

CARACTERIZACIÓN DE RESISTENCIA INCOMPLETA A *Hemileia vastatrix* EN GENOTIPOS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) VARIEDAD BRAMÓN I

José Bustamante¹, Avelino Sarmiento¹, Anabel Casanova¹, Eligio Contreras¹, Cecilia Yáñez¹, Cristina Romero¹, Isbelia Peña¹, Alex Verenzuela¹, Nelly Morales¹, José Garnica¹ y Nélica de Colmenares²

RESUMEN

La roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) es la principal enfermedad que limita la producción en el mundo. El INIA-Táchira, mediante el programa de mejoramiento, ha presentado la variedad multilínea Bramón I con el objeto de conocer el grado de resistencia al patógeno que presentan algunas de sus líneas, se planteó el siguiente trabajo. Para ello se seleccionaron plantas individuales de 20 líneas de dicha variedad. Se colectaron uredosporas de hojas enfermas en variedades susceptibles y se preparó una solución de $5,7 \times 10^5$ uredosporas. ml⁻¹; asperjándose sobre 20 plantas de cuatro meses de edad. Durante tres meses se evaluaron componentes de resistencia incompleta: número de lesiones por hoja, número de lesiones esporuladas, tipo de reacción, porcentaje de plantas con lesiones esporuladas. Se cuantificó además el período de incubación, de latencia y de retención de hoja. Los resultados indican diferencias estadísticamente significativas en todas las variables evaluadas. De las veinte líneas evaluadas, sólo ocho mostraron la enfermedad en diferente grado, variando desde 0,07 hasta 12,78 lesiones esporuladas por hoja y desde 1,7 hasta 95% de plantas con lesiones esporuladas. Se destacan tres líneas que manifestaron la enfermedad en mayor grado que la variedad Catuaí usada como testigo, en todas las variables estudiadas. Para ellas, el valor de tipo de reacción varió entre 5,65 y 6,27 (máximo 7,67), mientras que en la variedad susceptible este valor fue de 5,38 (máximo 8,00).

Palabras clave adicionales: Roya, componentes de resistencia

ABSTRACT

Characterization of incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in coffee genotypes (*Coffea arabica* L.), var. Bramón I

The leaf rust (*Hemileia vastatrix*) is the main disease that limits the coffee production in the world. The INIA-Táchira in Venezuela, by means of the program of plant breeding, has presented the variety multiline Bramón I, and in order to know the resistance level to the pathogen in some of its lines, it was conducted this work. Individual plants of 20 lines of this variety were selected. A solution of 5.7×10^5 uredospores. mL⁻¹ coming from sinked leaves of susceptible varieties was sprayed on 20 plants four months old. During three months, components of incomplete resistance were evaluated: number of lesions per leaf, number of esporulated lesions, reaction type and percentage of plants with esporulated lesions. The incubation period, latency period and leaf retention period was also quantified. The results indicated significant differences in all the evaluated variables. Among the twenty evaluated lines, only eight of them showed the disease in different degree, varying from 0.07 to 12.78 esporulated lesions per leaf and from 1.7 to 95% of plants with esporulated lesions. Three prominent lines showed the disease in more degree than the variety Catuaí used as control, in all studied variables. For them, their value of reaction type varied between 5.65 and 6.27 (maximum 7.67), while for the susceptible variety the reaction type was about 5.38 (maximum 8.00).

Additional key words: Leaf rust, resistance components

INTRODUCCIÓN

La producción de café se basa fundamentalmente en las especies *Coffea arabica* y *C. canephora*, las cuales representan un 70 y 30% de la producción mundial, respectivamente.

En Venezuela se produce café proveniente de *C. arabica* casi en su totalidad, siendo ésta la única especie tetraploide ($2n = 4x = 44$ cromosomas) y autocompatible del género.

La resistencia a *Hemileia vastatrix*, agente causal de la roya, ha sido el principal objetivo de

Recibido: Octubre 23, 2000

Aceptado: Abril 30, 2001

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira, Bramón, Estado Táchira. CP 5030. email: jwbustamante@cantv.net

² Dpto. de Fitoquímica, Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), San Cristóbal, estado Táchira

los programas de mejoramiento genético de *C. arabica* en Latinoamérica y especialmente en Venezuela. La enfermedad ha mermado considerablemente la producción de café, limitando su cultivo en áreas de piso bajo (menor a 1000 msnm) y en otras regiones, con condiciones climatológicas favorables al patógeno (Sarmiento, 1998).

Estudios realizados en el Centro de Investigaciones de la Roya (CIFC) en Oeiras, Portugal, demuestran que existen al menos nueve genes implicados en la resistencia específica a la roya (Avelino et al., 1999). Así mismo, existen al menos 39 razas fisiológicas de *H. vastatrix*, (Rodríguez et al., 1993). De ellas, la raza II es la más distribuida geográficamente con 58,2%, la raza I con 14,4%, la III con 8,9% y la raza IV con 3,6% (Rodríguez, 1984). Aunque la raza II es la más difundida en el mundo, tiene un espectro de infección restringido, lo que quizás se deba a la homogeneidad genética de los cultivares de *C. arabica* (Becker-Raterink, 1991). Sin embargo, progenies derivadas del Híbrido de Timor han sido vencidas en su grado de resistencia por cepas de esta última raza del hongo (Varzea et al., 2001).

Una resistencia duradera es el principal objetivo de cualquier programa de mejoramiento, pero la utilización de cultivares resistentes en sistemas de monocultivo en grandes áreas propicia una presión de selección sobre poblaciones de fitopatógenos y la resistencia puede ser vencida en corto tiempo (Goncalves-Vidigay y Paisotto, 1999). Esto se minimiza mediante el uso de variedades multilíneas con resistencia horizontal y amplia diversidad genética que disminuye la presión selectiva del patógeno.

La transferencia de la resistencia en café a *H. vastatrix* ha provenido en su mayor parte de *C. canephora* venciendo la barrera de ploidía mediante un híbrido natural aparecido en Timor y denominado Híbrido de Timor. Este híbrido presenta las mismas características de *C. arabica* y ha representado la base de los programas de mejoramiento genético en Latinoamérica (Bertrand et al., 1999). De igual manera, existen otras fuentes de resistencia en germoplasma proveniente de Etiopía como Geisha, S17 Irgalen, S4-Agaro, S6-Cioccie, S12-Kaffa, B5 wush-wush y la Selección Kent de la India (Bettencourt y Echeverri, 1982; Anthony et al., 1999; Anzueto et

al., 2001; Anthony et al., 2001), las cuales representan la base genética de varias líneas que componen la variedad próxima a ser lanzada en Venezuela (Bustamante et al., 2000; Bustamante, 2001). Cada uno de los materiales mencionados posee diversos factores de resistencia a diferentes razas fisiológicas del hongo, pero es el Híbrido de Timor el que presenta el grupo fisiológico A, el cual muestra resistencia a todas las razas conocidas del hongo (Avelino et al., 1999).

Progenies de Catimores (Caturra x Híbrido de Timor), Cavimores (Catuaí x Catimor) y Sarchimores (Villa Sarchis x Catimor) fueron introducidas a Venezuela, a través del INIA-Táchira, ubicado en Bramón, estado Táchira, donde se inició un programa de evaluación en la década de los 80 y de la cual se seleccionaron un conjunto de líneas que conformaron la variedad Bramón I. Debido al desconocimiento del grado de resistencia al patógeno por parte de esta variedad, se planteó el presente trabajo con el objetivo de caracterizar la resistencia incompleta de 20 líneas de la variedad Bramón I en condiciones de invernáculo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 20 líneas de la variedad Bramón I en el campo experimental del INIA-Táchira, tomando como referencia una planta de cada línea (Cuadro 1).

De cada planta se cosecharon las mejores cerezas y de manera independiente fueron beneficiadas, fermentadas y lavadas. Luego de secas fueron almacenadas para su posterior soterrado en arena previamente esterilizada para su germinación. A los 60 días las plantitas obtenidas fueron transplantadas en bolsas de polietileno, y allí se mantuvieron en condiciones de vivero por cuatro meses hasta su inoculación con uredosporas de *H. vastatrix*.

Estas uredosporas fueron colectadas en hojas afectadas por la enfermedad provenientes de cafetales de variedades susceptibles (Caturra, Catuaí, Pacas y Typica), ubicadas en los principales municipios cafetaleros del estado Táchira (Junín, Córdoba, Libertad y Rafael Urdaneta). Las uredosporas se colocaron en tubos de vidrio. Este envase posteriormente fue colocado en otro de mayor capacidad, el cual contenía ácido sulfúrico al 32,6% y fue

almacenado a 5 °C, garantizando así un 50% de humedad relativa (metodología modificada de Castillo y Leguizamón, 1992). Luego se diluyó la cantidad de 110 mg de uredosporas en 100 ml de agua destilada para obtener una concentración de $5,7 \times 10^5$ uredosporas. mL⁻¹, usando para ello una cámara de Newbauer. Esta solución fue sometida a choque térmico en baño de María a 30 °C por 20 minutos con el objeto de incrementar el porcentaje de germinación (metodología modificada de Sarmiento, 1998), lográndose valores de germinación del 95 %.

Cuadro 1. Líneas de la variedad Bramón I evaluadas en relación con su resistencia a *Hemileia vastatrix*

| Línea número | Identificación CIAE – Táchira |
|--------------|-------------------------------|
| 1 | BRA214-ALP3 |
| 2 | BRA226-ALP3 |
| 3 | BRA228-ALP10 |
| 4 | BRA230-ALP13 |
| 5 | BRA201-ALP5 |
| 6 | BRA197-ALP8 |
| 7 | BRA194-ALP4 |
| 8 | BRA158-BA2812 |
| 9 | BRA125-BA4521 |
| 10 | BRA130-BA4911 |
| 11 | BRA138-BA4021 |
| 12 | BRA145-BA3812 |
| 13 | BRA79-LA3124 |
| 14 | BRA76-LA2335 |
| 15 | BRA63-LA2523 |
| 16 | BRA54-LA3324 |
| 17 | BRA2-LA2614 |
| 18 | BRA15-LA2425 |
| 19 | BRA23-LA2714 |
| 20 | BRA35-LA2821 |

Plantas en fase de vivero de la variedad Bramón I y la variedad comercial Catuaí (esta última usada como testigo) debido a ser la más cultivada en la mayoría de los pisos cafetaleros de Venezuela y tener alto potencial de rendimiento fueron inoculadas con la dilución de uredosporas usando un aspersor manual y posteriormente fueron cubiertas con papel periódico húmedo y una bolsa plástica. Luego se transfirieron a oscuridad total por 48 horas y temperatura de 22 °C para garantizar condiciones óptimas para la germinación de las uredosporas. Posteriormente, estas plantas fueron llevadas al invernáculo del CIAE – Táchira. Las progenies se evaluaron bajo

un diseño completamente aleatorizado, con tres repeticiones y 20 plantas por unidad experimental. Se marcaron tres hojas por planta y cada una se evaluó semanalmente, durante 90 días, el número de lesiones (NL: incidencia), número de lesiones esporuladas (NLE) y tipo de reacción (TR), es decir, el grado de daño de las lesiones (Eskes y Toma-Braghini, 1981). Así mismo, se evaluaron los componentes de resistencia incompleta (Eskes, 1982): período de incubación (PI: tiempo en días desde la inoculación hasta el inicio de los primeros síntomas), período de latencia (PL: tiempo en días desde la inoculación hasta la esporulación del 50% de las lesiones), incidencia de lesiones esporuladas (PPLE: porcentaje de plantas con lesiones esporuladas), período de retención de hojas (PRH: número de días desde la inoculación hasta la caída de las hojas debido a la enfermedad). Se hizo análisis de varianza para todas las variables usando el paquete estadístico Statistic versión 1.0. Debido a la ausencia de normalidad para un análisis de varianza de tipo paramétrico, los datos de NL, NLE, TR y PPLE fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para PL y PRH sólo se analizaron las líneas que manifestaron la enfermedad. Para el análisis de las variables PL, PRH y PI se usó la prueba de m.d.s. para comparar los diferentes genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las líneas, en general, presentaron diferencias ($p \leq 0,06$) para el período de incubación; el inicio de los primeros síntomas de la enfermedad en las plantas evaluadas ocurrió entre 24 y 31 días después de la inoculación (Cuadro 2). Es decir, todas las líneas mostraron reacción de hipersensibilidad, aunque las lesiones sólo progresaron en algunas de ellas.

Para las variables número de lesiones y número de lesiones esporuladas por hoja, transcurridos 60 días después de la inoculación, se detectaron diferencias altamente significativas entre las líneas evaluadas (Cuadro 2). Las líneas 2, 10 y 20 presentaron valores mayores que el testigo (variedad Catuaí).

Al analizar el tipo de reacción para cada una de las lesiones que presentaron los materiales, se observan diferencias altamente significativas entre ellos (Cuadro 2). Las líneas 2, 10 y 20 mostraron

un alto grado de susceptibilidad, inclusive superior a la variedad Catuaí.

Una característica que resume la variabilidad existente en la resistencia genética a la roya es el porcentaje de plantas con lesiones esporuladas (al menos una hoja con lesión esporulada). Al analizar esta variable (Cuadro 2), se puede observar que existen

diferencias altamente significativas entre los diferentes genotipos, siendo la línea 20 la que presentó el mayor promedio con 95%. Se destaca que nuevamente las líneas 2, 10 y 20 presentaron los mayores valores indicando un alto grado de susceptibilidad conjuntamente con la variedad Catuaí usada como testigo.

Cuadro 2. Manifestaciones de la roya en 20 líneas de café de la variedad Bramón I y en la variedad Catuaí inoculadas con uredosporas de *H. vastatrix* en condiciones de vivero.

| Línea | Período de incubación * (días) | Número de lesiones por hoja ** | Número de lesiones esporuladas por hoja ** | Tipo de reacción ** | Porcentaje de plantas lesiones esporuladas ** |
|--------|-----------------------------------|--------------------------------|--|---------------------|---|
| L1 | 27,38 abc | 0,42 ef | 0,13 ef | 0,28 b | 3,3 c |
| L2 | 26,55 abc | 5,46 c | 5,38 c | 5,65 a | 85,0 a |
| L3 | 24,73 a | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L4 | 31,06 c | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L5 | 25,83 ab | 0 f | 0 f | 0,02 b | 0 c |
| L6 | 27,13 abc | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L7 | 28,24 abc | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L8 | 28,49 abc | 0,87 ef | 0,27 ef | 0,20 b | 1,7 c |
| L9 | 27,74 abc | 0 b | 0 f | 0 b | 0 c |
| L10 | 24,67 a | 13,0 a | 12,78 a | 6,27 a | 90,0 a |
| L11 | 31,07 c | 0 f | 0,11 ef | 0 b | 1,7 c |
| L12 | 24,72 a | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L13 | 25,53 ab | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L14 | 30,05 bc | 0,23 f | 0,07 ef | 0,38 b | 3,3 c |
| L15 | 26,14 ab | 1,38 e | 1,05 e | 3,33 b | 21,7 b |
| L16 | 36,07 ab | 0,15 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L17 | 24,14 a | 0 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L18 | 28,11 abc | 0,10 f | 0 f | 0 b | 0 c |
| L19 | 25,10 a | 0,10 f | 0 f | 0,02 b | 0 c |
| L20 | 24,98 a | 11,1 b | 10,22 b | 5,90 a | 95,0 a |
| Catuaí | 25,23 a | 4,17 d | 3,55 d | 5,38 a | 83,3 a |

* Letras diferentes indican medias estadísticamente diferentes (m.d.s; $\alpha = 0,01$)

** Letras diferentes indican medias estadísticamente diferentes (Kruskal-Wallis; $\alpha = 0,01$)

No todas las líneas presentaron esporulación en sus lesiones. Sólo en las líneas 2, 10, 15, 20 y Catuaí se observó lesiones esporuladas por arriba del 20% de ellas, lo cual ocurrió entre los 42,1 y 44,5 días después de la inoculación (Cuadro 3). Este período fue significativamente inferior al de otras líneas que también manifestaron la roya como la L1 y L4 cuyos períodos de latencia fueron de 53,5 y 54,1 días, respectivamente. Por otra parte, es importante señalar que, aunque la línea 15 sólo presentó un promedio de 1,38 lesiones por hoja (Cuadro 2), el 83% de ellas fueron lesiones con esporulación visible, presentado un período de latencia de sólo 43,8 días.

Cuadro 3. Período de latencia y período de retención de las hojas en las líneas de café variedad Bramón I que manifestaron más del 20 % de roya

| Línea | Período de latencia * (días) | Período de retención de hojas (días) |
|--------|---------------------------------|---|
| L1 | 53,5 b | 76,0 a |
| L2 | 42,5 a | 64,4 a |
| L10 | 44,5 a | 67,8 a |
| L14 | 54,1 b | 73,7 a |
| L15 | 43,8 a | 65,3 a |
| L20 | 44,3 a | 68,4 a |
| Catuaí | 42,1 a | 68,9 a |

* Letras diferentes indican medias estadísticamente diferentes (m.d.s; $\alpha = 0,01$)

El tiempo transcurrido para la caída de las hojas debido a la enfermedad o período de retención de hojas no presentó diferencias significativas entre las líneas que manifestaron la enfermedad, ubicándose este período entre 65,3 y 68,9 días para la línea 15 y la variedad usada como testigo (Cuadro 3). Esta variable refleja el tiempo en que el patógeno tarda en producir uredosporas viables sobre la planta, aumentando así el grado de infestación. Los genotipos analizados en el presente trabajo no mostraron diferencias entre sí para esta variable; sin embargo, ella fue la que discriminó mejor la resistencia entre los materiales evaluados por Eskes y Carvalho (1983), quienes estudiando las variedades comerciales Catuaí, Mundo Novo, Caturra, Bourbon, Typica, Sumatra e Ibaaré, no hallaron diferencias para el período de latencia, pero encontraron diferencias altamente significativas para el período de retención de la hoja.

No existe un componente único de resistencia como criterio de selección más apropiado para poblaciones de *C. arabica*; es decir, la importancia de cada componente varía de acuerdo a la población estudiada. Por ejemplo, el período de retención de la hoja parece ser importante para progenies provenientes del cruce Ibaaré x Mundo Novo, mientras que para progenies de Agaro C1164-19 x Catuaí, el período de latencia y porcentaje de lesiones esporuladas fueron los componentes de resistencia de mayor importancia (Eskes y Carvalho, 1983). En el presente trabajo los componentes que mejor indicaron el grado de resistencia fueron el período de latencia, número de lesiones por hoja, número de lesiones esporuladas, tipo de reacción y porcentaje de plantas con lesiones esporuladas.

Es importante tomar en cuenta, en términos generales, la susceptibilidad de las variedades analizadas por Eskes y Carvalho (1983) al compararlos con los Catimores, Sarchimores y Cavimores usados en este estudio, los cuales son descendientes del Híbrido de Timor. Este híbrido presenta el factor A, con resistencia a todas las razas del hongo (Avelino et al., 1999); sin embargo, las combinaciones genéticas expresadas en los Catimores (líneas 2, 10 y 20) representaron un grado de susceptibilidad superior que la Catuaí en cuanto a las lesiones producidas.

Se debe acotar que para este estudio se realizaron selecciones de plantas individuales en cada línea. En la localidad de Bramón, a nivel del campo experimental, tanto la variedad Catuaí, como las líneas 2, 10 y 20 usualmente no presentan un ataque tan severo como el encontrado en este estudio. Esto pudiera atribuirse a que probablemente en esta zona no existen las condiciones climatológicas favorables para el desarrollo de la enfermedad de manera endémica.

CONCLUSIONES

La presente caracterización ha permitido al programa de Mejoramiento Genético de Café, escoger a las mejores progenies de la variedad multilínea Bramón I en base al concepto de resistencia horizontal, es decir, seleccionar líneas con diferente grado de resistencia a la roya y descartar otras con alto grado de susceptibilidad. Ello podría permitir mantener una variedad con resistencia que logre perdurar en el tiempo.

LITERATURA CITADA

1. Anthony, F. C. Astorga y J. Berthaud. 1999. Los recursos genéticos: Las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. *In*: B. Bertrand y B. Rapidel (eds.). Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. Editorial Agroameriica, San José, Costa Rica. pp. 369-406.
2. Anthony, F., B. Bertrand, O. Quiros, A. Wilches, P. Lashermes, J. Berthaud y A. Charrier. 2001. Genetic diversity of wild coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. *Euphytica* 118 (1): 53-65.
3. Anzueto, F., B. Bertrand, J. L. Sarah, A. B. Eskes y B. Decazy. 2001. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* accessions. *Euphytica* 118 (1): 1-8.
4. Avelino, J., R. Muller, A. Eskes, R. Santacreo y F. Holguín. 1999. La roya anaranjada del café: Mito y realidad. *In*: B. Bertrand y B. Rapidel (eds.). Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. Editorial Agroameriica, San José, Costa Rica. pp. 193-241.

5. Becker-Raterink, S. 1991. El sistema *Coffea spp.* y *Hemileia vastatrix*. In: S. Becker-Raterink, W. Moraes y M. Quijano-Rico (eds.). La Roya del Cafeto: Conocimiento y Control. GTZ. Cooperación Técnica. Eschborn. República Federal de Alemania. pp. 1-63.
6. Bertrand, B., G. Aguilar, R. Santacreo y F. Anzueto. 1999. El mejoramiento genético en América Central. In: B. Bertrand y B. Rapidel (eds.). Desafíos de la Caficultura en Centroamérica. Editorial Agroamericana, San José, Costa Rica. pp. 407-456.
7. Bettencourt, A. y L. Echeverri. 1982. Variedades de café arábica resistentes a la roya y perspectivas para utilización en la caficultura del futuro. Promecafe. Editorial San Salvador. 20 p.
8. Bustamante, J. 2001. El mejoramiento genético do cafe na Venezuela. I Ciclo de atualização em café do GPC/UFRRJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil. 13-15 Febrero. 9 p.
9. Bustamante J., J. Cárdenas, A. Casanova, C. Yáñez, J. Garnica, R. Figueroa y C. Marín. 2000. Évaluation de la stabilité du rendement de lignes de café (*Coffea arabica* L.) résistant a la rouille à Mérida, Venezuela. VII Journées scientifiques Agro-Montpellier "Des Modeles Biologiques a l'amélioration des plantes". Montpellier, Francia: 3-5 juillet. Resúmenes p. 24.
10. Bustamante J., R. Figueroa; A. Casanova; J. Garnica y C. Marín. 2001. Use of multivariate estimators in genetic stability of coffee lines (*Coffea arabica* L.). 19th International Conference on Coffee Science, ASIC. Trieste, Italia, 14-18 may. Resúmenes A141.
11. Castillo, J. y C. Leguizamon. 1992. Virulencia de *Hemileia vastatrix* determinada por medio de plantas diferenciales de café en Colombia. CENICAFE 43(4): 114-124.
12. Eskes, A y A. Carvalho, 1983. Variation for incomplete resistance to *Hemileia vastatrix* in *Coffea arabica*. Euphytica 32: 625-673.
13. Eskes, A. 1982. The use of leaf disk inoculations in assessing resistance of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). Neth. J. Pl. Path. 88:127-141.
14. Eskes, A. y M. Toma-Braghini. 1981. Assessment methods for resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.). Pl. Prot. Bull. F.A.O. 29: 56-66.
15. Goncalves-Vidigay, M. y J. Paisotto, 1999. Resistencia as Doencas. In: D. Destro y R. Montalbán (eds.). Melhoramento Genético de Plantas. Editora da Universidade Estadual de Londrina. Londrina. Paraná. Brasil. pp. 423-464.
16. Rodríguez, C. 1984. Coffee rust races and resistance. In: R. Fulton (ed). Coffee Rust in the Americas: Assessment and Impact. Am. Phytopathol. Soc. St. Paul, Minnesota. pp. 41-58.
17. Rodríguez, C., V. Varzea, I. Godinho, S. Palma y R. Rato. 1993. New physiologic races of *Hemileia vastatrix*. 15^o Colloque Scientifique International sur le Cafe, Montpellier, France, 6-11 Jun. pp. 318-321.
18. Sarmiento, A. 1998. Control biológico de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) utilizando *Verticilium lecanii* y *Aphanocladium album*. Tesis. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). San Cristóbal. 83 p.
19. Varzea, V., J. C. Rodríguez, M. C. Silva, D. V. Marques, G. Moreno, J. Castillo, G. Alvarado, M. Ramachandran, R. Naidu, S. Bhat. 2001. Pathotypes of *Hemileia vastatrix* with ability to break the resistance of improved commercial coffee varieties. 19th International Conference on Coffee Science, ASIC. Trieste, Italia, 14-18 may. Resúmenes A127.