

REGULAÇÃO FENÓLICA DA RESISTÊNCIA À INFECÇÃO POR *MICROCYCLUS ULEI* HENN V. ARX EM PROGÊNIE DE *HEVEA*¹

FRANCISCO ANTÔNIO DE OLIVEIRA PITA², NILTON T.V. JUNQUEIRA³,
ACELINO COUTO ALFENAS⁴ e MARCO ANTÔNIO OLIVA CANO⁵

RESUMO - Foram estudadas três progênies de seringueira, com diferentes níveis de resistência ao isolamento de *M. ulei*, denominado UNA: Fx 25 (moderadamente suscetível), Fx 2804 (altamente suscetível) e P10 (resistente). A inoculação foi realizada no quarto lançamento, com folíolos de seis a oito dias de idade. As progênies foram mantidas em câmara de crescimento. Após 24, 72 e 144 horas foram feitas coletas dos folíolos inoculados e não inoculados e realizou-se a quantificação do teor de fenóis, antocianina e clorofila. Observou-se que as progênies Fx 25 e Fx 2804 apresentaram baixos níveis de fenóis e decréscimo no nível de clorofila, grande número de lesões e esporulação. A progênie P10 apresentou alto teor de fenóis com relação à testemunha, bem como de clorofila, não apresentando lesões. O nível de antocianina decresceu em todas as progênies. Assim, a resistência da seringueira à infecção por *M. ulei* parece estar associada à variação do teor de fenóis em suas folhas.

Termos para indexação: antocianina, clorofila, fenol, folha, lesão.

PHENOLIC REGULATION OF RESISTANCE TO *MICROCYCLUS ULEI* HENN V. ARX. INFECTION IN *HEVEA* PROGENIES

ABSTRACT - Three progenies of *Hevea*, with different levels of resistance to isolation of *M. ulei* (UNA) were studied. The progenies were: Fx 25 (moderately susceptible), Fx 2804 (highly susceptible) and P10 (resistant). The inoculation was made at the fourth flushing, with six to eight day-old leaflets. The progenies were maintained in a growth chamber. After 24, 72 and 144 hours, inoculated and noninoculated leaflets were collected to determine phenol, anthocyanin and chlorophyll contents. Progenies Fx 25 and Fx 2804 showed low phenol levels, decreasing levels of chlorophyll and a great number of injuries and sporulation. Progenie P10 showed high levels of phenol and chlorophyll, compared to the control. It did not show any injury. The anthocyanin levels decreased in all progenies. Consequently, *Hevea* resistance to *M. ulei* infection seems to be related to variations of leaf phenol levels.

Index terms: anthocyanin, chlorophyll, phenol, leaf, injury.

INTRODUÇÃO

Dentre as várias enfermidades da seringueira (*Hevea* spp.), a mais importante é o "mal-sul-americano-das-folhas", que tem como agente causal o fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) V. Arx (*Fusicladium macrosporum*) (Chee 1978).

Essa doença ataca os folíolos com até dez dias de idade, podendo provocar sua queda, redução da área foliar, pelo atrofiamento, ou pontuações necróticas dos locais infectados, e

¹ Aceito para publicação em 21 de fevereiro de 1990.

Extraído do trabalho de tese do primeiro autor, apresentada na Univ. Fed. de Viçosa para obtenção do Grau de Mestre em Fisiologia Vegetal.

² Eng.-Agr., Inst. Nac. de Pesq. da Amazônia (INPA), Caixa Postal 478, CEP 69083 Manaus, AM.

³ Eng.-Agr., Ph.D., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPAA), Caixa Postal 319, CEP 69090, Manaus, AM.

⁴ Eng.-Agr., Ph.D., Prof., Dep. de Fitopatologia, Univ. Fed. de Viçosa, Viçosa, MG.

⁵ Biol., Dr., Rec. Nat., Prof., Dep. Biol. Veg., Univ. Fed. de Viçosa, Viçosa, MG.

diminuição do diâmetro de brotação. Esses fatores concorrem para uma marcante redução da produção de látex (Camacho 1963). Por causa da periodicidade de crescimento característico da espécie, pode ocorrer o esgotamento e morte da planta.

Apesar das excelentes condições edafoclimáticas para o desenvolvimento e expansão da heveicultura (Santos 1982), a partir de 1951 o Brasil passou a ser importador de borracha natural, em consequência dessa doença.

Foram acionados dois programas para aumentar a produtividade: o melhoramento genético, para concentrar no mesmo indivíduo características de alta produção e resistência ao "mal-das-folhas", e a ampliação do plantio em áreas de escape, com condições climáticas inadequadas ao ciclo reprodutivo do *Microcyclus ulei* (Brasil. SUDHEVEA 1970; Valois 1977).

Através do melhoramento genético foram obtidos clones altamente produtivos, mas todos, até o momento, suscetíveis ao ataque inicial do patógeno. Nas áreas de escape, os seringueiros têm proporcionado boas respostas. No entanto, verifica-se a possibilidade de, num futuro bem próximo, ser a produção limitada pelo aumento da incidência da doença, causado pelo manejo inadequado e uma possível adaptação do patógeno. Na maioria das áreas de escape já foi comprovada a presença de cepas altamente virulentas de *M. ulei*. A capacidade de desenvolvimento dessas raças pode provocar decréscimo na produção, pela infecção de clones até agora considerados resistentes. A germinação dos conídios, a formação das hifas e sua penetração na cutícula foram observadas em todos os clones, suscetíveis, resistentes e altamente resistentes (Blasquez & Owen, 1963). O uso de defensivos químicos tem sido ineficaz em grandes áreas, além de encarecerem o custeio da cultura.

No melhoramento genético tradicional, pouca ênfase tem sido dada, a parâmetros fisiológicos do metabolismo interno da espécie (Brasil. SUDHEVEA 1970), tais como pigmentos ou metabólitos internos, que inibam a colonização do *M. ulei* ou induzam a tolerância

dos clones à seca nas áreas de escape (Moraes 1982).

A resistência de espécies vegetais a patógenos específicos, pelo acúmulo de substâncias fungitóxicas – as principais são os compostos fenólicos – foi estudada, por vários pesquisadores, como possível solução para a suscetibilidade dessas espécies (Echandi & Fernandez 1962, Blasquez & Owen 1963; Biehn et al. 1968a,b, Kosuge 1969).

A presença e o efeito de substâncias fenólicas tóxicas a *M. ulei*, em folhas de clones de seringueira, IAN 710, resistente, e GA 1126, suscetível, foram estudados por Figari (1965), que verificou ser inibida a germinação dos conídios em extrato de folhas resistentes.

O kaempferol 3 – ramnodiglicosídeo é um composto ligado à resistência de clones de *Hevea* spp. ao patógeno, em razão de apresentar alto efeito inibidor da germinação de conídios de *M. ulei* (Martins et al. 1970). Entretanto, Hashim et al. (1980) não encontraram correlação direta entre a concentração de compostos fenólicos em folhas doentes de *Hevea brasiliensis* e o grau de resistência ao *M. ulei*. Verificaram, no entanto, que o teor de quercetina era elevado nas folhas de clones resistentes. A AIA-oxidase e as peroxidases tinham elevada atividade em folhas suscetíveis e aumentavam com a infecção.

Informações acerca da resistência bioquímica de plantas de seringueira a patógenos específicos são escassas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente o conteúdo de compostos fenólicos totais de três progênies de seringueira submetidos à infecção por um isolado de *M. ulei* altamente agressivo contra a progênie Fx 2804, não agressivo contra a progênie P 10 e menos agressivo contra a progênie Fx 25, bem como relacioná-lo com a resistência bioquímica dessas progênies à infecção pelo patógeno.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se neste estudo três progênies de seringueira, Fx 25 (moderadamente suscetível), Fx 2804 (altamente suscetível) e P 10 (resistente),

com diferentes níveis de resistência ao isolamento de *M. ulei*, denominado UNA, de acordo com a Micoteca do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa. Todos os clones eram provenientes de enxertos e cultivados em sacolas de polietileno até o quarto lançamento de idade, quando foram inoculados.

A inoculação do *M. ulei* foi feita na face abaxial de folíolos do quarto lançamento, com seis a oito dias de idade, com o auxílio de um atomizador (Air Brush - Califórnia, USA). Empregou-se uma suspensão que continha 2.10^5 conídios. ml^{-1} , com 70 por cento de germinação, provenientes de cultivos do fungo com doze dias de incubação no meio de cultura M.3 (Junqueira et al. 1984).

As progênies inoculadas foram mantidas em câmara úmida, a 24°C e 97 por cento ($\pm 2\%$) de umidade relativa, com regime de doze horas de escuro e doze horas de luz (1800 a 2000 lux). Depois de 24 horas, as plantas foram removidas da câmara úmida e mantidas em câmaras de crescimento, a 24°C, com umidade relativa de 85%, com o mesmo regime de luz.

Os folíolos inoculados e não-inoculados foram coletados as 24, 72, 144 horas após a inoculação, realizando-se então a determinação de fenóis totais, com base no ácido clorogênico, de antocianina e de clorofila.

O teor de fenóis foi determinado espectrofotometricamente, utilizando-se o reagente de Arnou (Johnson & Schaal 1957). Um folíolo de seringueira, previamente pesado, foi triturado em almofariz, e a extração foi efetuada com etanol a 95 por cento. A purificação do extrato etanólico foi feita através de filtração em papel, e o volume foi completado para 25 ml. Em tubo de ensaio foi colocado 1 ml do extrato etanólico, a que se adicionaram 1 ml de água, 1 ml de HCl 0,5 N, 1 ml do reagente de Arnou, 10 ml de água destilada e 2 ml de NaOH, 1N. Imediatamente após a homogeneização, essa mistura foi lida a 515 nm, tendo como branco a mesma mistura, excluindo-se o reagente de Arnou que foi substituído por 1 ml de água destilada (Johnson & Schaal 1957, Seever & Daly 1970). A concentração de fenóis totais foi expressa com base no ácido clorogênico, utilizando-se a seguinte equação:

$$FT = \frac{A_{515} \cdot 0,1 \cdot V}{0,248 \cdot MF}$$

sendo FT a concentração de fenóis totais, em $mg \cdot g^{-1}$ MF; A_{515} , a absorbância a 515 nm; 0,1 o fator de

conversão; V, o volume de amostra, em ml; 0,248, a absorbância do ácido clorogênico (1 mg em 15 ml da mistura reativa); MF, o peso da matéria fresca da amostra, em gramas.

A antocianina foi extraída de dez discos foliares previamente pesados, tomados ao longo da nervura central e mantidos por 24 horas, em 5,0 ml de metanol-HCl (99:1, v/v), refrigerador (Downs & Sielgelman 1962). O extrato metanólico foi centrifugado e o volume completado para 10,0 ml. Procedeu-se à leitura das absorbâncias, em espectrofotômetro, a 530 nm para antocianinas e a 620 nm e 650 nm, para eliminar a interferência dos pigmentos clorofílicos (Sielgelman & Hendricks 1958, Creasy 1968a). O cálculo da concentração de antocianinas foi feito segundo Creasy (1968b), através da seguinte equação: $A_{ant} = (A_{530} - A_{620}) - 0,1 (A_{650} - A_{620})$. A absorbância corrigida foi convertida em moles de antocianina, usando o coeficiente de extinção molar de 34.300 para a absorção máxima a 530 nm (Sielgelman & Hendricks 1958).

O conteúdo de clorofila foi estimado pela diferença entre as absorbâncias a 650 nm e a 620 nm, obtidas da determinação da antocianina (Creasy 1968b).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com três repetições para cada uma das progênies utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que 72 horas após a inoculação as progênies Fx 25 e Fx 2804, suscetíveis, e o P 10, resistente (Junqueira et al. 1984), apresentavam folhas com desenvolvimento inicial do fungo.

Na Fig. 1, observou-se que houve aumento na concentração de fenóis totais em progênies resistentes, em resposta à inoculação, causado, provavelmente, por uma alteração no metabolismo do hospedeiro (Biehn et al. 1968b; Kojima & Uritani 1973). Verificou-se, ainda que as progênies Fx 25, moderadamente suscetível, e Fx 2804, altamente suscetível a esse isolado, mantiveram baixos e constantes os níveis de fenóis totais. Nessas mesmas progênies, após o décimo segundo dia, as folhas infectadas apresentavam-se totalmente lesionadas, deformadas e com dimensões re-

duzidas. A progênie Fx 2804 apresentou lesões com muita esporulação na face abaxial dos folíolos; a progênie Fx 25, porém, apresentou pouca esporulação.

A progênie P 10 (*Hevea pauciflora*) apresentou comportamento oposto. Na fase inicial da infecção pelo *M. ulei*, houve o aparecimento de pontos necróticos. No entanto, após 144 horas de inoculação não se observaram evidências de colonização. Verificaram-se alguns pequenos pontos cloróticos, com menos de 1,0 mm de diâmetro, e nenhum dano aparente e atribuiu-se a não-esporulação do fungo à presença de substâncias fenólicas. Mesmo assim, a dimensão dos folíolos e o diâmetro do lançamento foram ligeiramente menores que os da testemunha. Híbridos de *H. pauciflora* mostram comportamento semelhante às dessa espécie, apresentando folhagem idêntica à da planta matriz, sendo quase imunes ou altamente resistentes à infecção por *M. ulei*, porém com baixa produtividade (Brasil. SUDHEVEA 1970).

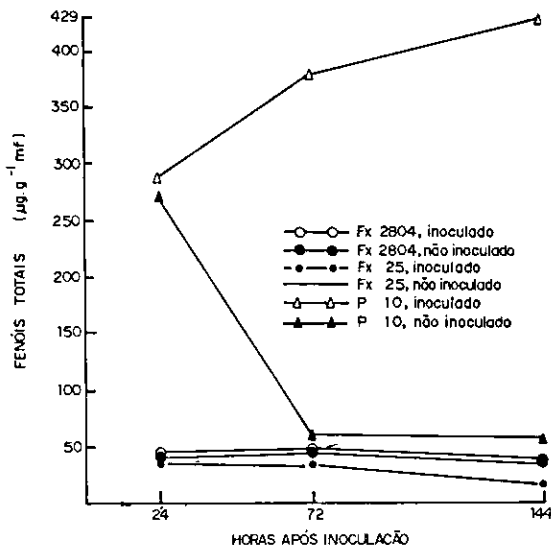


FIG. 1. Fenóis Totais, com base no Ácido Clorogênico, em Progênies de *Hevea* spp. Inoculados e não inoculados com *Mycrococcus ulei*.

Verificou-se que a progênie Fx 25 apresentou $1,54 \pm 0,26$ lesões.cm⁻² de superfície foliar, com poucos conídios por lesões. A progênie Fx 2804 apresentou $1,41 \pm 0,21$.cm⁻², com esporulação abundante. No entanto, o clone P 10 não apresentou lesões após o décimo segundo dia de inoculação; apenas pequenos pontos cloróticos, com menos de 1,0 mm de diâmetro. O diâmetro médio das lesões foi de $1,8 \pm 0,3$ mm para a progênie Fx 25, e de $3,1 \pm 0,2$ mm para o Fx 2804.

Nas plantas resistentes, as hifas são menores (Blasquez & Owen 1963), com síntese e acúmulo de compostos fenólicos em tecidos da planta, em resposta à infecção (Kosuge 1969). A síntese desses compostos dar-se-ia através da cadeia shiquímica, associada com a enzima fenilalanina-amonialiasa (PAL). Essa enzima catalisa a primeira etapa da conversão da fenilalanina em muitos produtos naturais, como os flavonóides e ácidos fenólicos. Em *Eucalyptus sieberiana*. F. Muell, a quantidade de ácido shiquímico aumenta linearmente com o peso da folha, e é maior nas folhas novas, aumentando então o teor de polifenóis (Hillis 1959).

O nível de antocianina foi bem mais baixo na progênie resistente (Fig. 2). O principal grupo de substâncias responsáveis pela resistência ao *M. ulei* são os flavonóides (Figari 1965). Dentre eles encontram-se os pigmentos antocianínicos, cuja degradação origina a formação de compostos fenólicos. A conversão de compostos fenólicos em glicosídeos seria um recurso para desintoxicar a planta (Kosuge 1969). Estudando duas antocianinas isoladas de morango, a pelargonidina-3-monoglicosídeo e a cianidina-3-monoglicosídeo, Pratt et al. (1960) verificaram que a glicose resultante da hidrólise desses pigmentos pode servir como fonte de carbono para o crescimento de *E. coli*.

Langdon (1966), desenvolvendo meio de cultura para *M. ulei*, verificou que os açúcares maltose, glicose e sacarose podem ser substituídos por extrato de malte em ágar com extrato de folhas jovens de *Hevea* spp.

Em discos de folhas de morangueiro, a sín-

tese de flavonóides depende de fotossíntese e do metabolismo dos carboidratos que controlam a síntese de antocianina (Creasy 1968b).

Király & Farkas (1962) mostraram que, em trigo, a resistência à infecção fúngica está associada com rapidez com que essas plantas acumulam compostos fenólicos. Maiores teores de fenóis são acumulados em plântulas de *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris* e *Phaseolus limensis* quando inoculadas com *Helminthosporium carbonum* Ullstrup (Biehn et al. 1968b).

O nível de clorofila total tende a diminuir nas folhas infectadas, encontrando-se as menores concentrações nos clones suscetíveis (Fig. 3). Esse comportamento é causado, provavelmente, pelo aumento das áreas lesionadas, em consequência da penetração das hifas e toxinas liberadas pelo patógeno. A penetração do fungo causaria a desintegração dos cloroplastos, promovendo a redução da concentração de clorofila (Blasquez & Owen 1963). Essa clorose pode ser intensificada

pelo acúmulo de amônia nos tecidos da planta (Harbone 1977).

Os fatores do ambiente, como: a densidade do fluxo radiante, a temperatura do ar e o déficit hídrico influenciam a espessura da cutícula, modificando a resistência mecânica à penetração de patógenos. Alta temperatura e baixa umidade do ar induzem um espessamento da cutícula, formando uma barreira à penetração e ao movimento de exsudados, influenciando assim o grau de suscetibilidade à infecção (Kuc 1966, Harbone 1977).

A redução da área foliar e do diâmetro da brotação em plantas infectadas pode ser causada por um bloqueio mecânico do fungo ou de suas toxinas nos tecidos condutores, impedindo o fluxo de nutrientes das folhas velhas para as novas. As características anátomo-morfo-fisiológicas das folhas de seringueira no décimo dia de idade, idade-limite da suscetibilidade ao *M. ulei*, foram modificadas pelo estado hídrico da planta e apresentaram comportamento diferenciado, de acordo com a espécie. Os teores de antocianina, a espessura da epiderme e a espessura total da folha de *H.*

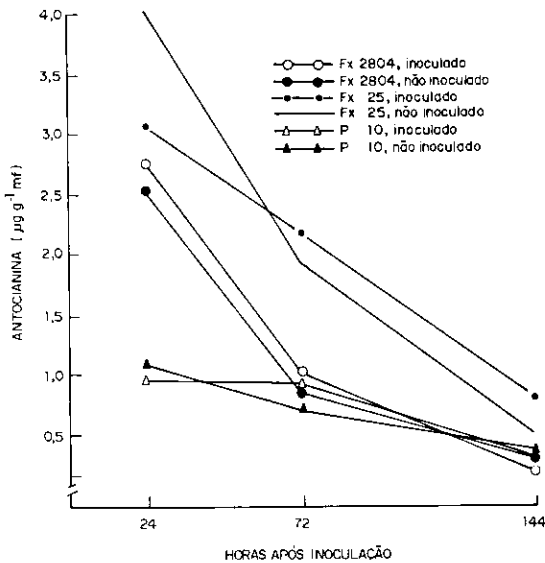


FIG. 2. Teor de Antocianina em Progênies de *Hevea* spp. Inoculados e não inoculados com *Microcyclus ulei*.

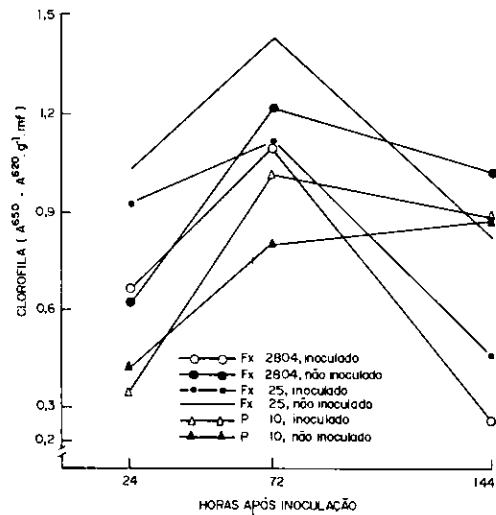


FIG. 3. Teor de Clorofila em Progênies de *Hevea* spp. Inoculados e não inoculados com *Microcyclus ulei*.

pauciflora foram mais altos, comparados com os obtidos para *H. brasiliensis*, considerada suscetível ao *M. ulei*.

Vários fungos fitopatogênicos apresentam a capacidade de redirecionar o crescimento do hospedeiro (Sequeira 1973). Isso demonstra que o nível de auxinas nos tecidos afetados pode aumentar ou decrescer, dependendo da interação de patógeno e hospedeiro. O aumento do nível de ácido abscísico tem sido comprovado em plantas com estresse hídrico (Sequeira 1973).

Folhas de tomateiro em crescimento, infectadas por *Verticillium albo-atrum*, translocam quantidades de ácido indolacético e compostos tóxicos para outras partes da planta, onde eles aumentam a permeabilidade das células à perda de água (Pegg & Selman 1959). Esse efeito inicial seria acumulativo, levando ao decréscimo da eficiência fitossintética, em razão de aumentar a resistência estomática ao CO₂. Essa redução limitaria a contribuição de fotoassimilados para as folhas juvenis, que não seriam capazes de se expandir a uma taxa de crescimento normal, com a agravante do aumento da perda de água (Selman & Pegg 1957). Nas folhas jovens é relativamente alto o teor natural de ácido indolacético. Contudo, recebendo outras substâncias do patógeno no estágio inicial da infecção, a expansão foliar é o primeiro processo de crescimento a ser afetado (Selman & Pegg 1957, Pegg & Selman 1959).

Os flavonóides podem atuar como reguladores do crescimento, graças a seus vários grupos hidroxílicos, facilmente ligados a enzimas, que constituem, desse modo, potentes inibidores de alguns sistemas enzimáticos (Harbone 1980). Esses flavonóides, especificamente a quercetina e o kaempferol, na forma de glicosídeos acilados, atuam sobre o sistema enzimático AIA – AlAoxidase (Sequeira 1973; Wareing & Phillips 1981).

Em geral, os derivados do kaempferol estimulam a AIA – oxidase. São co-fatores enzimáticos, causando o aumento da destruição do ácido indolacético e diminuindo a taxa de crescimento da planta (Leopold & Kriedemann 1975). Em contraste, a quercetina tem rapida-

mente oxidado seu núcleo catecol, com ação protetora sobre o AIA, sendo preferencialmente oxidada pela enzima.

Assim, as variações nas concentrações de quercetina e kaempferol podem estar relacionadas com a resistência das plantas às doenças (Figari 1965, Hashim et al. 1980), e, provavelmente, com o desenvolvimento vegetativo das partes afetadas por *M. ulei*. Por conseguinte, o bloqueio mecânico dos tecidos condutores, a presença de toxinas e o aumento do conteúdo de fenóis nas progêneses resistentes, principalmente kaempferol (Martins et al. 1970), reduziriam a atividade do AIA, influenciando o desenvolvimento vegetativo do lançamento (Gortner & Kent 1958).

A presença de reguladores de crescimento reduz o tamanho das lesões e as peroxidases estariam envolvidas nessa redução (Hashim et al. 1980). A infecção por fungos patogênicos de fragmentos de raiz de batata aumenta a atividade da PAL, medida através da produção de ácido clorogênico, cujo teor aumentou 100 vezes 48 horas após a inoculação (Minamikawa & Uritani 1964). Essa interação de hospedeiro e patógeno envolve, provavelmente, a repressão e a indução da síntese enzimática. O aumento do teor de fenóis decorre do aumento da atividade do ciclo das pentoses fosfatadas (Király & Farkas 1962), através do aumento da atividade de suas enzimas ou da disponibilidade de co-fatores (Zucker 1965).

CONCLUSÕES

1. A resistência da seringueira (*Hevea* spp.) à infecção por *Microcyclus ulei* parece estar associada à variação do teor de fenóis de suas folhas.

2. A progênie P 10 (*H. pauciflora*) apresentou elevado conteúdo inicial de fenóis totais, que aumentou após a inoculação com *M. ulei*, o que constitui vantagem para possível defesa contra a colonização pelo patógeno.

3. As progêneses Fx 25 e Fx 2804 apresentaram baixo teor inicial de fenóis, o que demonstra serem suscetíveis ao ataque pelo *M.*

ulei, que completavam todo o ciclo em suas folhas.

4. A concentração inicial de antocianina parece ser inversamente proporcional ao teor de fenóis.

5. A concentração de clorofila diminuiu nas progênies suscetíveis infectadas, promovendo a diminuição da produção de fotoassimilados, e, conseqüentemente, a redução da produção da seringueira.

6. O melhoramento da seringueira, objetivando o aumento do teor de fenóis em suas folhas, possibilitaria o aumento da produtividade nas áreas tradicionais e evitaria que, no futuro, as próprias áreas de escape viessem a apresentar a doença.

REFERÊNCIAS

- BIEHN, W.L.; KUĆ, J.; WILLIAMS, E.B. Accumulation of phenols in resistant plant-fungi interactions. *Phytopathology*, **58**:1255-60, 1968a.
- BIEHN, W.L.; WILLIAMS, E.B.; KUĆ, J. Fungitoxicity of phenols accumulating in *Glycine max* - fungi interactions. *Phytopathology*, **58**: 1261-64, 1968b.
- BLASQUEZ, C.H. & OWEN, J.H. Histological studies of *Dothidella ulei* on susceptible and resistant *Hevea* clones. *Phytopathology*, **53**:58-65, 1963.
- BRASIL. SUDHEVEA. *Heveicultura no Brasil*. Brasil, GERPLASE, 1970. 225p.
- CAMACHO, E. Rendimento de clones de *Hevea* resistentes a *Dothidella ulei*. *Turrialba*, **13**: 135-7, 1963.
- CHEE, K.H. South american leaf blight of *Hevea brasiliensis* culture of *Microcyclus ulei*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, **70**:341-4, 1978.
- CREASY, L.L. The significance of carbohydrate metabolism in flavonoid synthesis in strawberry leaf disk. *Phytochemistry*, **7**:1743-49, 1968a
- CREASY, L.L. The role of low temperature in anthocyanin synthesis in 'McIntosh' apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **93**:716-24, 1968b.
- DOWNS, R.J. & SIELGELMAN, H.W. Phytocontrol of anthocyanin synthesis in milo seedling. *Plant Physiol.*, **38**:25-30, 1963.
- ECHANDI, E. & FERNANDEZ, C.E. Relación entre el contenido de ácido clorogénico y la resistencia a la llaga macana o cáncer de los cafetos causado por *Ceratocystis fimbriata*. *Turrialba*, **12**:87-90, 1962.
- FIGARI, A. Substâncias fenólicas tóxicas al hongo *Dothidella ulei* en hojas de clones de *Hevea brasiliensis*. *Turrialba*, **15**:103-10, 1965.
- GORTNER W. A. & KENT, M.J. The coenzyme requirement and enzyme inhibitors of pineapple indolacetic acid oxidase. *J. Biol. Chem.*, **233**: 731-35, 1958.
- HARBONE, J.B. Flavonoide. In: HESKETIE, J.D. & JONES, J.W., eds. *Phytochemistry*. New York, CRC Press, 1980. v.1, p.344-80.
- HARBONE, J.B. *Introduction to ecological biochemistry*. London, Academic Press, 1977. 243p.
- HASHIM, I.; CHEE, K.H.; WILSON, L.A. The relationship of phenols and oxidate enzymes with the resistance of *Hevea* to south american leaf blight. *Phytopath. Z.*, **97**:332-45, 1980.
- HILLIS, W.E. Shikimic acid in the leaves of *Eucalyptus sieberiana*. F. Muell. *J. Exp. Bot.*, **10**:87-89, 1959.
- JOHNSON, G. & SCHAAL, L.A. Chlorogenic acid other orthodihydricphenols in scabresistant russet burbank and scab-susceptible triumph potato tubers of different maturities. *Phytopathology*, **47**:253-55, 1957.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L.; ROMEIRO, R.S.; GASPAROTTO, L. Isomento, cultivo e esporulação de *Microcyclus ulei*, agente etiológico do mal das folhas de seringueira. *Rev. Ceres*; **31**(177): 322-31, 1984.
- KIRÁLY, Z. & FARKAS, G.L. Relation between phenol metabolism and rust resistance in wheat. *Phytopathology*, **52**:657-64, 1962.
- KOJIMA, M. & URITANI, I. Studies on chlorogenic acid biosynthesis in sweet root tissue in special reference to the isolation of a chlorogenic acid intermediate. *Plant Physiol.*, **51**:768-71, 1973.

- KOSUGE, E.T. The role of phenolics in host response to infection. *Ann. Rev. Phytopath.*, **7**: 195-225, 1969.
- KUĆ, J. Resistance of plants to infections agents. *Ann. Rev. Microbiol.*, **20**:337-70, 1966.
- LANGDON, K.R. Development of a new medium for culturing *Dothidella ulei* in quantity, *Phytopathology*, **56**:564-5, 1966.
- LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. *Plant growth and development*. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1975. 545p.
- MARTINS, E.M.F.; MORAES, W.B.C.; CARDOSO, R.M.G.; KUĆ, J. Purificação e identificação de uma substância ligada à resistência de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) ao fungo *Dothidella ulei* P. Henn. *Biológico*, **36**: 112-4, 1970.
- MINAMIKAWA, T. & URITANI, I. Phenylalanine and tyrosine deaminase in sliced on black root-infected sweet potato roots. *Arch. Biochem. Biophys.*, **108**:573-74, 1964.
- MORAES, V.H.F. Fisiologia. Parte 1. In: BRASIL. SUDHEVEA. *Curso de especialização em heveicultura*. Belém, 1982. 54p.
- PEGG, G.F. & SELMAN, I.W. An analysis of the growth response of young tomato plants to infection by *Verticillium albo-atrum*. II. The production of growth substances. *Ann. Appl. Biol.* **47**:11-131, 1959.
- PRATT, D.E.; POWERS, J.J.; SOMAATMADJA, D. Antocyanins. I. The influence of strawberry and grape anthocyanins on the growth of certain bacteria. *Food Res.*, **25**:26-32, 1960.
- SANTOS, P.M. *Efeito da interação enxerto x porta-enxerto em seringueira (Hevea spp.)*. Piracicaba, ESALQ, 1982. 66p. Tese Mestrado.
- SEEVERS, P.M. & DALY, J.M. Studies on wheat stem rust resistance controlled at the Sr6 locus. I. The role of phenolic compounds. *Phytopathology*, **60**:1322-28, 1970.
- SELMAN, I.W. & PEGG, G.F. An analysis of the growth response of young plants infection by *Verticillium albo-atrum*. *Ann. Appl. Biol.* **45**: 674-81, 1957.
- SEQUEIRA, L. Hormone metabolism in diseased plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **24**: 353-80, 1973.
- SELGELMAN, H.W. & HENDRICKS, S.B. Photocontrol of anthocyanin synthesis in apple skin. *Plant Physiol.*, **33**:185-90, 1958.
- VALOIS, A.C.A. Melhoramento. Parte V. In: BRASIL. SUDHEVEA. *I. Curso de Especialização em Heveicultura*. Belém, 1977. 158p.
- WAREING, P.F. & PHILLIPS, I.D.J. *Growth and differentiation in plants*. New York, Pergamon Press, 1981. 343p.
- ZUCKER, M. Induction of phenylalanine deaminase by light and its relation to chlorogenic acid synthesis in potato tuber tissue. *Plant Physiol.* **40**:779-84, 1965.