

RESISTÊNCIA DO CONILON VITÓRIA 8142 À RAÇA I DE *HEMILEIA VASTATRIX*

Alexandre S. Capucho¹; Laércio Zambolim²; André W.C. Rosado³; Romário G. Ferrão⁴; Maria Amélia G. Ferrão⁵;
Aymbiré F.A. Fonseca⁴; Eunize Maciel-Zambolim²; Eveline T. Caixeta⁵

¹ Doutorando em Fitopatologia, UFV, Viçosa-MG, alecapucho@yahoo.com.br

² Prof. Titular Fitopatologia, UFV, Viçosa-MG, zambolim@ufv.br, eunize@ufv.br

³ Graduando em Agronomia, UFV, Viçosa-MG, deco280@yahoo.com.br

⁴ Pesquisador, D.Sc., INCAPER, Vitória-ES, romario@incaper.es.gov.br, aymbire@incaper.es.gov.br

⁵ Pesquisador, D.Sc., EMBRAPA, Brasília-DF, mferrao@incaper.es.gov.br, eveline.caixeta@embrapa.br

RESUMO: No patossistema *Coffea canephora* vs. *Hemileia vastatrix* a resistência resulta da combinação de diversos componentes de resistência e esta informação é escassa para programas de melhoramento que visam o desenvolvimento de variedades do cafeeiro conilon com maior resistência à ferrugem. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência quantitativa de 13 genótipos de conilon que compõem a variedade clonal Conilon Vitória Incaper 8142 com a raça I de *H. vastatrix*. Três mudas de cada genótipo foram inoculadas com a raça I monopustular de *H. vastatrix* pelo método do pincel no delineamento inteiramente casualizado. Os seguintes componentes de resistência foram avaliados: 1) Período de Incubação, 2) Período Latente, 3) Produção de Esporos, 4) Área Foliar Lesionada, 5) Produção de Esporos por Área Foliar Lesionada, 6) Área Foliar Esporulada, 7) Produção de Esporos por Área Foliar Esporulada, 8) Severidade da Doença, 9) Frequência de Infecção e 10) Número Total de Pústulas. A técnica estatística multivariada de Componentes Principais foi usada para interpretar os resultados. Com esta técnica foram definidos quatro grupos de resistência das plantas, resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente suscetíveis e suscetíveis à raça I de *H. vastatrix*. As plantas mais resistentes a esta raça, avaliando conjuntamente 10 componentes de resistência, foram os clones 3V, 5V, 8V e 9V do Conilon Vitória.

Palavras-chave: ferrugem do cafeeiro, resistência quantitativa, resistência horizontal, componentes principais.

RESISTANCE OF CONILON VITÓRIA 8142 TO RACE I OF *HEMILEIA VASTATRIX*

ABSTRACT: In the pathosystem *Coffea canephora* vs. *Hemileia vastatrix* the resistance results from a combination of several components of resistance and this information is scarce for breeding programs aimed to developing coffee conilon varieties with greater resistance to leaf rust. In this study it was evaluated the quantitative resistance of 13 conilon genotypes comprising the clonal variety Conilon Vitória Incaper 8142 with race I of *H. vastatrix*. Three seedlings of each genotype were inoculated with race I single-uredinial of *H. vastatrix* by the method of brush in a randomized design. The following components of resistance were evaluated: 1) Incubation Period, 2) Latent Period, 3) Production of Spores, 4) Diseased Leaf Area, 5) Production of spores per leaf area injured, 6) sporulating leaf area, 7) Spore production by sporulating leaf area, 8) Severity of Disease, 9) Frequency of Infection and 10) Total Number of Pustules. The Principal Component Analysis was used for data interpretation. It were defined four resistant groups: resistant, moderately resistant, moderately susceptible and susceptible to race I of *H. vastatrix*. An overall analysis with the 10 components of resistance identified the clones 3V, 5V, 8V and 9V of Conilon Vitória as the most resistant.

Key-words: coffee rust, quantitative resistance, horizontal resistance, principal components.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de *C. canephora* correspondendo a 23% da produção mundial. Esta espécie é conhecida no Espírito Santo como café conilon, sendo o grupo de *C. canephora* mais plantado no Estado (Ferrão, 2007). A alta produção desse estado, correspondente a 72% da produção brasileira de conilon, se deve em grande parte ao programa de melhoramento do Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) iniciado em 1985 (Ferrão *et al.*, 2007). O Incaper lançou variedades clonais aptas para o Espírito Santo a partir de 1993 e a produtividade aumentou 162% (Ferrão *et al.*, 2007).

A produção de café é limitada por vários fatores, dentre eles, as doenças, que têm se destacado. Desde o plantio até a colheita, a cultura do café conilon está sujeita a infecções por fitopatógenos, tornando a produção dependente de aplicações de produtos fitossanitários. Dentre as doenças que infectam esta cultura, não só no Brasil, mas em todo o mundo, a ferrugem causada por *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. é a mais importante, por provocar queda das folhas nas plantas infectadas e, como consequência, seca dos ramos. A seca progressiva dos ramos reduz a vida útil da lavoura, tornando-a antieconômica (Ferrão *et al.*, 2007).

Esta doença é bem estudada em *C. arabica* e neste hospedeiro ela é favorecida por umidade elevada, com molhamento foliar por pelo menos 24 horas, e temperaturas moderadas, próximo a 24 °C (Zambolim *et al.*, 1999). Entretanto, em *C. canephora* não existe esta informação, que pode variar entre as regiões de cultivo, devido ao clima, altitude e temperaturas, que são bem diferentes ao observado para o cafeeiro arábica, o que torna a extrapolação de informações do arábica para o conilon impróprias.

A resistência genética é uma estratégia importante para o controle dessa doença, e é altamente desejável do ponto de vista ambiental e econômico, além de ser mais barata e de mais fácil utilização. Nesse patossistema a resistência resulta da combinação de diversos componentes de resistência, tais como os períodos de incubação e latência mais longos, uma menor ou nula produção de esporos por lesão, uma baixa severidade da doença, entre outros (Parlevliet, 1979). Assim, a caracterização de genótipos com maiores graus de resistência à ferrugem é importante para programas de melhoramento genético que visam o desenvolvimento de variedades com maior resistência à ferrugem (Angelotti *et al.*, 2008).

As variedades de cafeeiros conilon, em geral, são constituídas por um conjunto de clones que apresentam várias características comuns, como homogeneidade de produção, mas que podem diferir no nível de resistência à ferrugem (Ferrão *et al.*, 2007). Assim, há necessidade de se conhecer o nível de resistência destes genótipos que compõem as variedades clonais plantadas no Brasil, para auxiliar os programas de melhoramento deste grupo de cafeeiro que vem se destacando no cenário nacional.

Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar a resistência à ferrugem dos 13 clones que compõem a variedade clonal Conilon Vitória Incaper 8142, agrupando-as em relação ao nível de resistência e identificando os componentes de resistência mais importantes para avaliar a ferrugem nesse patossistema.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro do Café, pertencente ao Depto de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, no período de janeiro a fevereiro de 2011. Foram utilizados os 13 clones de *C. canephora* que compõem a variedade clonal Conilon Vitória Incaper 8142 e a variedade de *C. arabica* Catuaí Vermelho IAC 44 como controle.

O isolado de *H. vastatrix* utilizado neste trabalho foi obtido do clone 02 de *C. canephora*, no município de São Gabriel da Palha-ES (S 19°03,879', W 40°32,922' e 190m de altitude). O isolado foi multiplicado para a obtenção de isolados monopustulares de *H. vastatrix*. Para isso, a transferência de uma única pústula de ferrugem para mudas do clone 02 foi realizada. Esta planta também foi utilizada para a multiplicação do isolado em grandes quantidades. Este procedimento foi realizado em compartimentos individualizados para evitar contaminações. A metodologia usada para a obtenção de isolados monopustulares é a mesma descrita por Capucho *et al.* (2009).

A caracterização biológica da raça usada no estudo foi determinada de acordo com a reação de resistência (ausência de uredosporos do patógeno) ou suscetibilidade (presença de uredosporos do patógeno) apresentada pelos clones diferenciadores de raças do CIFC (Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro), mantidos no BioCafê/UFV. Para esse fim, utilizou-se a metodologia de disco de folhas, com três repetições cada, sendo cada repetição constituída de 16 discos de folha (Capucho *et al.*, 2009). A eficiência dessa metodologia foi demonstrada por Eskes (1982) em estudos de resistência vertical e horizontal nesse patossistema.

Os tratamentos do experimento foram compostos por uma planta de cada clone. Um total de três repetições (plantas) foi usado no ensaio, empregando-se o delineamento inteiramente casualizado. As unidades experimentais foram constituídas de duas folhas de cada planta.

Antes da inoculação, a viabilidade dos uredosporos de *H. vastatrix* foi aferida pelo teste de germinação em meio agar-água 2% (Zambolim & Chaves, 1974). Somente uredosporos com viabilidade superior a 30% foram considerados adequados para os testes (Capucho *et al.*, 2009).

Cada planta (duas folhas) foi inoculada na face abaxial com uma quantidade conhecida de uredosporos do patógeno, com o auxílio de uma espécie de cachimbo em miniatura confeccionado a partir de uma haste de chumbo. Com esse instrumento foram depositados em cada folha, aproximadamente, $7,5 \times 10^4$ esporos do fungo. Os esporos foram espalhados nas folhas com um pincel. Após a inoculação, as mudas foram atomizadas com água destilada e mantidas na ausência de luz durante 48 horas, a 21-23°C. Em seguida, foram transferidas para uma bancada sob sombrite 70% onde com temperatura entre 18 e 31°C. As folhas inoculadas foram limpas com o auxílio de algodão cinco dias após a inoculação para evitar contaminações das pústulas com o hiperparasita *Lecanicillium lecanii*, o qual poderia influenciar nas avaliações futuras. Após o período latente das primeiras plantas sintomáticas, a partir de 11 dias após a inoculação, foi iniciada a avaliação da resistência das plantas.

Os seguintes componentes de resistência foram avaliados no experimento: **1) Período de Incubação (PI)** - Definido como o intervalo, em dias, entre a inoculação e o aparecimento dos sintomas. Diariamente, foram avaliadas todas as folhas dos clones até que 50% das folhas de cada clone apresentassem sintomas (Griffiths & Jones, 1987); **2) Período Latente (PL)** - Intervalo, em dias, entre a inoculação e o aparecimento dos uredosporos. Diariamente, foram avaliadas todas as folhas dos clones até que 50% das folhas de cada clone apresentassem lesões com urédias esporuladas (Bettencourt & Rodrigues, 1988); **3) Produção de Esporos (PE)** - No final do experimento todas as folhas com esporulação foram raspadas com o auxílio de uma cápsula de gelatina para a coleta dos esporos, sendo os mesmos

imersos em um volume fixo de água destilada contendo 0,1% de Tween 80, seguido de agitação até completa até a homogeneização da suspensão. O número total de uredosporos produzidos por cada planta foi determinado com um hemacitômetro. Foram feitas duas contagens, sendo usada a média das contagens; **4) Área Foliar Lesionada (AFL)** - Este componente de resistência é considerado um dos mais importantes para a avaliação da resistência de plantas a patógenos (Johnson & Taylor, 1976). A AFL foi calculada, no final do experimento, fotodocumentando todas as folhas lesionadas por meio de uma câmera digital. A AFL de cada parcela foi determinada com o programa *Quant* (Vale *et al.*, 2003); **5) Produção de Esporos por Área Foliar Lesionada (PEAFL)** - No final do experimento foi calculado o número médio de uredosporos produzidos por unidade de área lesionada (uredosporos/cm² de lesão); **6) Área Foliar Esporulada (AFE)** - A AFE foi calculada no final do experimento à semelhança da AFL, porém, somente foi considerada a área das folhas cobertas por esporos da ferrugem; **7) Produção de Esporos por Área Foliar Esporulada (PEAFE)** - No final do experimento foi calculado o número médio de uredosporos produzidos por unidade de área esporulada (uredosporos/cm² de lesão esporulada); **8) Severidade (SEV)** - a severidade de cada parcela experimental foi avaliada com o auxílio da escala diagramática desenvolvida por Capucho *et al.* (2011) para a ferrugem em cafeeiros arábica e conilon; **9) Frequência de Infecção (FI)** - Obtida pela divisão do número total de pústulas pela área foliar lesionada; **10) Número Total de Pústulas (NTP)** - Obtido com o auxílio do programa ImageTool mediante o uso do comando *find objects*, onde, ao final do experimento, foi possível identificar o número de pústulas da imagem obtida por uma câmera digital de cada parcela do experimento..

Após a obtenção do PI, PL, PE, AFL, PEAFL, AFE, PEAFE, SEV, FI e do NTP, foi então realizada uma análise multivariada no programa SAScom o objetivo de determinar a resistência das plantas avaliando as dez variáveis simultaneamente. Utilizou-se a **Análise de componentes principais (CPs)** a fim de determinar a contribuição de cada variável para a separação dos grupos formados e a **Análise de agrupamento**, mediante o método de otimização de Tocher associado com o cálculo da distância euclidiana média padronizada, para confirmar os grupos definidos na análise de CP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O isolado usado foi caracterizado biologicamente como pertencente à raça I de *H. vastatrix*. Esta raça apresenta os genes de virulência v2 e v5, pois infecta plantas diferenciadores de raças do grupo E e D, e não infecta os clones diferenciadores dos grupos fisiológicos A, α , O, T, R, I, C, Y, G, J, L, Z, W, M, 3 e 1 (Tabela 1). No Brasil, 15 raças fisiológicas de *H. vastatrix* já foram relatadas em *Coffea* spp. (Cabral *et al.*, 2010), com predominância das raças II, I, III e XV (Bettencourt e Rodrigues Junior, 1988). No último levantamento de raças presentes no Espírito Santo, Silva *et al.* (2000) identificaram apenas a raça II de ferrugem em amostras coletadas de 17 municípios do estado. Portanto, esta raça usada no trabalho, que não foi encontrada no último levantamento no ES, está entre as mais frequentes no Brasil e não vinha ocorrendo no ES. Assim, os resultados deste estudo darão uma boa ideia do comportamento dos clones de conilon frente a esta importante raça de *H. vastatrix*.

No patossistema *C. canephora* vs. *H. vastatrix*, este será o primeiro trabalho em que o inóculo utilizado nos ensaios foi derivado de lesões monopustulares de *H. vastatrix*. Este cuidado garante a homogeneidade genética do patógeno usado e assegura que as diferenças observadas nos componentes de resistência avaliados foram exclusivamente derivadas das diferenças entre os genótipos de café avaliados.

As 10 variáveis respostas obtidas dos 13 clones da variedade Conilon Vitória e da Catuaí Vermelho IAC 44 são apresentadas na Tabela 2.

Conforme o critério proposto por Kaiser (1958) foram usados os dois primeiros componentes principais para a interpretação dos dados, pois são os únicos componentes a apresentarem estimativa do seu autovalor maior que 0,99 (Tabela 3). Baseado nos pesos dos autovetores pode-se afirmar que o CP1 se correlaciona bem com o PI, AFL, AFE, PEAFE e SEV e, portanto, com exceção do PI, todos os outros componentes de resistência os escores positivos no CP1 indicam plantas mais suscetíveis e valores mais negativos indicam plantas mais resistentes à ferrugem (Tabela 3). Como este componente tem mais peso na explicação da variação dos dados (63,7%) ele, possivelmente, teve maior peso na formação do agrupamento (Figura 1). A adequação do agrupamento foi confirmada com outra análise multivariada usando as 10 variáveis resposta e os 14 genótipos avaliados.

Tabela 1 - Raça fisiológica de *Hemileia vastatrix* identificada no estudo com seus respectivos genes de virulência e resistência.

Raça identificada	Genes do patógeno	Genes do hospedeiro																	
		S _{H 5}	S _{H 6,?}	S _{H 1}	S _{H 1,2,4,5}	S _{H 2,3,4,5}	S _{H 6}	S _{H 1,4}	S _{H 1,5}	S _{H 2,4,5}	S _{H 2,5}	S _{H 3,5}	S _{H 4,5}	S _{H 1,2,5}	S _{H 1,3,5}	S _{H 1,4,5}	S _{H ?}	S _{H 5,6,9}	S _{H 5,6,7,9}
		Coffea spp. e seus grupos fisiológicos																	
		Bourbon	832/1	128/2	HW 17/12	H 147/1	1343/269	134/4	87/1	H 152/3	32/1	33/1	110/5	1006/10	H 153/2	635/3	644/18	H 419/20	H 420/10
		E	A	α	O	T	R	I	C	Y	D	G	J	L	Z	W	M	3	1
I	v _{2,5}	S*	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R

* S - Suscetível (presença de uredosporos da ferrugem). R - Resistente (ausência de uredosporos da ferrugem).

Tabela 2 - Variáveis respostas coletadas dos 13 clones da variedade Conilon Vitória inoculados com a raça I de *Hemileia vastatrix*.

Trat.	PI*	PL	PE	AFL	PEAFL	AFE	PEAFE	SEV	FI	NTP
1V	14,00	25,67	1,7x10 ⁴	16,19	1,2 x10 ³	1,96	2,2 x10 ⁴	29,00	15,73	284,00
2V	13,00	23,67	7,8 x10 ⁵	50,38	1,4 x10 ⁴	21,19	5,1 x10 ⁴	52,67	15,44	673,00
3V	17,67	-----	0,00	1,49	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00
4V	13,00	24,67	5,0 x10 ⁵	55,71	1,2 x10 ⁴	5,60	1,1 x10 ⁵	32,33	16,58	599,00
5V	14,00	-----	0,00	10,91	0,00	0,00	0,00	12,17	0,00	0,00
6V	12,33	23,67	2,7 x10 ⁶	97,01	2,1 x10 ⁴	43,61	4,1 x10 ⁴	40,67	4,45	395,33
7V	12,33	22,00	3,2 x10 ⁶	78,66	4,1 x10 ⁴	35,47	8,4 x10 ⁴	56,00	6,62	525,33
8V	16,00	25,00	3,3 x10 ³	5,98	4,5 x10 ²	0,16	7,1 x10 ³	11,33	4,21	31,00
9V	12,33	29,00	4,0 x10 ³	7,99	6,0 x10 ²	0,15	1,4 x10 ⁴	10,33	5,42	54,67
10V	13,00	22,33	5,9 x10 ⁵	50,99	1,2 x10 ⁴	9,89	6,5 x10 ⁵	38,00	11,10	501,33
11V	13,00	20,00	1,1 x10 ⁷	98,91	1,1 x10 ⁵	74,79	1,6 x10 ⁵	57,67	5,07	412,33
12V	11,67	22,00	5,9 x10 ⁶	55,13	1,0 x10 ⁵	39,62	1,7 x10 ⁵	42,33	4,18	226,67
13V	13,00	24,00	6,4 x10 ⁵	49,47	1,1 x10 ⁴	11,17	6,5 x10 ⁴	34,00	2,52	130,67
Catuai	13,00	24,50	3,0 x10 ⁵	14,26	1,5 x10 ⁴	2,18	1,0 x10 ⁵	13,50	12,25	219,33

* PI = período de incubação, PL = período latente, PE = produção de esporos, AFL = área foliar lesionada, PEAFL = produção de esporos por área foliar lesionada, AFE = área foliar esporulada, PEAFE = produção de esporos por área foliar esporulada, SEV = severidade com escala, FI = frequência de infecção, NTP = número total de pústulas, ---- = a ferrugem não esporulou nesses clones.

O método estatístico usado para confirmar o agrupamento foi o cálculo da distância euclidiana média padronizada. Com base nessa medida de dissimilaridade foi realizado o agrupamento usando o método de otimização de Tocher. Os resultados dessa análise definiram quatro grupos de plantas: resistentes (grupo R, clones 3V, 5V, 8V e 9V), moderadamente resistentes (grupo MR, clones 1V, 2V, 4V, 10V, 13V e Catuai vermelho IAC 44), moderadamente suscetíveis (grupo MS, clones 6V e 7V) e suscetíveis (grupo S, clones 11V e 12V), exatamente os mesmos agrupados na Figura 1.

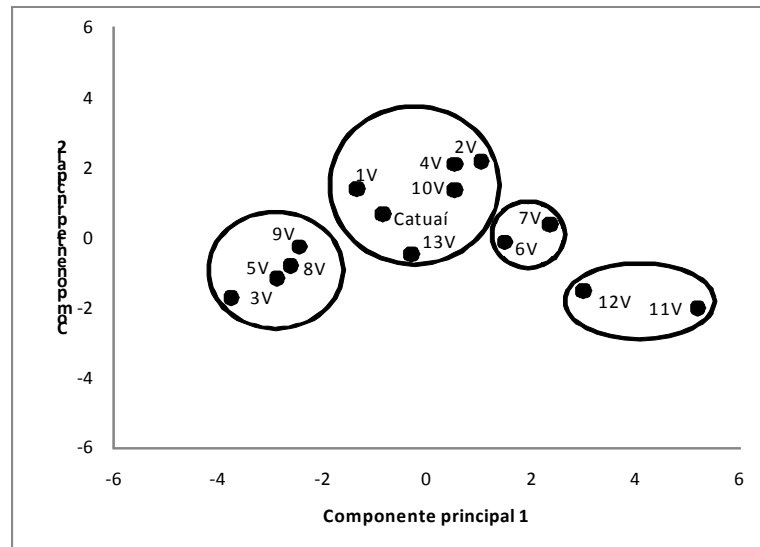
Dessa forma, em um programa de melhoramento do cafeeiro conilon que visa identificar clones com maior resistência à ferrugem, seria desejável o uso de plantas do grupo R (clones 3V, 5V, 8V e 9V), ou seja, as plantas mais resistentes à raça I de *H. vastatrix* dentre os genótipos analisados, ao avaliar os 10 componentes de resistência conjuntamente.

Tabela 3 - Estimativas dos autovalores e autovetores dos 10 componentes de resistência avaliadas nos clones de café conilon inoculados com a raça I de *Hemileia vastatrix*.

Componente principal (CP)	Autovalor	Variância acumulada (%)	Autovetores									
			Y1*	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
CP 1	6,371	63,710	-0,260	-0,360	0,333	0,358	0,336	0,359	0,335	0,362	0,075	0,267
CP 2	1,921	82,920	-0,204	-0,722	-0,341	0,020	-0,315	-0,233	-0,054	0,156	0,647	0,487
CP 3	0,669	89,610	0,364	-0,211	-0,400	0,409	-0,291	0,245	-0,568	0,299	-0,281	0,249
CP 4	0,573	95,340	0,828	-0,214	0,192	-0,209	0,159	-0,027	0,158	-0,049	0,341	0,139
CP 5	0,211	97,440	-0,734	0,728	0,394	-0,069	0,164	0,299	-0,226	-0,045	0,331	0,156
CP 6	0,122	98,660	0,168	0,348	-0,141	0,486	-0,110	-0,075	0,517	-0,395	-0,196	0,339
CP 7	0,089	99,560	0,080	0,307	-0,206	-0,339	0,302	-0,272	0,153	0,574	-0,352	0,315
CP 8	0,024	99,790	0,163	0,263	-0,074	0,360	-0,169	-0,152	0,241	0,491	0,275	-0,590
CP 9	0,014	99,940	0,078	0,052	-0,718	0,031	0,380	0,531	-0,011	-0,051	0,151	-0,149
CP 10	0,006	100,000	0,003	-0,039	-0,012	0,416	0,612	-0,531	-0,371	-0,139	0,102	-0,021

* Y₁ = período de incubação, Y₂ = período latente, Y₃ = produção de esporos, Y₄ = área foliar lesionada, Y₅ = produção de esporos por área foliar lesionada, Y₆ = área foliar esporulada, Y₇ = produção de esporos por área foliar esporulada, Y₈ = severidade com escala, Y₉ = frequência de infecção, Y₁₀ = número total de pústulas.

Figura 1 - Dispersão gráfica dos escores dos componentes principais 1 e 2 para os clones de conilon e do Catuaí vermelho IAC44 avaliados com a raça I de *Hemileia vastatrix*.



CONCLUSÕES

- 1) Quatro níveis de resistência à ferrugem foram formados com os componentes de resistência avaliados: resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente suscetíveis e suscetíveis à raça I de *H. vastatrix*;
- 2) Os clones 3V, 5V, 8V e 9V da variedade Conilon Vitória são os mais resistentes à raça I de *H. vastatrix*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELOTTI, F.; SCAPIN, C.R.; TESSMANN, D.J.; VIDA, J.B.; VIEIRA, R.A.; SOUTO, E.R.D. Resistência de genótipos de videira à ferrugem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1129-1134. 2008.
- BETTENCOURT, A.J.; RODRIGUES, C.J. Principles and practice of coffee breeding for resistance to rust and other diseases. p.199-235. In: CLARKE, R.J.; MACRAE, R. (Eds.) **Coffee Agronomy**. London: Elsevier. 1988.
- CABRAL, P.G.C.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIM, L.; LELIS, T.P.; CAPUCHO, A.S.; CAIXETA, E.T. Identification of a new race of *Hemileia vastatrix* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v.4, p.129-130. 2009.
- CAPUCHO, A.S.; CAIXETA, E.T.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; ZAMBOLIM, L. Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV 443-03 à ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.3, p.276-282. 2009.
- CAPUCHO, A.S.; ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H.S.S.; VAZ, G.R.O. Development and validation of a standard area diagram set to estimate severity of leaf rust in *Coffea arabica* and *C. canephora*. **Plant Pathology**, 2011 (no prelo).
- ESKES, A.B. The use of leaf disk inoculations in assessing resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v.88, p.127-141. 1982.
- FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A.; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; MUNER, L.H. (Eds.) **Café Conilon**. Vitória-ES, 2007.
- GRIFFITHS, H.M.; JONES, D.G. Components of partial resistance as criteria for identifying resistance. **Annals of Applied Biology**, v.110, p.603-610. 1987.
- JOHNSON, R.; TAYLOR, A.J. Spore yield of pathogens in investigations of the race-specificity of host resistance. **Annual Review of Phytopathology**, v.14, p.97-119. 1976.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v.23, p.187-200, 1958.
- PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, v.17, p.203-222. 1979.
- SILVA, D.G.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; FONSECA, A.F.A.; VALE, F.X.R. Identificação de raças de *Hemileia vastatrix* no estado do Espírito Santo. **Simpósio de Pesquisa dos Cafês do Brasil**, 2000.
- VALE, F.X.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. QUANT: A software plant disease severity assessment. **Proceedings of the 8th International Congress of Plant Pathology**, New Zealand, v.8, p.105. 2003.
- ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G.M. Efeito de baixas temperaturas e do binômio temperatura-umidade relativa sobre a viabilidade dos uredosporos de *Hemileia vastatrix* e *Uromyces phaseolityca*. **Experientiae**, p.151-184. 1974.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Manejo integrado das doenças do cafeeiro. p.134-215. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Produção de café com qualidade**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa. 1999.