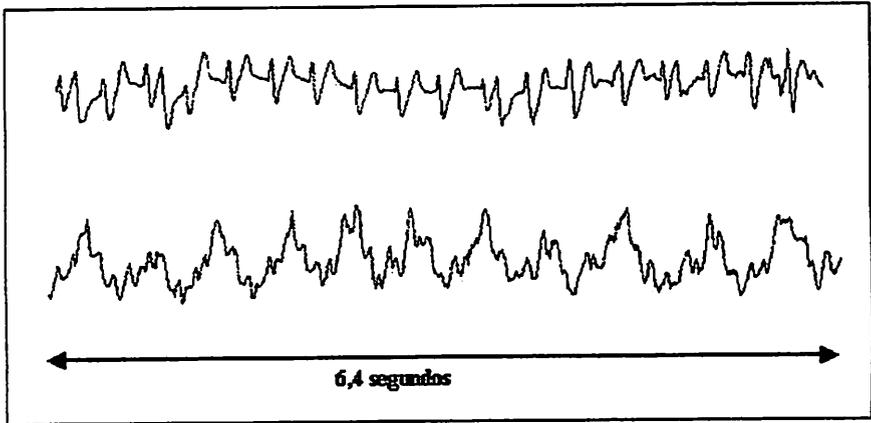


FIGURA 11. Duas variações do padrão 'O' referentes à cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café.

'V': padrão representado por uma longa queda de potencial (FIGURA 12), sendo distinguidos dois sub-padrões, 'V<sub>1</sub>' e 'V<sub>2</sub>'. Denominado padrão 'E', para a cochonilha da mandioca, por Calatayud et al. (1994) os quais encontraram secreção de honeydew durante este padrão, indicando a posição dentro do floema. No presente experimento, durante as 16 horas de registro, não foi visualizada a secreção de "honeydew" nesse padrão, porém estimou-se que os estiletes se encontrassem dentro dos tubos crivados visto que as ondas foram semelhantes àquelas obtidas nos pulgões. Em 16 horas de registro somente 28% das cochonilhas mostraram este padrão (FIGURA 13).

'V<sub>1</sub>': primeiro padrão obtido logo após uma longa queda de potencial (Figura 12). Em alguns registros os picos positivos são muito claros, porém em outros são mais difíceis de visualizar (FIGURA 14a). É constituído por picos em direção positiva e ondas. A análise dos picos indica que a frequência principal se encontra próxima de 2 Hz, e uma segunda frequência perto dos 3,5 Hz que corresponde as ondas (FIGURA 15). O nível negativo do registro indica um padrão ou posição dos estiletes intracelular. Sua semelhança com o padrão 'E<sub>1</sub>' dos pulgões sugere salivação dentro do

floema (Prado & Tjallingii, 1994) embora seu padrão não seja tão pronunciado como aquele para os pulgões e sua duração seja, em geral, de uns poucos segundos.

'V<sub>2</sub>': seguindo o padrão 'V<sub>1</sub>' existe uma transição para o padrão 'V<sub>2</sub>'. As ondas com picos são pouco evidentes em comparação com aquelas dos pulgões, porém às vezes são nítidas (FIGURA 14b). Parece existir vários tipos de ondas ou variações dentro deste padrão. Registro ao nível negativo ou intracelular. A análise dos picos indica que a frequência principal se encontra próxima de 3,3 Hz, e uma segunda frequência perto dos 6 Hz que corresponde as ondas (FIGURA 16). Calatayud et al. (1994, 2001) denominam este padrão como 'E<sub>2</sub>', com os sub-padrões 'E<sub>2.1</sub>', (frequência entre 1 e 3 Hz com origem emf) e 'E<sub>2.2</sub>' (origem de resistência). A comparação com os pulgões também sugere uma atividade relacionada com ingestão de seiva (Prado & Tjallingii, 1994).

As cochonilhas têm sido descritas como insetos que se alimentam no floema e os resultados obtidos no presente trabalho vêm reafirmar esta condição, entretanto, convém ressaltar os longos períodos (horas) que os adultos permanecem no xilema, fato curioso uma vez que seu conteúdo é pobre em nutrientes e constituído principalmente por água e sais minerais (Terra, 1991).

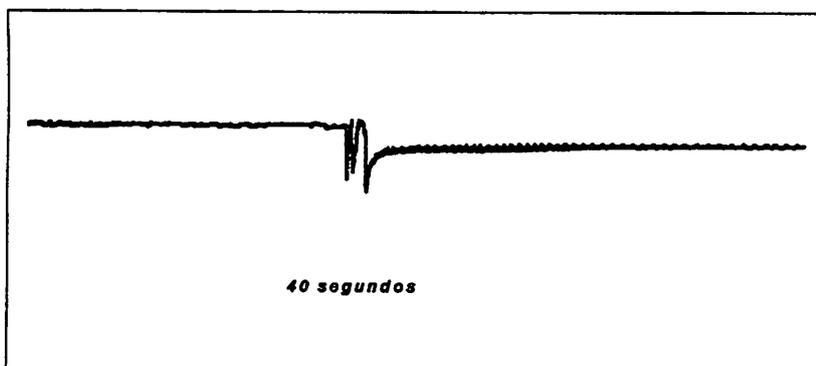


FIGURA 12. Queda de potencial e manutenção da onda ao nível negativo e intracelular visualizado em *Planococcus minor* em plantas de café.

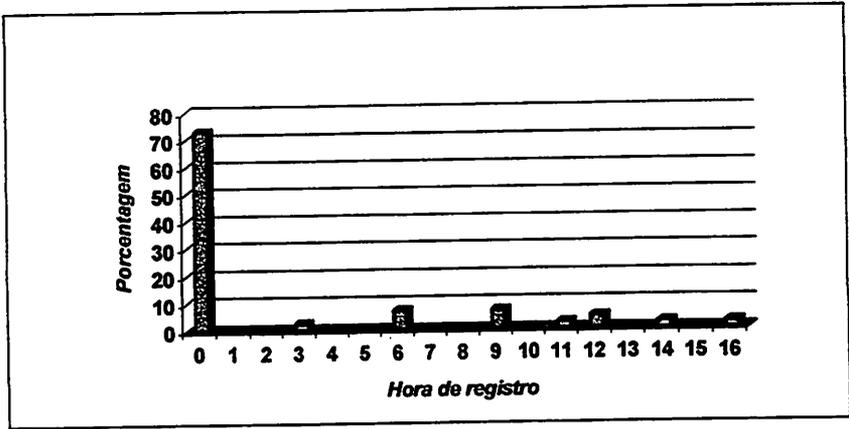


FIGURA 13. Porcentagem de cochonilhas, *Planococcus minor*, que atingiram o padrão 'V' em plantas de café, no período de 16 horas. Obs: Zero (0) significa que não atingiram o floema.

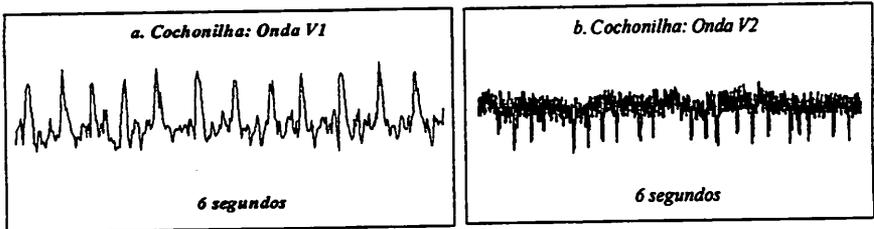


FIGURA 14. Ondas 'V<sub>1</sub>' e 'V<sub>2</sub>' obtidas após uma longa queda de potencial visualizadas para a cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café.

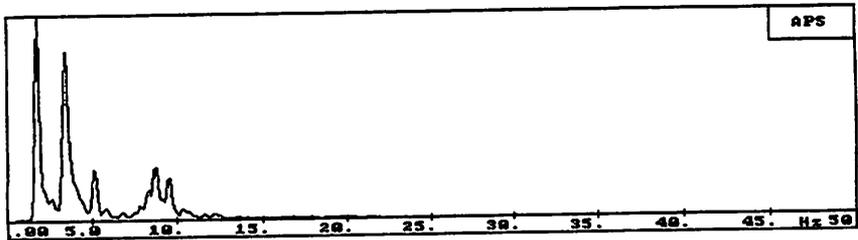


FIGURA 15. "Auto Power Spectrum" do padrão 'V<sub>1</sub>'. Frequências principais localizadas em 2 e 3,5 Hz (picos e ondas) referentes à cochonilha *Planococcus minor* em plantas de café.

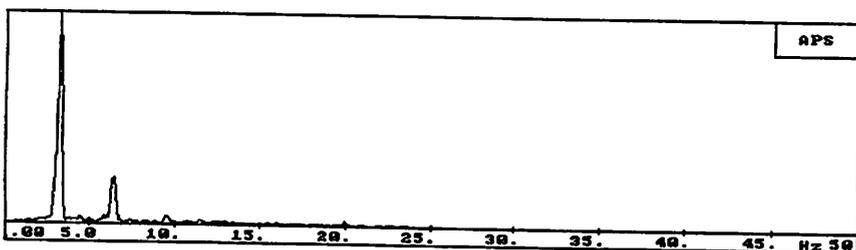


FIGURA 16. “Auto Power Spectrum” do padrão ‘V<sub>2</sub>’. Frequências principais localizadas em 3,3 e 6 Hz (picos e ondas) visualizadas em *Planococcus minor* em plantas de café.

‘H’: Este padrão foi obtido e descrito por Calatayud et al. (2001) para a cochonilha da mandioca em situação de estresse, sendo constatados dois subpadrões (‘H<sub>1</sub>’ e ‘H<sub>2</sub>’) com picos e ondas. Os picos têm uma origem eletromotriz (emf), as ondas uma mistura de emf e resistência (R) e ocorrem em um nível extracelular. Neste trabalho não se obteve padrões como esses.

Outras ondas foram encontradas, porém não foram descritas com sigla enquanto não apresentarem regularidade e determinadas suas correlações com alguns eventos biológicos durante a penetração dos estiletes. Também existem variações nas ondas ou subpadrões dentro de vários padrões que deverão ser estudados posteriormente.

## 5.2 Relações entre as ondas e padrões com as atividades biológicas

Os padrões obtidos para a cochonilha *P. minor* mediante a técnica de EPG, mostraram fortes similitudes com aqueles descritos para os pulgões. Porém, não é garantido que os padrões e ondas correspondam exatamente às mesmas atividades biológicas, entretanto, a ocorrência de diferenças radicais entre esses não é esperada. Algumas delas foram mantidas como análogas já que refletem as mesmas atividades.

As ondas 'A' e 'B' são idênticas às definidas para pulgões e ocorrem no começo da penetração dos estiletes. Ambas foram mantidas com a mesma denominação (Tjallingii, 1988).

'C' representa caminhar dos estiletes no tecido onde ocorrem muitas atividades não definidas, entre elas as quedas de potencial ou 'pd' que indicam inserção dos estiletes dentro de células. Manteve-se a denominação 'C' por representar uma ampla gama de ondas diferentes em ambos os grupos de insetos, e ainda não definidas totalmente (Tjallingii, 1988).

O padrão 'N' tem semelhança com aquele definido para pulgões como 'F' e que representa aparentemente dificuldades na penetração dos estiletes. Dentro deste padrão existem variações em ambos os grupos de insetos (Tjallingii, 1988).

A onda definida em cochonilhas como 'O' mostra às vezes uma grande semelhança, tanto em amplitude como em frequência, com a onda 'G' obtida em pulgões, e que representa ingestão no xilema (Spiller et al, 1990), porém mostra muitas variações e alternâncias. Esta semelhança e o fato de registrar-se em um nível extracelular sugere que os estiletes se encontram no xilema e ocorre uma ingestão ativa. Experimentos realizando cortes dos estiletes durante este padrão, cortes do tecido para estudos microscópicos, e análise de "honeydew", poderão futuramente confirmar esta analogia. Nos registros apresentados neste trabalho, utilizando fêmeas adultas de cochonilhas, com até 15 dias de idade, obteve-se a onda 'O' durante horas, porém nenhuma gota de "honeydew" foi excretada.

O padrão 'V', com suas divisões 'V<sub>1</sub>' e 'V<sub>2</sub>', mostra analogia com aquele definido para pulgões como fase de alimentação no floema ('E', 'E<sub>1</sub>' e 'E<sub>2</sub>') (Prado & Tjallingii 1994). Ambas se encontram a nível intracelular. A realização de corte de estiletes e estudos microscópicos de tecido ajudarão também a confirmar esta associação.

## 6 CONCLUSÕES

Ondas e padrões obtidos em cochonilhas foram descritos e nomeados como 'A', 'B', 'C', 'pd', 'N', 'O', 'V<sub>1</sub>' e 'V<sub>2</sub>'.

Os padrões obtidos em cochonilhas foram similares àqueles registrados em pulgões, sugerindo fortes analogias no comportamento alimentar dos dois grupos de insetos.

A prova foi exclusivamente intercelular com breves puncturas em células ao longo do caminhar dos estiletos.

As penetrações em células apresentaram uma duração média de 20 segundos, sendo mais longas que aquelas observadas para os pulgões.

O padrão 'O' predominou nos registros, com ocorrência em 89,4% das cochonilhas e duração média de aproximadamente 11 horas. Constataram-se semelhanças ao padrão 'G' dos pulgões, o qual indica ingestão no xilema.

A maioria das cochonilhas não atingiu o padrão 'V' no período de 16 horas de exposição às plantas de café. Aquelas que atingiram o padrão 'V' demoraram em média 9 horas para o início da alimentação.

Em registros de 16 horas não se observou secreção de "honeydew".

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALATAYUD, P. A.; RAHBÉ, Y.; TJALLINGII, W. F.; TERTULIANO, M.; LE RU, B. Electrically recorded feeding behavior of cassava mealybug on host and non-host plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 72, n. 3, p. 219-232, Sept. 1994.

CALATAYUD, P. A.; SELIGMANN, C. D.; POLANIA, M. A.; BELLOTTI, A. C. Influence of parasitism by encyrtidae parasitoids on the feeding behaviour of the cassava mealybug *Phenacoccus herreni*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 98, n. 3, p. 271-278, Mar. 2001.

JANSSEN, J. A. M.; TJALLINGII, W. F.; VAN LENTEREN, J. C. Electrical recording and ultrastructure of stylet penetration by the greenhouse whitefly. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 52, n. 1, p. 69-81, Aug. 1989.

KIMMINS, F. M. Electrical penetration graphs from *Nilaparvata lugens* on resistant and susceptible rice varieties. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 50, n. 1, p. 69-79, Jan. 1989.

LE RŪ, B.; RENARD, S.; ALLO, M. R.; LANNIC, J. LE; ROLLAND, J. P. Ultrastructure of sensory receptors on the labium of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 31-36, Oct. 1995.

LEI, H.; TJALLINGII, W. F.; VAN LENTEREN, J. C.; XU, R. M. Stylet penetration by larvae of the greenhouse whitefly on cucumber. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 77-84, Apr. 1996.

MARTIN, B.; COLLAR, J. L.; TJALLINGII, W. F.; FERERES, A. Intracellular ingestion and salivation by aphids may cause the acquisition and inoculation of non-persistently transmitted plant viruses. *Journal of General Virology*, Reading, v. 78, n. 10, p. 2701-2705, Oct. 1997.

MCLEAN, D. L.; KINSEY, M. G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. *Nature*, London, v. 202, n. 4953, p. 1358-1359, Oct. 1964.

- POLANÍA, M. A.; CALATAYUD, P. A.; BELLOTTI, A. C. Comportamiento alimenticio del piojo harinoso *Phenacoccus herreni* (Sternorhyncha: Pseudococcidae) e influencia del déficit hídrico en plantas de yucca sobre su desarrollo. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafé de Bogota, v. 25, n. 1/2, p. 1-9, 1999.
- PRADO, E.; TJALLINGII, W. F. Aphid activities during sieve element punctures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 157-165, Aug. 1994.
- RAHBÉ, Y.; FEBVAY, G.; DELOBEL, B.; BONNOT, G. Amino Acids and Proteins as Cues in Interactions of Aphids (Homoptera: Aphididae) and Plants. In: WALKER, G. P.; BACKHUS, E. A. (Ed.). **Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of homopteran feeding behavior**. Canberra, Australia: Thomas Say Publications in Entomology, 2000. p. 212-236.
- SILVA, E. M. B.; MEXIA, A. Histological studies on the stylet pathway, feeding sites and nature of feeding damage by *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae) in sweet orange. **Entomologica**, Bari, v. 33, p. 351-356, 1999.
- SPILLER, N. J.; KOENDERS, L.; TJALLINGII, W. F. Xylem ingestion by aphids-a strategy to maintaining water balance. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 55, n. 2, p. 101-104, May 1990.
- TERRA, W. R. Digestão do alimento e suas implicações na biologia dos insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 67-99.
- TJALLINGII, W. F. Comparison of AC and DC system for electronic monitoring of stylet penetration activities by homopterans. In: Walker, G. P.; Backhus, E. A. (Ed.) **Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of Homopteran Feeding Behavior**. Canberra, Australia: Thomas Say Publications in Entomology, 2000. p. 41-69.
- TJALLINGII, W. F. Continuous recording of stylet penetration activities by aphids. In: CAMPBELL, R. K.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Aphids-plant genotype interactions**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 89-99.

**TJALLINGII, W. F.** Electrical recording of stylet penetration activities. In: **MINK, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). Aphids, their biology, natural enemies and control.** Amsterdam: Elsevier, 1988. v. 2B, p. 95-107.

**TJALLINGII, W. F.** Electronic recording of penetration behaviour by aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 521-530, 1978.

**TJALLINGII, W. F.; HOGEN ESCH, T. H.** Fine structure of aphid stylet routes in plant tissues in correlation with EPG signals. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 317-328, Sept. 1993.

## CAPÍTULO 4

SANTA – CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Comportamento alimentar da cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em dois cultivares de abacaxi mediante a técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG).** 2003. p. 63-82. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

### 1 RESUMO

As plantas apresentam barreiras ao ataque de insetos sugadores ao nível de diferentes tecidos, dificultando a penetração dos estiletes. Neste trabalho, foi avaliado o comportamento alimentar de *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), em plantas de abacaxi dos cultivares Cayenne e Pérola, produzidas *in vitro*, mediante a técnica “Electrical Penetration Graphs” (EPG), usando um sistema de corrente elétrica contínua (DC) de oito canais, com uma duração de 16 horas de registro. Os padrões obtidos foram preliminarmente associados àqueles descritos para pulgões. O conteúdo de fenóis foi analisado e comparado entre os cultivares. O comportamento alimentar de *D. brevipes* em plantas de abacaxi apresentou diferenças em alguns parâmetros entre os cvs. Cayenne e Pérola, porém estas não foram consideradas de importância. Somente 28 e 21% das cochonilhas atingiram o floema nos cvs. Cayenne e Pérola, respectivamente, e em média demoraram aproximadamente 9 horas. A fase no xilema foi muito extensa em ambos os cultivares e representou aproximadamente 31 e 44% do tempo registrado, nos cvs. Cayenne e Pérola. O conteúdo de fenóis não mostrou diferença entre os cultivares, entretanto, foi significativamente menor em plantas reproduzidas *in vitro* quando comparado com aquelas cultivadas *in vitro* e aclimatadas em casa de vegetação, com aquelas cultivadas em casa de vegetação e com as provenientes do campo. A maneira como a cochonilha pode evitar o contato com as substâncias tóxicas presentes nos tecidos também é discutida.

---

\* Orientadora: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

## CHAPTER 4

SANTA – CECÍLIA, Lenira Viana Costa. **Probing behavior of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) in two pineapple cultivars through Electrical Penetration Graphs.** 2003. p. 63-82. Thesis (Doctoral in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

### 2 ABSTRACT

Plants are provided with defenses at different levels in the tissue to defend themselves from the insect attack. The probing behavior of pineapple mealybug, *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae), was evaluated by the Electrical Penetration Graphs (EPG) technique. Waveforms and patterns were preliminarily associated to those described for aphids. Two cultivars, Cayenne and Pérola were compared. The phenolic compounds from the leaves were also compared between cultivars. Few differences were found between cultivars, and those which showed significant differences were not considered important in the mealybug behavior. Only 28 to 21 % of mealybugs reached the phloem on cv. Cayenne and Pérola, during the 16 hours recording, and they reached the sieve elements in an average of 9 hours. Xylem phase was very prolonged in both cultivars and represent approximately the 31 and 44% of the recording time, on cv. Cayenne and Pérola respectively. The phenolic contents was significantly reduced in plants cultivated *in vitro* and in laboratory, compared with those cultivated *in vitro* and acclimatized, those cultivated in greenhouse and open field. The way as mealybugs could avoid toxic substances in the tissues is also discussed.

---

\* Adviser: Vanda Helena Paes Bueno - UFLA

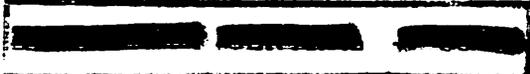
### 3 INTRODUÇÃO

A cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae) constitui-se em um dos principais fatores limitantes ao cultivo, à expansão e à produtividade do abacaxizeiro (Santa-Cecília & Chalfoun, 1998). Além de causar danos diretos pela sucção de seiva, pode afetar as plantas indiretamente pela transmissão de uma doença de origem virótica, conhecida como murcha-do-abacaxizeiro (Gunashinghe & German, 1987, 1989).

O sucesso reprodutivo desses insetos sugadores de seiva depende da sua capacidade em evitar e/ou superar as defesas que a planta apresenta ao nível da cutícula, da epiderme, do mesofilo e do floema. Na superfície das plantas encontram-se ceras, secreções, tricomas etc., os quais podem exercer alguma ação impedindo a fixação da cochonilha. O caminhar do inseto sobre a folha, antes da inserção dos estiletos, permite discriminar as plantas com diferentes níveis de antixenoses (Renard, 1993), sendo observados breves contactos do labium sobre a superfície foliar. Estudos desenvolvidos por Lê Rû et al. (1995) demonstraram que a presença de mecano e quimiorreceptores na extremidade dessa estrutura bucal possibilita a discriminação de hospedeiros.

A análise detalhada dos caminhos percorridos pelos estiletos do inseto através dos tecidos da planta pode ser obtida mediante a técnica de EPG ("Electrical Penetration Graphs"). Introduzida por McLean & Kinsey (1964) e adaptada por Tjallingii (1978), esta técnica permite registrar o comportamento alimentar desses insetos por meio da visualização de ondas e padrões que correspondem à localização dos estiletos dentro do tecido vegetal e às atividades biológicas que ocorrem durante uma prova realizada.

A técnica de EPG tem sido utilizada para comparar o comportamento alimentar de insetos sugadores, principalmente afídeos e moscas-brancas, sendo



em menor número os trabalhos desenvolvidos com tripes e cochonilhas farinhentas (Janssen et al., 1989; Calatayud et al., 1994, Harrewijn et al., 1996). Também permite estudar a resistência de plantas (van Helden & Tjallingii, 1993; Caillaud et al., 1995; Lei et al., 1998) e a transmissão de vírus (Prado & Tjallingii, 1994; Martin et al., 1997; Fereres & Collar, 2001; Tjallingii & Prado, 2001).

Nos tecidos, a planta possui mecanismos bioquímicos de defesa ao patógeno caracterizados pela presença de células com altas concentrações de substâncias tóxicas ou inibidoras, como os fenóis que podem também estar associados a mecanismos de defesa da planta a insetos, alterando seu comportamento alimentar (Pickett et al., 1992; Miles & Oertli, 1993). Calatayud et al. (1994) registraram modificações no comportamento alimentar da cochonilha *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero em função do conteúdo de fenólicos em diferentes cultivares de mandioca.

O conteúdo de fenóis pode variar de acordo com certas condições naturais como presença de patógenos, infestação por insetos, situações de estresse das plantas, radiações etc. (Gonçalves-Gervásio & Santa-Cecília, 1999). Esses fatores favorecem o aumento de concentração de fenóis constituindo-se em barreiras ao ataque de artrópodes fitófagos (Schoonhoven et al., 1998).

Os objetivos desse trabalho foram avaliar o comportamento alimentar de *D. brevipēs* em dois cultivares de abacaxi, Cayenne e Pérola, mediante a técnica de EPG, determinar os teores de fenóis destas plantas e sua variabilidade em folhas de plantas produzidas *in vitro* e mantidas em laboratório, produzidas *in vitro* e aclimatadas, produzidas em casa de vegetação e em campo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Criação de manutenção de *D. brevipès*

Foi instalada uma criação de manutenção da cochonilha em casa de vegetação do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras - MG. Adultos foram obtidos em plantios de abacaxi no município de Piumhi/MG (Região do Alto São Francisco), os quais foram infestados em plantas do cv. Cayenne, com cerca de seis meses de idade e cultivadas em vasos com capacidade para 20 litros.

### 4.2 Cultivares de abacaxi

Os testes preliminares foram realizados em mudas de abacaxi dos cultivares Cayenne e Pérola, plantadas em vasos, porém não se obtiveram sinais no registro de EPG. Optou-se então por plantas desses mesmos cultivares produzidas *in vitro* com aproximadamente quatro folhas, onde se conseguiram sinais conhecidos.

Essas plantas foram obtidas no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras/UFLA e acondicionadas em copos plásticos com capacidade para 50 ml contendo água como substrato, sendo então usadas para o processamento da técnica de EPG.

### 4.3 Comportamento alimentar da cochonilha mediante a técnica de EPG

O estudo da penetração dos estiletos da cochonilha foi realizado no Laboratório de EPG, do Departamento de Entomologia da UFLA, utilizando um aparelho de EPG de sistema de corrente elétrica contínua (DC) de oito canais (Tjallingii, 1978; 1990). O sinal analógico foi convertido a sinal digital mediante

uma placa DAS-800 (Keithley Metrabyte Corporation). Os registros foram realizados e analisados através do programa Stylet 3.0.

Fêmeas adultas, com até 15 dias de idade, foram retiradas das plantas da criação de manutenção e deixadas sem alimentação por um período de uma hora, quando foram preparadas para o estudo do EPG. A substância cerosa do dorso foi eliminada delicadamente com um pincel e água. Um eletrodo com um fino fio de ouro de 2 cm de comprimento e 20  $\mu\text{m}$  de diâmetro foi fixado no dorso através de uma gota de tinta de prata. Em seguida, os insetos foram conectados a um amplificador de sinais e, posteriormente, colocados sobre a folha dos dois cultivares de abacaxi, acondicionados no interior de uma “Gaiola de Faraday”. Esta consiste de uma armação de madeira (110 x 110 x 90 cm) recoberta por uma tela metálica, isolando desta forma, o ruído elétrico do ambiente. Outro eletrodo foi conectado ao copo com água que continha as plantas (FIGURA 1). Dessa maneira, quando a cochonilha inseria seus estiletes, fechava-se o circuito e os sinais eram visualizados. A duração dos registros foi de 16 horas, conforme testes preliminares que mostraram a fase de alimentação no floema durante esse período.

Os padrões obtidos foram classificados segundo aqueles conhecidos para os pulgões e os descritos por Calatayud et al. (1994) para as cochonilhas. Os eventos considerados importantes foram os períodos de não-prova, prova, fase de penetração dos estiletes, fase no xilema, fase no floema e número de células penetradas pelos estiletes. Aproximadamente 62 parâmetros associados aos eventos foram estudados, porém considerou-se somente aqueles com maior importância para os objetivos do trabalho.

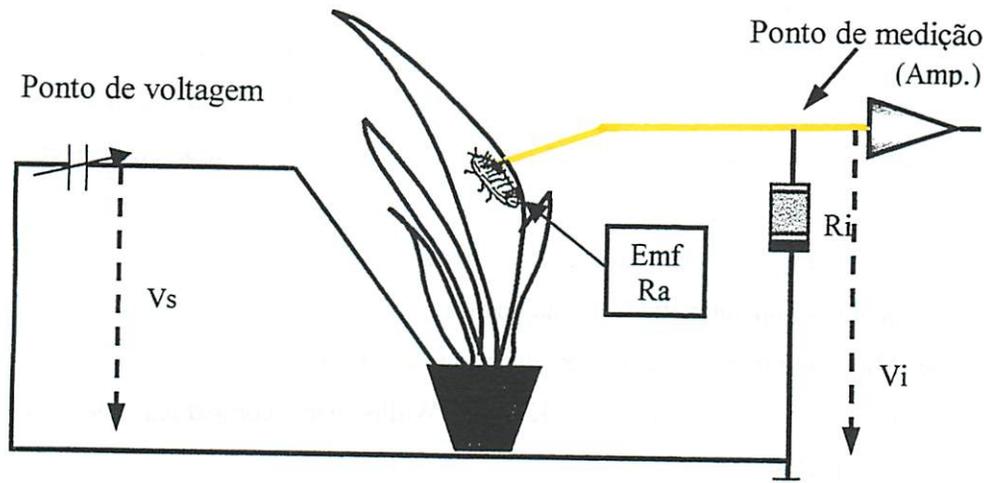


FIGURA 1. Circuito de EPG (Adaptado de Tjallingii, 1988).

#### 4.4 Análise de fenóis

A análise do conteúdo de fenóis das plantas de abacaxi utilizadas nos testes de EPG foi realizada no Laboratório de Análises de Produtos Vegetais da EPAMIG - CTSM em Lavras-MG. Os fenóis foram extraídos pelo método de Goldstein & Swain (1963) e determinados pelo método de Folin Denis, AOAC (Association of Official Analytical Chemist, 1970). As amostras constituíram de aproximadamente 1 g de material foliar seco e moído.

Analisou-se também o conteúdo de fenóis das folhas de plantas de abacaxi produzidas *in vitro* e mantidas em laboratório, produzidas *in vitro* e aclimatadas em casa de vegetação, produzidas em casa de vegetação e em campo. Foram tomadas cinco amostras de quatro folhas de cada cultivar, seguindo-se os procedimentos descritos anteriormente.

#### **4.5 Análise dos dados**

A capacidade do aparelho de EPG permitiu realizar oito registros diários, utilizando-se uma cochonilha/planta, as quais foram substituídas a cada avaliação, totalizando em 25 e 24 registros ou repetições para os cvs. Cayenne e Pérola, respectivamente.

Como os dados não seguiram uma distribuição normal, os parâmetros avaliados foram submetidos a uma análise não paramétrica, utilizando-se o Teste de Mann-Whitney. Análise semelhante também foi adotada para o teor de fenóis, utilizando o Teste de Kruskal Wallis para comparação de médias (Conover, 1980).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Comportamento alimentar de *D. brevipennis* utilizando a técnica de EPG

Por meio da técnica de EPG e tomando-se como analogia e referência os padrões conhecidos para pulgões e os descritos por Calatayud et al. (1994) para a cochonilha da mandioca *P. manihoti*, por Polania et al. (1999) para a cochonilha farinhenta *Phenacoccus herreni* Cox & Williams e por Santa-Cecília et al. (2001) para a cochonilha do cafeeiro *Planococcus minor* (Maskell), se distinguiram basicamente cinco tipos de padrões. Cada um caracteriza uma atividade ou localização dos estiletos e podem ser descritos como: 'np' (não há inserção dos estiletos na planta), 'C' (processo de prova ou inserção dos estiletos nos tecidos, sem considerar as fases no xilema ou no floema), 'pd' (queda de potencial durante o padrão 'C' e representa uma punctura dos estiletos nas células, principalmente aquelas da epiderme e mesofilo, embora alguns deles poderiam ser breves inserções dentro do floema), 'O' (indica provavelmente fase no xilema) e 'V' (provavelmente posição dos estiletos dentro do floema). Esse último padrão é constituído por duas fases: 'V<sub>1</sub>' considerado neste trabalho como salivagem dentro do floema e 'V<sub>2</sub>' estimado como ingestão de seiva do floema. Esses padrões mostram similaridades com 'E<sub>1</sub>' e 'E<sub>2</sub>' constatado para os pulgões (Prado & Tjallingii, 1994). Em cochonilhas, às vezes é possível visualizar ambos os padrões, mas sua caracterização não está totalmente elucidada. O padrão 'N', que parece corresponder ao descrito em pulgões como 'F', e está associado a dificuldades mecânicas durante a penetração dos estiletos na planta (Tjallingii, 1988) não foi obtido neste experimento.

O número de provas (4,6 e 4,5) assim como a duração dos períodos de não-prova (3,1 e 4,1 horas), foram similares nos cvs. Cayenne e Pérola, respectivamente (TABELA 1, parâmetros 1 e 2).

Foram encontradas diferenças no tempo para o início das provas (TABELA 1, parâmetro 3). No cv. Cayenne, a cochonilha demorou em média 1,1 hora para iniciar a prova, enquanto no cv. Pérola a penetração dos estiletes ocorreu em 1,8 hora. Porém, a técnica de EPG não é a mais indicada para detectar as diferenças de comportamento entre plantas ao nível de cutícula devido à restrição de movimento causada pelo fio de ouro colado no dorso do inseto, embora este fator tenha atuado da mesma maneira em ambos cultivares. A influência das características da superfície foliar sobre outros insetos sugadores como os pulgões e moscas-brancas é ainda discutida (Klingauf, 1971; Dillwith & Berberet, 1990; Powell et al., 1999), desconhecendo-se estudos referentes às cochonilhas.

Considera-se que a maioria dos Sternorrhyncha possui quimiosensores nas extremidades de seus estiletes, com exceção dos pulgões, e contam também com receptores precibariiais (Backus, 1988). No caso dos Pseudococcidae, existem evidências da presença de mecano e quimiorreceptores no ápice do lábio (Le Rü et al., 1995) eventualmente responsável pela seleção de hospedeiro ao nível da superfície foliar.

Constataram-se diferenças na duração do período de penetração dos estiletes dentro dos tecidos da planta (padrão 'C'), que correspondeu a 7,5 horas no cv. Cayenne e 4,8 horas no cv. Pérola (TABELA 1, parâmetro 4). O menor período de inserção dos estiletes no cv. Pérola foi compensado com uma maior permanência no xilema que durou em média 7 horas, enquanto que no cv. Cayenne atingiu 5,3 horas (TABELA 1, parâmetro 5). Apesar de não ter significância, a diferença numérica de quase 2 horas no xilema explica em parte o resultado encontrado. Ainda não se sabe qual a razão da duração relativamente prolongada do período no xilema, quando seu conteúdo é composto principalmente de água e sais minerais que pouco contribuem para a nutrição da cochonilha visto ser um inseto que se alimenta principalmente da seiva do

floema (Calatayud et al., 1994; Polanía et al., 1999). Ao considerar a permanência dos estiletos em tecidos não floemáticos (fase de penetração dos estiletos mais fase no xilema, TABELA 1, parâmetro 6) não se encontrou diferença. Com esses resultados, não se pode inferir que a penetração dos estiletos seja mais fácil no cv. Pérola que no cv. Cayenne, apesar da diferença encontrada no parâmetro 4.

Foram verificadas diferenças no número de penetrações nas células (pds) em função do substrato alimentar, sendo que no cv. Cayenne foi encontrada uma média de 8,8 pds/hora e 6,4 pds/hora no cv. Pérola (TABELA 1, parâmetro 7). Esta diferença de quase dois pds/hora não parece importante no comportamento alimentar de *D. brevipes*, embora seja desconhecida sua importância na transmissão de vírus não-persistentes. Segundo Prado (1997), o nível de significância nem sempre está relacionado com os fatos biológicos, devido à intrínseca variabilidade encontrada em estudos de comportamento, devendo ser avaliado com cuidado.

Somente um número limitado de cochonilhas mostrou a fase no floema nas 16 horas de registro, sendo 28% (7 insetos dos 25 avaliados) e 21% (5 insetos dos 24 avaliados) para os cultivares Cayenne e Pérola, respectivamente (TABELA 1, parâmetro 8). Aquelas que apresentaram a fase no floema permaneceram por aproximadamente 20 minutos nos crivos, não existindo diferenças entre os cultivares (TABELA 1, parâmetro 9). O tempo para atingir o floema pela primeira vez é um indicativo de fatores adversos que influenciam a penetração dos estiletos ao nível de tecidos localizados antes do sistema vascular. As cochonilhas não mostraram diferenças no tempo para atingir a fase no floema entre os cultivares, quando registrado desde o começo da primeira prova (TABELA 1, parâmetro 10) ou desde o começo da prova que atingiu a fase no floema (TABELA 1, parâmetro 11).

TABELA 1. Parâmetros (média  $\pm$  erro padrão) do comportamento alimentar da cochonilha *Dysmicoccus brevipies* em dois cultivares de abacaxi, através da técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG).

Parâmetros	Unidade	Cayenne (n = 25)	Pérola (n = 24)	Teste Mann Whitney Valor p
1. Provas	nº	4,6 $\pm$ 0,7	4,5 $\pm$ 0,8	0,999
2. Período de não-prova	h	3,1 $\pm$ 0,5	4,1 $\pm$ 0,6	0,183
3. Tempo para a primeira prova	h	1,1 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 0,5	<b>0,040</b>
4. Fase de penetração dos estiletes	h	7,5 $\pm$ 0,7	4,8 $\pm$ 0,5	<b>0,004</b>
5. Fase no xilema	h	5,3 $\pm$ 0,8	7,0 $\pm$ 0,9	0,136
6. Duração da penetração dos estiletes mais a fase no xilema	h	12,8 $\pm$ 0,5	11,8 $\pm$ 0,6	0,234
7. Penetrações em células	nº/hora	8,8 $\pm$ 0,7	6,4 $\pm$ 0,7	<b>0,027</b>
8. Cochonilhas no floema	%	28,0	21,0	-
9. Fase no floema	min.	21,8 $\pm$ 6,3	20,2 $\pm$ 14,1	0,515
10. Tempo para atingir o floema desde a primeira prova	h	7,7 $\pm$ 1,2	7,0 $\pm$ 1,6	0,626
11. Tempo para atingir a fase no floema desde o começo da prova que atingiu essa fase	h	4,5 $\pm$ 1,1	1,9 $\pm$ 1,2	0,074
12. Hora na qual o inseto atingiu o floema	hora	8,5	8,9	-

Considerando desde o momento que as cochonilhas foram colocadas sobre as folhas, estas demoraram aproximadamente 9 horas para apresentar a fase no floema (TABELA 1, parâmetro 12). Esse resultado sugere que não há diferença entre cultivares ao nível de floema, que afete o comportamento de *D. brevipes*. Resultados obtidos com a cochonilha da mandioca *P. herreni* mostraram que 50% dos insetos atingiram o floema em 8 horas de registro (Polanía et al., 1999), porcentagem superior à registrada neste trabalho.

O número relativamente reduzido de cochonilhas que mostraram a fase no floema e o curto tempo que aí permaneceram indicaram que as fêmeas adultas se alimentam pouco, o que poderia diferir do comportamento de ninfas onde a necessidade de nutrientes é normalmente alta. As reservas dos adultos seriam suficientes para manter a oviposição e o longo período de ingestão no xilema ajudaria na hidratação das fêmeas.

## **5.2 Associação do conteúdo de fenóis ao comportamento alimentar de *D. brevipes***

O conteúdo de fenóis das plantas *in vitro* não mostrou diferenças entre os cultivares (TABELA 2), o que poderia explicar em parte as pequenas diferenças no comportamento alimentar das cochonilhas. Entretanto, outros aspectos devem ser mencionados a respeito do efeito dos fenóis no comportamento alimentar desses insetos. Estes compostos estão localizados principalmente no interior do vacúolo com sua toxicidade reduzida ao formar compostos como glucósidos ou amidas (Matile, 1984). Também estão presentes na parede celular e sua influência sobre outros insetos sugadores como pulgões é ainda discutida (Rahbé et al., 1997) como também seu efeito como repelente alimentício (Leszczynski et al., 1985). Sendo a penetração dos estiletos da cochonilha aparentemente através do espaço intercelular, com breves penetrações nas células (em média 20 segundos), o inseto evitaria desta forma o

contato com estas substâncias tóxicas armazenadas no vacúolo. A ação destes compostos através de sua presença na parede celular é um aspecto a ser elucidado.

TABELA 2. Conteúdo (média  $\pm$  erro padrão) de fenóis (mg/100g) em plantas de abacaxi após a alimentação de *Dysmicoccus brevipes* e o processamento da técnica de “Electrical Penetration Graphs” (EPG).

Cultivar*	n	Plantas in vitro
Cayenne	25	0,421 $\pm$ 0,03 a
Pérola	24	0,451 $\pm$ 0,02 a

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Mann-Whitney ( $P \leq 0,05$ ).

A presença ou concentração de fenóis no espaço intercelular é desconhecida, mas existem indicações da presença de ácidos fenólicos e flavonóides tanto no fluido extracelular como no floema (Calatayud et al., 1994). A ingestão de fluidos extracelulares pela cochonilha também não é conhecida e se esta existe, pode ser reduzida. Desta forma, se desconhece como estes compostos poderiam influenciar o comportamento alimentar desses insetos. Por outro lado, também não se conhece a concentração desses compostos no floema e no xilema, locais onde as cochonilhas ingerem as seivas elaborada e bruta, respectivamente.

Constatou-se uma menor concentração de fenóis em plantas reproduzidas *in vitro* em laboratório nos dois cultivares em relação àquelas *in vitro* e aclimatadas em casa de vegetação, de casa de vegetação e do campo (FIGURA 2). Esses resultados vêm reafirmar que os níveis de fenóis podem ser alterados em função das condições de desenvolvimento das plantas, assim como

pela presença da cochonilha, consistindo em um fator de resistência ligado à composição química das plantas. O conteúdo médio de fenóis em plantas reproduzidas *in vitro* e sem a cochonilha (0,16 mg/100 g) foi inferior ao encontrado na presença da praga (0,44 mg/100 g).

Estudos de o comportamento alimentar da cochonilha em plantas cultivadas em diferentes condições proporcionarão novos conhecimentos sobre a influência dos compostos fenólicos.

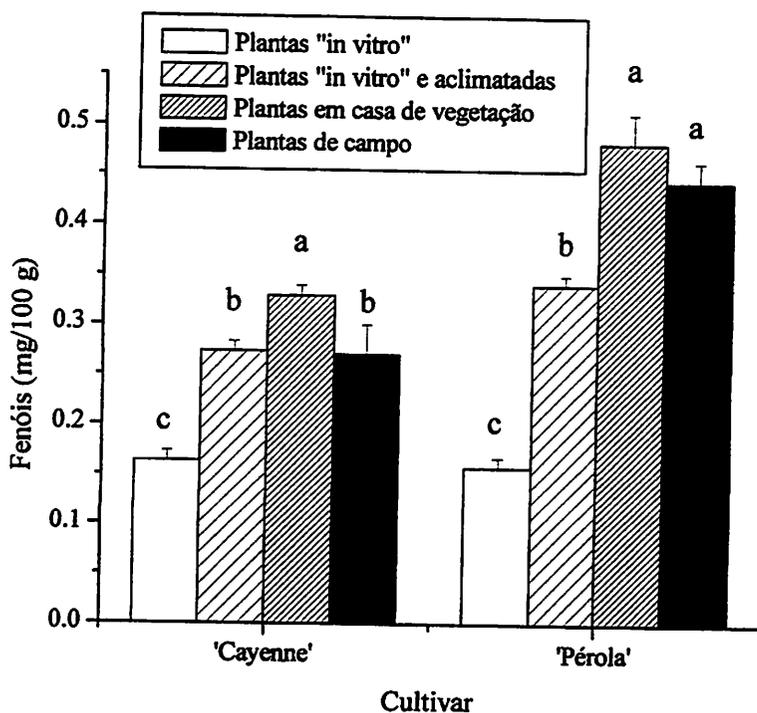


FIGURA 2. Conteúdo de fenóis (mg/100g) em folhas de abacaxizeiro, Cayenne e Pérola, cultivado em diferentes condições de desenvolvimento, sem a infestação da cochonilha *D. brevipes*.

## 6 CONCLUSÕES

O comportamento alimentar de *D. brevipēs* em plantas de abacaxi produzidas *in vitro* apresentou diferenças em alguns parâmetros entre os cultivares Cayenne e Pérola quando estudado mediante a técnica de EPG. Constataram-se diferenças no tempo para iniciar a primeira prova, na fase de penetração dos estiletos e no número de inserções em células.

O conteúdo de fenóis das plantas produzidas *in vitro* e infestadas pela cochonilha não apresentou diferenças entre os cultivares Cayenne e Pérola.

O teor de fenóis das folhas de abacaxizeiro dos cvs. Cayenne e Pérola variou de acordo com as condições ambientais de desenvolvimento das plantas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist**. 11. ed. Washington, 1970. p. 1015.
- BACKUS, E. A. Sensory systems and behaviors which mediated hemipteran plant-feeding: a taxonomic overview. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v.34, n. 3, p. 151-165, 1988.
- CAILLAUD, C. M.; PIERRE, J. S.; CHAUBET, B.; PIETRO, J. P. di. Analysis of wheat resistance to the cereal aphid *Sitobion avenae* using electrical penetration graphs and flow charts combined with correspondence analysis. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 75, n. 1, p. 9-18, Apr. 1995.
- CALATAYUD, P. A.; RAHBÉ, Y.; TJALLINGII, W. F.; TERTULIANO, M.; LE RÛ, B. Electrically recorded feeding behaviour of cassava mealybug on host and non-host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 72, n. 3, p. 219-232, Sept. 1994.
- CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. New York: Wiley, 1980. 493 p.
- DILL WITH, J. W.; BERBERET, R. C. Lipids at the aphid-plant interface. In: CAMPBELL, R. K.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Aphid plant genotype interactions**. Amsterdam: Elsevier, 1990. p. 207-223.
- FERERES, A.; COLLAR, J. L. Analysis of noncirculative ("Virus") transmission by electrical penetration graphs. In: HARRIS, K. F.; SMITH, O. P.; DUFFUS, J. E. (Ed.). **Virus-insect-plant interactions**. San Diego: Academic Press, 2001. p. 87-109.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C. R.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C. Teores foliares de compostos fenólicos em abacaxizeiro em função da murcha, da cultivar e do ciclo da planta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 232-234, ago. 1999.
- GUNASHINGHE, U. B.; GERMAN, T. L. Further characterization of a virus associated with mealybug-wilt of pineapple. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 77, n. 12, p. 1776, Dec. 1987.

GUNASHINGHE, U. B.; GERMAN, T. L. Purification and partial characterization of a virus from pineapple. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 79, n. 12, p.1337-1341, Dec. 1989.

HARREWIJN, P.; TJALLINGII, W. F.; MOLLEMA, C. Electrical recording of plant penetration by western flower thrips. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 79, n. 3, p. 345-353, June 1996.

HELDEN, M. van.; TJALLINGII, W. F. Tissue localisation of lettuce resistance to the aphid *Nasonovia ribisnigri* using electrical penetration graphs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 68, n. 3, p. 269-278, Sept. 1993.

JANSSEN, J. A. M.; TJALLINGII, W. F.; LENTEREN, J.C. van. Electrical recording and ultrastructure of stylet penetration by the greenhouse whitefly. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 52, n. 1, p. 69-81, Aug. 1989.

KLINGAUF, F. Einfluss einiger Wachskomponenten von *Vicia faba* L. auf das Wirtswahlverhalten von *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, v. 78, p. 641-648, 1971.

LE RÜ, B.; RENARD, S.; ALLO, M-R.; LANNIC, J. LE.; ROLLAND, J. P. Ultrastructure of sensory receptors on the labium of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 31-36, Oct. 1995.

LEI, H.; TJALLINGII, W. F.; J. C. van LENTEREN. Probing and feeding characteristics of greenhouse whitefly in association with host-plant acceptance and whitefly strains. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 88, n. 1, p. 73-80, July 1998.

LESZCZYNSKI, B.; WARCHOL, J.; NIRAZ, S. The influence of phenolics compounds on the preference of winter wheat cultivars by cereals aphids. **Insect Science and its Application**, Nairobi, Kenya, v. 6, n. 2, p. 157-158, 1985.

MARTIN, B.; COLLAR, J. L.; TJALLINGII, W. F.; FERERES, A. Intracellular ingestion and salivation by aphids may cause the acquisition and inoculation of non-persistently transmitted plant viruses. **Journal of General Virology**, Reading, v. 78, n. 10, p. 2701-2705, Oct. 1997.

- MATILE, P. Das toxische Kompartiment der Pflanzenzelle. *Naturwissenschaften*, Berlin, v. 71, n. 1, p. 18-24, 1984.
- MCLEAN, D. L.; KINSEY, M. G. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. *Nature*, London, v. 202, n. 4953, p. 1358-1359, Oct. 1964.
- MILES, P. W.; OERTLI, J. J. The significance of antioxidants in the aphid-plant interaction: The redox hypothesis. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 67, n. 3, p. 275-283, June 1993.
- PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M.; HARDIE, J. The Chemical Ecology of Aphids. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 37, p. 67-90, 1992.
- POLANIA, M. A.; CALATAYUD, P. A.; BELLOTTI, A. C. Comportamiento alimenticio del piojo harinoso *Phenacoccus herreri* (Sternorrhyncha: Pseudococcidae) e influencia del déficit hídrico en plantas de yuca sobre su desarrollo. *Revista Colombiana de Entomología*, Santafe de Bogota, v. 25, n. 1/2, p. 1-9, 1999.
- POWELL, G.; MANIAR, S. P.; PICKETT, J. A.; HARDIE, J. Aphid responses to non-host epicuticular lipids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 91, n. 1, p. 115-123, Apr. 1999.
- PRADO, E. **Aphid-plant interactions at phloem level, a behavioural study.** 1997. 111 p. Thesis (Ph. D) – Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- PRADO, E.; TJALLINGII, W. F. Aphid activities during sieve element punctures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 157-165, Aug. 1994.
- RAHBÉ, Y.; FEBVAY, G.; DELOBEL, B.; BONNOT, G. Amino acids and proteins as cues in aphid-plant interactions. In: WALKER, G. P.; BACKUS, E. A. (Ed.). **Principles and applications of electronic monitoring and other techniques in the study of Homopteran Feeding behavior.** Canberra, Australia: Thomas Say Publications in Entomology, 1997.

RENARD, S. Sensorial equipment and effect of the host-plant on the fixation behaviour of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Homoptera, Pseudococcidae). **Belgian Journal of Zoology**, Brussels, v. 123, n. 123, p. 61-62, 1993.

SANTA-CECILIA, L. V. C.; CHALFOUN, S. M. Pragas e doenças que afetam o abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 40-47, 1998.

SANTA-CECILIA, L. V. C.; PRADO, E.; BUENO, V. H. P.; GOUSSAIN, M. M. Caracterização dos padrões de comportamento alimentar da cochonilha *Planococcus minor* (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de caféiro mediante a técnica de EPG (Electrical Penetration Graphs). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27, 2001. Uberaba. **Anais...** Uberaba: IBC, 2001, p. 285-287.

SCHOONHOVEN, L. M.; JERMY, T.; VAN LOON, J. J. A. **Insect-plant biology: from physiology to evolution**. New York: Chapman & Hall, 1998. 409 p.

TJALLINGII, W. F. Electronic recording of penetration behaviour by aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 521-530, 1978.

TJALLINGII, W. F. Electrical recording of stylet penetration activities. In: MINK, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1988. v. 2B, p. 95-107.

TJALLINGII, W. F. Continuous recording of stylet penetration activities by aphids. In: CAMPBELL, R. K.; EIKENBARY, R. D. (Ed.). **Aphid-plant genotype interactions**. Amsterdam: Elsevier, 1990, p. 89-99.

TJALLINGII, W. F.; PRADO, E. Analysis of circulative ("Virus") transmission by electrical penetration graphs. In: HARRIS, K. F.; SMITH, O.P.; DUFFUS, J.E. (Ed.). **Virus-insect-plant interactions**. New York: Academic Press, p. 69-85, 2001.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cochonilhas apresentam comportamento alimentar semelhante a outros insetos sugadores como os pulgões, onde os padrões de alimentação têm sido estudados detalhadamente. Considerando-se as semelhanças dos padrões ou ondas encontradas nas cochonilhas com aquelas obtidas para os pulgões, associou-as diretamente com as relações registradas para eles (fases no floema e no xilema), porém, essas correlações deverão ser estritamente demonstradas para as cochonilhas. Para demonstrar o significado de cada padrão, devem ser realizados outros testes e técnicas específicas. No caso dos pulgões, esses padrões foram estudados durante muitos anos, sendo cada padrão, objeto de estudos específicos. Contudo, considera-se improvável uma diferença radical nos significados de cada padrão e baseando-se nesta consideração, analisou-se os dados obtidos para as cochonilhas, os quais são apresentados no capítulo 4 desta tese.

Os padrões de alimentação das cochonilhas registrados, mediante a técnica de EPG, corresponderam à inserção dos estiletos pelos espaços intercelulares (C), penetração nas células (pd), padrão 'N', padrão 'O' a nível extracelular, padrões 'V<sub>1</sub>' e 'V<sub>2</sub>' a nível intracelular e outros ainda não descritos. A atividade biológica de cada um deles é ainda desconhecida para as cochonilhas, porém foram constatadas semelhanças com aquelas obtidas para os pulgões.

Pode-se constatar que não há diferenças entre os cvs. Pérola e Cayenne quanto ao desenvolvimento da cochonilha *D. brevipennis*. Embora a literatura relate uma maior susceptibilidade do cv. Cayenne à murcha transmitida pela cochonilha, supõe-se que o grau de susceptibilidade esteja relacionado à interação planta-doença, porém não deve ser descartada que uma resistência ao

vetor interrompa a infecção da doença. Desta forma, recomenda-se a procura de cultivares resistentes ao vetor, especialmente em espécies silvestres.

Os resultados obtidos nesse trabalho representam uma contribuição para o aumento do conhecimento básico da interação cochonilha-planta visando à elaboração de métodos complementares para o controle desta praga.