

# MELHORAMENTO GENÉTICO VEGETAL

## CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE FOLHAS DE CAFEEIROS RESISTENTES E SUSCETÍVEIS AO BICHO-MINEIRO<sup>(1)</sup>

DANIEL ALVES RAMIRO<sup>(2,4)</sup>; OLIVEIRO GUERREIRO-FILHO<sup>(2,5)</sup>;  
RACHEL BENETTI QUEIROZ-VOLTAN<sup>(3)</sup>; SILVIA CHEBABI MATTHIESEN<sup>(2,4,6)</sup>

### RESUMO

O bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera :Lyonetiidae), é a principal praga da cultura cafeeira, chegando a causar prejuízos superiores a 50% na produção, em virtude da queda prematura das folhas e redução da área fotossintética. O programa de melhoramento genético do cafeeiro do Instituto Agronômico (IAC) utiliza a espécie *Coffea racemosa* como doadora de genes de resistência a *L. coffeella* para *C. arabica*. O objetivo deste trabalho foi realizar uma caracterização comparativa do tecido foliar e relacioná-la ao ataque de *L. coffeella* nas espécies genitoras *C. arabica* e *C. racemosa*, e em plantas híbridas oriundas desse cruzamento, com diferentes níveis de resistência, visando fornecer ferramentas para futura identificação dos genes de resistência ao bicho-mineiro. Cortes transversais de folhas foram usados em estudos anatômicos para obter medidas individuais da espessura das cutículas, epidermes, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, espessura total da folha e porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico. As lesões provocadas pelo inseto foram medidas após um e quatro dias da eclosão das lagartas, em cada um dos tratamentos. Existem diferenças na espessura dos tecidos foliares entre as espécies *C. arabica* e *C. racemosa*, porém não houve diferenças entre plantas híbridas resistentes e suscetíveis, sugerindo que as características avaliadas não estão relacionadas ao mecanismo de resistência a *L. coffeella*. Nas avaliações das lesões, observou-se o crescimento reduzido dos insetos em plantas resistentes, sugerindo que a resistência das plantas se deve à presença de substâncias químicas no parênquima paliçádico.

**Palavras-chave:** Café, *Leucoptera coffeella*, resistência a insetos, parênquima paliçádico.

### ABSTRACT

#### ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF LEAVES FROM COFFEE PLANTS RESISTANT AND SUSCEPTIBLE TO LEAF MINER

The leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) is the major pest of coffee culture, being responsible for significant production losses as result of premature leaf fall, and consequent reduction of the photosynthetic area. The Coffee Breeding Program of the Agronomic Institute (IAC) has transferred through crossing genes that confer resistance to leaf miner from *Coffea racemosa* to the susceptible species *C. arabica*. The main objective of this study was to characterize leaf

---

<sup>(1)</sup> Financiada parcialmente pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. Recebido para publicação em 15 de outubro de 2003 e aceito em 8 de julho de 2004.

<sup>(2)</sup> Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Café 'Alcides Carvalho', IAC, Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

<sup>(3)</sup> Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Jardim Botânico/Centro Experimental Central, IAC.

<sup>(4)</sup> Aluno do Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical do IAC, com bolsa de Mestrado da CAPES.

<sup>(5)</sup> Com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq;

<sup>(6)</sup> Com bolsa de desenvolvimento FAGRO.

tissues, at histological level, from the parental species *C. racemosa* and *C. arabica*, and also from hybrids exhibiting different resistance levels. Histological analyses were performed in leaf transversal sections, and included measurements of cuticles and epidermis thickness, total palisade and spongy parenchyma, total leaf thickness, and percentage of the palisade parenchyma from total mesophyll. Results revealed that there were significant differences in leaf thickness between parental species *C. arabica* and *C. racemosa*. However, in hybrids no such difference could be observed between resistant and susceptible progenies, suggesting that the anatomical differences of parental genotypes are not related to resistance mechanisms to *L. coffeella*. When leaf lesions caused by insect attack were measured one and four days after larvae eclosion a slow insect development was observed in resistant plants, which could be related to a presence of specific chemicals in the palisade parenchyma.

**Key words:** Coffee, *Leucoptera coffeella*, insect resistance, palisade parenchyma.

## 1. INTRODUÇÃO

O bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera:Lyonetiidae), é atualmente a principal praga da cultura cafeeira. O inseto é um microlepidóptero, cujas lagartas causam prejuízos superiores a 50% na produção (THOMAZIELLO et al., 1979) em virtude da queda prematura das folhas (CROWE, 1964) e redução da área fotossintética (MAGALHÃES, 1964; WALKER E QUINTANA, 1969). Na fase adulta, as mariposas têm hábito crepuscular noturno, coloração geral prateada, apresentando em cada ponta das asas anteriores uma mancha circular preta e halo amarelo (SOUZA et al., 1998). A postura sempre é feita na face superior das folhas e, após a eclosão, as lagartas penetram na folha através da epiderme dirigindo-se ao parênquima paliçádico, não havendo mais contato com o meio externo a partir desse estágio. No mesofilo, as minas provocadas pelo inseto estão exclusivamente no parênquima paliçádico (CARDENAS, 1981).

A praga é específica do gênero *Coffea* e todas as cultivares de *C. arabica* são suscetíveis ao inseto (MEDINA-FILHO et al., 1977). A aplicação de produtos químicos é o método de controle mais eficiente, o que eleva os custos de produção e causa prejuízos ao ambiente e ao próprio homem. O desenvolvimento de cultivares resistentes ao bicho-mineiro é uma alternativa para reduzir esses problemas.

No programa de melhoramento genético do cafeeiro do Instituto Agrônomo (IAC) a espécie *C. racemosa* foi utilizada como doadora de genes de resistência ao inseto para a espécie *C. arabica* (CARVALHO e MONACO, 1968). Atualmente, uma população de plantas pertencentes à quinta geração de retrocruzamentos (RC<sub>5</sub>) vem sendo avaliada em condições de campo.

O controle genético da resistência ao inseto se deve a dois genes complementares e dominantes (GUERREIRO-FILHO et al., 1999), mas pouco se conhece sobre a natureza da resistência a *L. coffeella*.

O objetivo deste estudo foi observar a caracterização comparativa do tecido foliar e das lesões produzidas pelas lagartas em folhas das parentais *C. arabica* e *C. racemosa*, e em folhas de plantas híbridas desse cruzamento com diferentes níveis de resistência.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações anatômicas foram realizadas em folhas de cafeeiros adultos mantidos em condição de campo no Centro Experimental Central do IAC, em Campinas (SP). As 20 plantas utilizadas nos experimentos pertencem a *C. arabica* e *C. racemosa* e às progênies RC<sub>4</sub>, F<sub>2</sub>RC<sub>4</sub> e RC<sub>5</sub> derivadas de cruzamentos entre essas espécies (Tabela 1).

Avaliou-se o nível de resistência das plantas com base em método estabelecido por GUERREIRO-FILHO et al. (1999), o qual consiste na classificação das plantas quanto à resistência ao bicho-mineiro em vista do tipo de lesão (Figura 1), apresentada após infestação artificial em laboratório. O modelo experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições, sendo os fatores 'populações' e 'plantas' arranjados de forma hierárquica. Após a análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os estudos anatômicos foram efetuados em folhas do terceiro e quarto par, a contar do ápice caulinar, coletadas em toda a circunferência da planta na altura equivalente a 2/3 do total. Em cada planta foram coletadas cinco folhas das quais foi recortado, na região mediana do limbo foliar, um segmento de aproximadamente 0,25 cm<sup>2</sup>/folha, sendo posteriormente fixado em solução de formaldeído - ácido acético - álcool etílico 50% (F.A.A.) (JOHANSEN, 1940) e mantido sob vácuo por 48 horas. Em seguida,

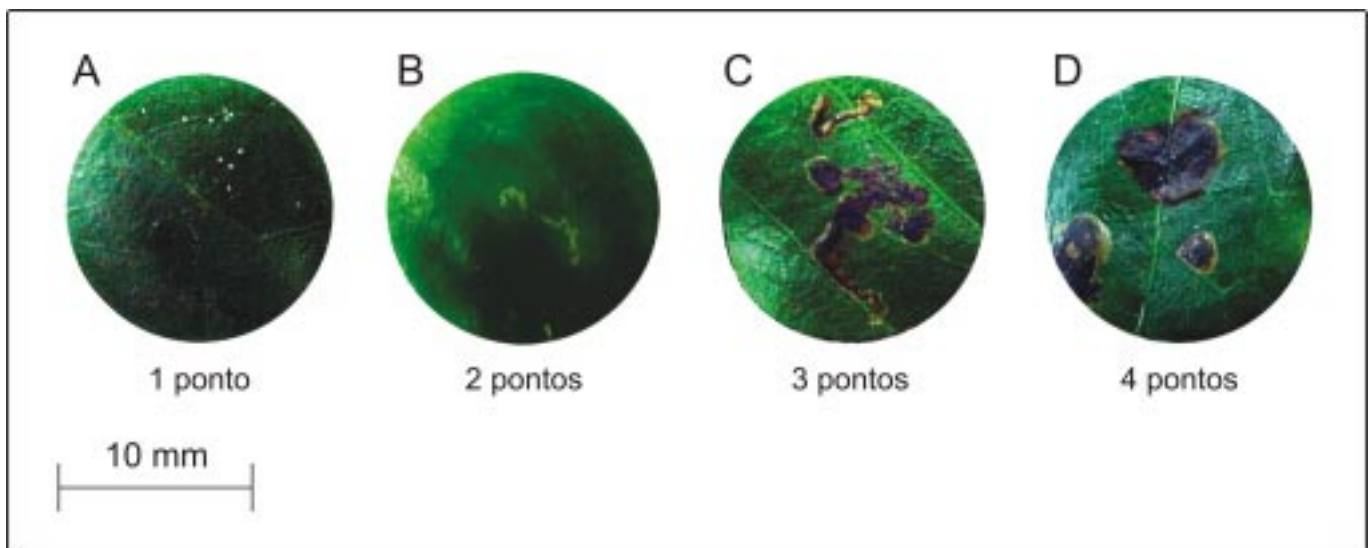
o material foi desidratado em série alcoólica-etílica para inclusão em parafina. Foram feitas secções transversais de 15 µm de espessura em micrótomo rotativo manual. O material seccionado passou por etapas de distensão, colagem em lâminas com adesivo Haupt (JOHANSEN, 1940), coloração pela combinação safranina – azul-de-alcã e montagem em Permount. A avaliação dos cortes transversais foi efetuada em microscópio de luz e consistiu de 30 medições por planta, da espessura das cutículas e epidermes adaxial

e abaxial, parênquimas paliçádico e lacunoso, espessura total da folha e porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico, no total de 150 medições por material genético.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 30 repetições, sendo os fatores 'populações' e 'plantas' arranjados de forma hierárquica. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Identificação dos indivíduos pertencentes às espécies *C. arabica* e *C. racemosa* e às progênies resistentes e suscetíveis derivadas desse cruzamento

Planta	População			
	<i>C. arabica</i> (Obatã IAC1669-20)	<i>C. racemosa</i>	<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (Resistentes)	<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (Suscetíveis)
1	C 400 - Lote 100	H6608-1	H14954-7	H13685-1-10
2	C 215 - Lote 100	H6611-1	H14954-29	H13685-1-2
3	C 393 - Lote 100	H6593-1	H14954-37	H14949-14
4	C 576 - Lote 100	H6593-3	H14954-45	H13376-8
5	C 569 - Lote 100	IAC 5057	H14954-46	H13685-1-26



**Figura 1.** Tipos de lesões desenvolvidas por *Leucoptera coffeella* em folhas com diferentes níveis de resistência avaliados mediante escala de 1 a 4 pontos. A) Lesões pontuais – plantas resistentes; B) Lesões filiformes pequenas – plantas moderadamente resistentes; C) Lesões grandes irregulares – plantas moderadamente suscetíveis; D) Lesões grandes arredondadas – plantas suscetíveis.

Para a avaliação do dano, foram realizados cortes histológicos em folhas com lesões desenvolvidas em um e quatro dias após a eclosão das lagartas, utilizando-se o método descrito. As avaliações das lesões causadas pelo bicho-mineiro foram realizadas com o auxílio de microscópio de luz utilizando-se uma régua micrométrica, sendo mensurada a maior extensão da lesão. Os dados foram analisados mediante utilização de um modelo misto - hierárquico (populações-plantas) e fatorial (dias após eclosão-populações) em delineamento inteiramente casualizado, com número de repetições variável. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças no tipo de reação das lesões foram observadas entre as quatro populações mediante utilização do teste de Tukey. Dois grupos foram caracterizados, com base no nível de resistência das plantas, sendo o primeiro formado pela espécie *C. arabica* e híbridos suscetíveis e o segundo, pela espécie *C. racemosa* e híbridos resistentes (Tabela 2).

Apesar de *C. racemosa* ser uma espécie alógama que exhibe um sistema de auto-incompatibilidade do tipo gametofítico responsável por grande variabilidade genética entre indivíduos (MÔNACO e CARVALHO, 1972; SANTA RAM et al., 1984), não se observaram diferenças estatísticas entre plantas dentro de populações.

Os resultados relativos às análises de características anatômicas das populações são apresentados na tabela 3. Observou-se diferenças entre a espessura dos diferentes tecidos foliares das espécies *C. arabica* e *C. racemosa* e dos híbridos derivados de cruzamento entre essas espécies. À exceção da espessura do parênquima paliçádico e da cutícula abaxial, as espécies *C. arabica* e *C. racemosa* apresentam diferenças na espessura das demais estruturas.

Lagartas de *L. coffeella* se alimentam exclusivamente das células do parênquima paliçádico (CROWE, 1964). Embora não tenham sido verificadas diferenças estatísticas na espessura desse tecido entre as espécies genitoras, observou-se que a porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico (PPA) na espécie *C. racemosa*, resistente ao inseto, é duas vezes maior do que na espécie *C. arabica* - 40% e 23% respectivamente, sendo o valor relativo a essa espécie semelhante àqueles obtidos por DEDDECA (1957).

A cutícula adaxial e as epidermes adaxial e abaxial são significativamente mais espessas em *C. racemosa* (Figura 2B), enquanto o parênquima lacunoso é maior em folhas de *C. arabica* (Figura 2A). Tais diferenças possuem importante componente genética, podendo ser consideradas como características dessas espécies.

As avaliações realizadas nos híbridos resistentes e suscetíveis (Figuras 2 C e D) revelaram que nenhum dos tecidos difere entre esses dois grupos e, com exceção do parênquima paliçádico e da cutícula abaxial, todos apresentaram valores médios em relação às espécies *C. arabica* e *C. racemosa*. Esses grupos de plantas são distintamente caracterizados pelo nível de resistência ao bicho-mineiro (Tabela 2). Por esse motivo, os resultados sugerem que as características anatômicas não estão relacionadas com o mecanismo de resistência a *L. coffeella*.

Essas informações vêm corroborar as suposições que a resistência do cafeeiro possa ser de natureza bioquímica (MEDINA-FILHO et al., 1977; GUERREIRO-FILHO e MAZZAFERA, 2000).

Na tabela 4, são apresentados os valores médios da espessura das cutículas e epidermes adaxial e abaxial, parênquimas paliçádico e esponjoso, espessura total da folha e porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico de plantas individuais.

Diferenças estatísticas foram observadas na espessura da epiderme adaxial, do parênquima paliçádico e do parênquima lacunoso entre plantas da espécie *C. arabica*. Como as plantas da cultivar Obatã IAC 1669-20 pertencem à mesma progênie e são geneticamente muito homogêneas, as diferenças observadas devem ser decorrentes da influência de fatores ambientais. Resultados semelhantes vêm corroborar essa hipótese.

FAHL (1989) relatou acréscimo de aproximadamente 11% na espessura total de folhas de *C. arabica* cultivadas a pleno sol, quando comparadas a folhas de plantas cultivadas na sombra. Esse aumento foi relacionado às maiores dimensões dos parênquimas paliçádico e lacunoso, uma vez que não se observou variação entre espessura das cutículas e epidermes. VOLTAN et al. (1992), verificaram decréscimo na espessura do mesofilo em folhas de plantas de *C. arabica*, *C. canephora* e de um híbrido entre essas espécies quando expostas a menores níveis de irradiância. Nas cinco cultivares estudadas, os decréscimos na espessura do paliçádico foram acompanhados por reduções proporcionais do parênquima lacunoso.

**Tabela 2.** Nível de resistência ao bicho-mineiro-do-cafeeiro avaliado pelo tipo de reação apresentada por plantas selecionadas de quatro populações

População	Indivíduo					Média
	1	2	3	4	5	
<i>C. arabica</i>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00 a
<i>C. racemosa</i>	1,75	2,44	1,22	2,11	2,44	1,99 b
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (S)	2,67	4,00	2,89	3,22	2,67	3,04 a
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (R)	1,56	1,00	1,11	1,00	1,00	1,13 b

F<sub>Populações</sub> = 49,41 \*

F<sub>Planta (Populações)</sub> = 0,37<sup>ns</sup>

Média de nove discos avaliados em laboratório. \*: diferenças significativas (Tukey 1%); n.s.: diferenças não significativas (Tukey 5%).

**Tabela 3.** Espessura média de tecidos foliares das espécies *C. arabica* e *C. racemosa* e de dois grupos derivados do cruzamento interespecífico

População	CAD	EAD	PP	PL	EAB	CAB	PPA	EPS
	μm						%	μm
<i>C. arabica</i>	2,65 b	19,97 c	48,43 a	162,48 a	13,43 c	2,11 a	22,99 c	249,06 a
<i>C. racemosa</i>	3,93 a	36,42 a	57,14 a	91,71 c	22,13 a	2,24 a	38,45 a	213,57 bc
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (R)	2,89 b	23,68 b	47,18 a	109,26 bc	17,79 b	2,11 a	30,10 b	202,91 c
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (S)	3,35 ab	24,29 b	59,28 a	129,77 b	17,35 b	2,19 a	31,37 b	236,23 ab

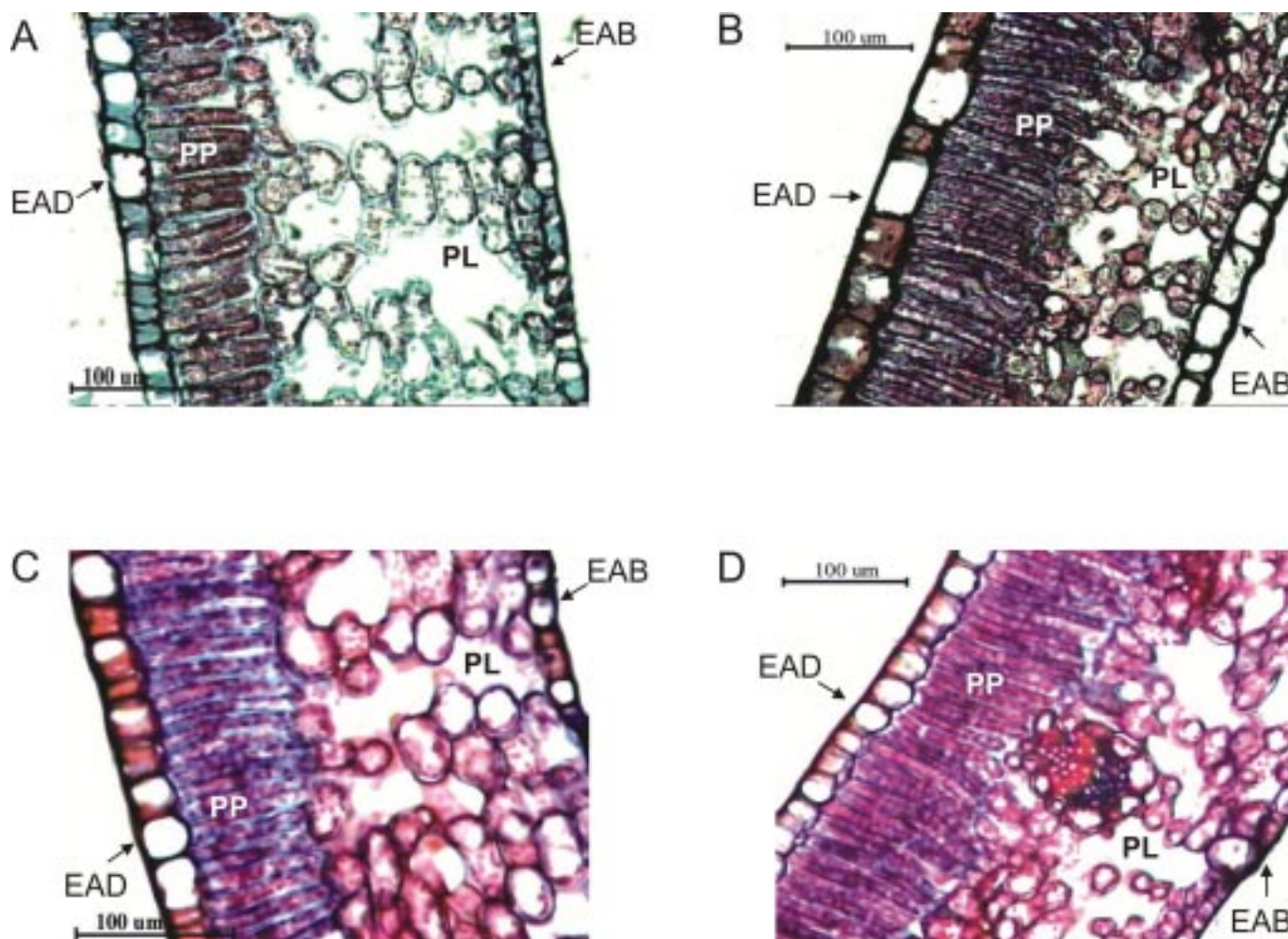
Médias das variáveis seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%). Cutícula adaxial (CAD); epiderme adaxial (EAD), parênquima paliçádico (PP), parênquima lacunoso (PL), epiderme abaxial (EAB), cutícula abaxial (CAB), porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico (PPA) e espessura total do limbo foliar (EPS).

A porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico (PPA) não variou entre plantas da espécie *C. arabica*, nem entre plantas das populações híbridas oriundas de cruzamentos interespecíficos, com exceção da planta resistente H14954-29. No entanto, diferenças entre plantas da espécie *C. racemosa* para PPA foram altamente significativas, o que pode ser explicado pela característica alógama da espécie.

Entre as espécies *C. arabica* e *C. racemosa*, assim como entre as populações resistentes e as suscetíveis (Tabela 5), o dano médio provocado pelas lagartas de *L. coffeella* foi diferente, sendo o diâmetro médio das lesões cerca de duas vezes maior na espécie *C. arabica* em relação a *C. racemosa* e três vezes maior na população *C. arabica* x *C. racemosa* (S) em relação à

população *C. arabica* x *C. racemosa* (R). O dano médio, mensurado quatro dias após a eclosão das lagartas (1,033) foi estatisticamente superior ao observado um dia após a eclosão (0,358), evidenciando o desenvolvimento larval e a gradual destruição do parênquima foliar.

Os resultados relacionados à interação das variáveis dias após eclosão x população (Tabela 5), evidenciam diferenças observadas um e quatro dias após eclosão das lagartas, dentro de cada população avaliada, assim como diferenças entre populações em cada uma das avaliações. Observou-se que o dano verificado um dia após eclosão em *C. racemosa* e *C. arabica* x *C. racemosa* (R) foi significativamente inferior ao verificado em *C. arabica* e *C. arabica* x *C. racemosa* (S), no mesmo período (Figura 3).

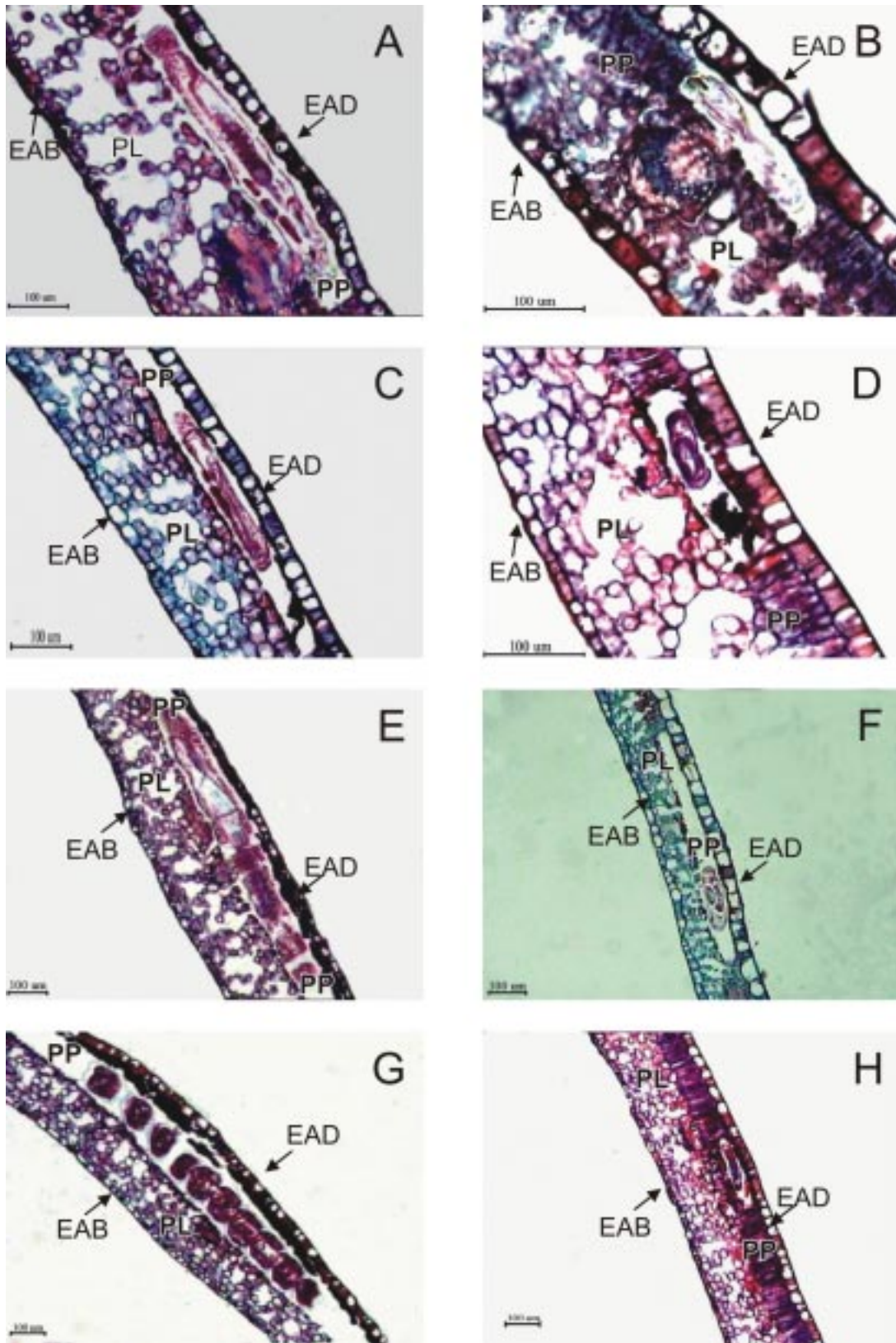


**Figura 2.** Cortes transversais de folhas de *C. arabica* (A) e *C. racemosa* (B) e de plantas híbridas resistente (C) e suscetível (D) derivadas de cruzamento interespecíficos. EAD = epiderme adaxial; EAB = epiderme abaxial; PP = parênquima paliádico e PL = parênquima lacunoso.

Nas avaliações realizadas quatro dias após eclosão (Figura 3), o nível de resistência da população *C. arabica* x *C. racemosa* (R), foi maior ao apresentado pelo genitor resistente, evidenciando a homogeneidade das plantas híbridas e a eficiência da seleção realizada. Nesse mesmo período, a população *C. arabica* x *C. racemosa* (S), revelou-se mais suscetível que a espécie *C. arabica*, usada como padrão de suscetibilidade ao inseto. Esse último resultado parece ser paradoxal à avaliação de resistência realizada em laboratório (Tabela 2). Nas populações resistentes e em folhas com lagartas de um dia, resistentes e suscetíveis, as lesões são pontuais e a escolha para o procedimento anatômico é aleatória. Ao contrário, em plantas suscetíveis com lagartas de quatro dias, as lesões são maiores (cerca de 1,5 mm) e a escolha dos melhores segmentos para a realização dos cortes pode

influenciar no resultado final. Entretanto, a julgar pelos resultados relacionados ao dano total médio expresso em milímetros, obtidos na análise de variância, não existem diferenças médias significativas entre plantas dentro de cada uma das populações amostradas (Tabela 6), e os resultados expressam o nível de resistência observado na avaliação em laboratório.

Com base no dano causado pelas lagartas um e quatro dias após eclosão em populações com diferentes níveis de resistência, e no crescimento reduzido dos insetos em plantas resistentes, é possível que a resistência das plantas esteja relacionada à presença de substâncias químicas no parênquima paliádico que interfeririam na alimentação e, conseqüentemente, no desenvolvimento do bicho-mineiro.



**Figura 3.** Cortes transversais de folhas de cafeeiros apresentando o dano provocado pelo bicho-mineiro após um dia (A-D) e quatro dias (E-H) da eclosão da lagarta. A e E) *C. arabica*; B e F) *C. racemosa*; C e G) Plantas híbridas suscetíveis e D e H) Plantas híbridas resistentes.

**Tabela 4.** Espessura média de tecidos de folhas em plantas das espécies *C. arabica* e *C. racemosa* e de dois grupos derivados do cruzamento interespecífico

População	Plantas	CAD	EAD	μm				EAB	CAB	PPA	EPS
				PP	PL						
<i>C. arabica</i>	C 400 - Lote 100	2,33 a	21,63 a	44,00 b	157,40 b	13,83 a	2,00 a	21,91 a	241,20 b		
	C 215 - Lote 100	2,83 a	19,73 ab	49,60 ab	174,87 a	12,80 a	2,27 a	22,16 a	262,10 a		
	C 393 - Lote 100	2,60 a	19,93 ab	52,67 a	161,40 b	13,20 a	2,10 a	24,59 a	251,90 ab		
	C 576 - Lote 100	2,57 a	19,97 ab	48,20 ab	164,07 ab	13,87 a	2,13 a	22,70 a	250,80 ab		
	C 569 - Lote 100	2,90 a	18,57 b	47,67 ab	154,67 b	13,43 a	2,07 a	23,58 a	239,30 b		
Coeficiente de Variação (%)		7,7	4,9	5,8	4,3	3,0	4,2	4,3	3,3		
<i>C. racemosa</i>	H6608-1	3,73 b	36,93 b	60,73 b	98,00 b	21,73 b	2,17 a	38,41 ab	223,30 b		
	H6611-1	4,57 a	40,17 a	53,90 bc	99,20 b	25,57 a	2,37 a	35,35 c	225,77 b		
	H6593-1	3,77 b	34,62 bc	50,83 cd	73,27 c	20,90 b	2,17 a	41,04 a	185,53 c		
	H6593-3	2,87 c	36,23 bc	44,53 d	75,33 c	22,23 b	2,10 a	37,25 bc	185,30 c		
	IAC 5057	4,70 a	34,17 c	75,73 a	112,73 a	20,23 b	2,40 a	40,21 a	249,97 a		
Coeficiente de Variação (%)		16,9	5,8	18,6	16,5	8,4	5,3	5,3	11,7		
Híbridos resistentes	H14954-7	3,23 ab	22,90 b	47,93 b	110,80 a	17,23 a	2,23 a	30,17 b	204,33 ab		
	H14954-29	3,60 a	24,13 ab	57,00 a	105,90 a	18,23 a	2,27 a	34,99 a	211,13 a		
	H14954-37	2,53 c	25,80 a	41,73 b	108,00 a	18,33 a	2,00 a	27,91 b	198,40 ab		
	H14954-45	2,30 c	23,70 ab	47,40 b	113,73 a	17,50 a	2,00 a	29,47 b	206,63 ab		
	H14954-46	2,80 bc	21,87 b	41,83 b	107,87 a	17,63 a	2,07 a	27,97 b	194,07 b		
Coeficiente de Variação (%)		16,3	5,5	11,8	2,5	2,4	5,4	8,6	3,0		
Híbridos suscetíveis	H13685-1-10	3,37 ab	22,27 b	52,30 c	117,27 b	17,70 ab	2,27 a	30,79 a	215,17 b		
	H13685-1-2	2,80 b	25,43 a	61,47 ab	142,47 a	16,53 bc	2,10 a	30,14 a	250,80 a		
	H14949-14	3,97 a	25,40 a	57,00 bc	119,87 b	17,93 ab	2,40 a	32,24 a	226,57 b		
	H13376-8	3,33 ab	25,47 a	57,27 bc	118,27 b	19,37 a	2,07 a	32,55 a	225,77 b		
	H13685-1-26	3,27 b	22,90 ab	68,37 a	151,00 a	15,23 c	2,10 a	31,14 a	262,87 a		
Coeficiente de Variação (%)		11,1	5,8	9,1	10,9	8,0	5,8	2,9	7,5		

Cutícula adaxial (CAD) e abaxial (CAB); epiderme adaxial (EAD) e abaxial (EAB); parênquima paliçádico (PP); lacunoso (PL); porcentagem do mesofilo representada pelo parênquima paliçádico (PPA) e espessura total do limbo foliar (EPS). Médias das variáveis seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%).



**Tabela 5.** Medidas de dano médio (mm) e maior comprimento (mm) da lagarta de *L. coffeella* em folhas de diferentes populações de cafeeiros após um e quatro dias da eclosão das lagartas

População	Dias após eclosão das lagartas				Média *
	1		4		
	DM	CL	DM	CL	
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (S)	0,565 d	0,47	1,663 a	0,94	0,892 A
<i>C. arabica</i>	0,523 d	0,49	1,477 b	0,92	1,035 A
<i>C. racemosa</i>	0,178 f	0,16	0,687 c	0,48	0,424 B
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (R)	0,168 f	0,22	0,305 e	0,35	0,248 B
Média**	0,358 A		1,033 B		

Valores médios de populações (\*) e de dias após eclosão das lagartas (\*\*) quando seguidos por uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si estatisticamente (Tukey 5%). Valores médios da interação entre populações e dias após eclosão das lagartas quando seguidos por uma mesma letra minúscula, não diferem entre si estatisticamente (Tukey 5%). (S) Suscetível. (R) Resistente. (DM) Dano médio. (CL) maior comprimento da lagarta.

**Tabela 6.** Dano médio provocado por lagartas de *L. coffeella* em folhas de *C. arabica* e *C. racemosa* e em dois grupos de plantas derivadas do cruzamento interespecífico

População	Plantas					Média
	1	2	3	4	5	
	mm					
<i>C. arabica</i>	1,070	0,960	0,910	0,863	1,373	1,035 A
<i>C. racemosa</i>	0,446	0,620	0,290	0,439	0,325	0,424 B
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (R)	0,243	0,328	0,175	0,184	0,308	0,248 B
<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i> (S)	0,953	0,945	0,928	0,801	0,832	0,892 A
<i>F</i> Planta (Populações)	= 0,03 <sup>ns</sup>					

Valores médios de populações quando seguidos por uma mesma letra não diferem entre si estatisticamente (Tukey 5%). (S) Suscetível. (R) Resistente. ns: não significativo.

#### 4. CONCLUSÕES

1. O nível de resistência das plantas híbridas resistentes foi maior àquele apresentado pela espécie *C. racemosa*.

2. Não há correlação entre as características anatômicas foliares e o mecanismo de resistência ao bicho-mineiro em café.

#### REFERÊNCIAS

CARDENAS, R.M. **Caracterización histo-morfológica del daño del minador de la hoja, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville), en especies e híbridos de *Coffea* spp. y observaciones sobre resistencia.** 1981. 69f. Tesis de Grado Magister Scientiae – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

CARVALHO, A.; MONACO, L.C. Relaciones geneticas de especies seleccionadas de *Coffea*. **Cafe**, Lima, v.9, n.4, p.1-19, 1968.

CROWE, T.J. Coffee leaf miner in Kenya. I: species and life histories. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.29, p.173-183, 1964.

DEDDECA, D.M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer. **Bragantia**, Campinas, v.16, p.315-366, 1957.

FAHL, J.I. **Influência da irradiância e do nitrogênio na fotossíntese e no crescimento de plantas jovens de café (*Coffea arabica* L.).** 1989. 84f. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas.

GUERREIRO-FILHO, O.; MAZZAFERA, P. Caffeine does not protect coffee against the leaf miner, *Perileucoptera coffeella*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.26, n.6, p.1447-1464, 2000.

GUERREIRO-FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B.; ESKEK, A.B. Expression and mode of inheritance of resistance to leaf miner. **Euphytica**, Dordrecht, v.105, n.1, p. 7-15, 1999.

JOHANSEN, D.A. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.

MAGALHÃES, A.C.N. Efeito da redução da superfície foliar sobre o desenvolvimento de cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v.23, p.337-342, 1964.

MEDINA-FILHO, H.P.; CARVALHO, A.; MONACO, L.C. Melhoramento do cafeeiro. XXXVII. Observações sobre a resistência do cafeeiro ao bicho mineiro. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.131-137, 1977.

MONACO, L.C.; CARVALHO, A. Incompatibilidade em *C. racemosa*. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.24, n.6, p.150, 1972.

SANTA RAM, A.; RAMACHANDRAN, M.; SREENIVASAN, M.S. Self incompatibility studies in coffee. **Journal of Coffee Research**, Karnataka, v.14, n.4, p.141-148, 1984.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, R.L.O. **O bicho-mineiro do cafeeiro**: biologia, danos e manejo integrado. 2.ed.ver.aum. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p. (Boletim Técnico, 54).

THOMAZIELLO, R.A.; TOLEDO-FILHO, J.A.; OLIVEIRA, E.G. **Guia para identificação das deficiências minerais, toxidez, distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1979. 81p.

VOLTAN, R.B.Q.; FAHL, J.I; CARELLI, M.L.C. Variação da anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.2, p.99-105, 1992.

WALKER, D.W.; QUINTANA, V. Matting and oviposition behavior of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera - Lyonetiidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Washington, v.71, n.1, p.88-90, 1969.