

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS RAZAS FISIOLÓGICAS DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) DEL CAFETO Y UN NUEVO SISTEMA DE NOMENCLATURA

(Current situation of physiological races of the rust (*Hemileia vastatrix*) coffee and a new nomenclature system)

Roney Solano Vidal. Universidad Autónoma Chapingo. roneysv@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La especialización fisiológica de *H. vastatrix* fue reportada por Mayne (1932) cuando diferenció las razas fisiológicas 1 y 2, en 1939 identificó la raza 3 y 4; posteriormente la raza 1, 2, 3 y 4 fueron re-clasificadas como sinónimo de las razas II ($V_{1,5}$), I ($V_{2,5}$), IX y VIII ($V_{2,3,5}$) respectivamente (Mayne, 1932, 1939; citado por Prakash *et al.*, 2005). En 1975, Rodrigues Jr. *et al.*, reportó las razas fisiológicas I ($V_{2,5}$), II (V_5), III ($V_{1,5}$), VII ($V_{3,5}$), VIII ($V_{2,3,5}$), X ($V_{1,4,5}$), XII ($V_{1,2,3,5}$), XIV ($V_{2,3,4,5}$), XV ($V_{4,5}$), XVI ($V_{1,2,3,4,5}$), XVII ($V_{1,2,5}$), XIX ($V_{1,4}$), XXIII ($V_{1,2,4,5}$) y XXIV ($V_{2,4,5}$). En 1984, Müller adicionó las razas fisiológicas XXII ($V_{5,6}$), XXV ($V_{2,5,6}$), XXVI ($V_{4,5,6}$), XXVIII ($V_{2,4,5,6}$), IV ($V_?$), VI ($V_?$), XI ($V_?$), XIII ($V_{5,?}$), XVIII ($V_?$), XIX ($V_{1,4,?}$), XX ($V_?$), XXI ($V_?$), XXVII ($V_{1,4,6,?}$), XXIX ($V_{5,6,?}$), XXX ($V_{5,?}$), XXXI ($V_{2,5,6,?}$) y XXXII ($V_{6,?}$). Rodrigues Jr. *et al.*, (1993), mencionan que debido al uso de variedades derivadas del Híbrido de Timor, se han encontrado nuevas razas fisiológicas con los genes de virulencia: V_6 ; $V_{2,4,5,6}$; $V_{2,4,5,8}$; $V_{2,5,6,7,9}$; $V_{1,2,4,5,8}$ y $V_{2,4,5,6,7,8,9}$. Várzea y Marques (2005), indican las razas fisiológicas XXVII ($V_{1,4,6}$), XXIX ($V_{5,6,7,8,9}$), XXX ($V_{5,8}$), XXXI ($V_{2,5,6,9}$), XXXIII ($V_{5,7}$ ó $V_{5,7,9}$), XXXIV ($V_{2,5,7}$ ó $V_{2,5,7,9}$), XXXV ($V_{2,4,5,7,9}$), XXXVI ($V_{2,4,5,8}$), XXXVII ($V_{2,5,6,7,9}$), XXXVIII ($V_{1,2,4,5,8}$),

XXXIX ($V_{2,4,5,6,7,8,9}$), XL ($V_{1,2,5,6}$), XLI ($V_{2,5,8}$) y XLII ($V_{2,5,7,8}$ ó $V_{2,5,7,8,9}$), además reportan la raza fisiológica XXXII ($V_{6,?}$). Prakash *et al.*, (2005), reportaron nuevas razas fisiológicas con los genes de virulencia: $V_{1,2,5,8}$; $V_{2,5,6,7,8,9}$; $V_{2,5,6,8,9}$; $V_{2,5,6,8}$ y $V_{2,3,5,8}$. Cabral *et al.*, (2009), caracterizaron las razas fisiológicas I ($V_{2,5}$), II (V_5), III ($V_{1,5}$), XIII ($V_{5,?}$), XVII ($V_{1,2,5}$) y XXXVII ($V_{2,5,6,7,9}$); es el primer reporte de la raza XXXVII ($V_{2,5,6,7,9}$) en *C. arabica*. Capucho *et al.*, (2012), determinaron las razas fisiológicas I ($V_{2,5}$), II (V_5), III ($V_{1,5}$) y XXXIII ($V_{5,7}$ ó $V_{5,7,9}$), esta última se reportó por primera vez en plantas de café derivadas del Catimor. Gichuro *et al.*, (2012), encontraron nuevas razas fisiológicas III ($V_{1,5}$), XVII ($V_{1,2,5}$), XXIII ($V_{1,2,4,5}$), XXXVI ($V_{2,4,5,8}$), XLI ($V_{2,5,8}$) y XLII ($V_{2,5,7,8}$ ó $V_{2,5,7,8,9}$). Deusdedit *et al.*, (2013) encontraron las razas fisiológicas XV ($V_{4,5}$), XXX ($V_{5,8}$), XXXIII ($V_{5,7}$ ó $V_{5,7,9}$), XXXIV ($V_{2,5,7}$ ó $V_{2,5,7,9}$), XXXIX ($V_{2,4,5,6,7,8,9}$), XLI ($V_{2,5,8}$) y XLII ($V_{2,5,7,8}$ ó $V_{2,5,7,8,9}$); también reportan las razas fisiológicas con los genes de virulencia $V_{1,2,5,7,8}$ ó $V_{1,2,5,7,8,9}$; $V_{2,5,6,7,8}$ ó $V_{2,5,6,7,8,9}$; $V_{2,3,5,8}$ y $V_{2,3,5,7}$ ó $V_{2,3,5,7,9}$, que necesitan confirmarse. Sudhakar *et al.*, (2013), encontraron las razas I ($V_{2,5}$), VII ($V_{3,5}$), VIII ($V_{2,3,5}$), XII ($V_{1,2,3,5}$), XIV ($V_{2,3,4,5}$), XVI ($V_{1,2,3,4,5}$), XVII ($V_{1,2,5}$), XXII ($V_{5,6}$), XXIII ($V_{1,2,4,5}$), XXIV ($V_{2,4,5}$), XXV ($V_{2,5,6}$), XXVIII ($V_{2,4,5,6}$), XXIX ($V_{5,6,7,8,9}$), XXXI ($V_{2,5,6,9}$), XXXII ($V_{6,?}$), XXXVI ($V_{2,4,5,8}$), XXXVII

(V_{2,5,6,7,9}), XXXIX (V_{2,4,5,6,7,8,9}), XL (V_{1,2,5,6}), y XLI (V_{2,5,8}); además encontraron 15 nuevas razas no identificadas con los genes de virulencia V_{1,2,5,8}; V_{1,2,5,6,8}; V_{1,2,5,6,9}; V_{2,3,5,8}; V_{2,5,6,8}; V_{2,5,6,8,9}; V_{2,5,6,7,8,9}; V_{2,5,6,7,9}; V_{1,2,5,6,7,8,9}; V_{1,2,3,5,6,8}; V_{1,2,3,5,6,9}; V_{1,2,3,5,6,7,8,9}; V_{1,2,4,5,6,8}; V_{2,5,6,7,8,9} y V_{2,4,5,6,7,8,9}. Los H. de Timor CIFIC 832/1 y 832/2 fueron susceptibles a las razas V_{2,5,6,7,8,9} y V_{2,4,5,6,7,8,9}; respectivamente. Do Céu *et al.*, (2016), mencionan que se han identificado más de 50 razas fisiológicas de *H. vastatrix* de los diferentes países cafetaleros.

Objetivos

Conocer mediante el análisis de artículos científicos la evolución y total de razas fisiológicas de *H. vastatrix*. Transformar el sistema de nomenclatura de las razas fisiológicas usando el sistema de Habgood, para distinguir el total de razas fisiológicas de *H. vastatrix*.

Materiales y Métodos

Se analizó la información bibliográfica. Se tomó como base nueve genes de resistencia. Se utilizó la nomenclatura de Habgood (1970). Se utilizan los términos patotipo (raza fisiológica) y patodemo (grupo fisiológico).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se indican las razas fisiológicas de *H. vastatrix* del año 1975 al año 2013 como lo

propone el CIFIC y en el Cuadro 2 se da énfasis a la nomenclatura de Habgood. Cada gene de virulencia es un número binomial y la suma de esos números binomiales es el nombre de cada patotipo (raza fisiológica).

Conclusiones

1. Se identifica 58 patotipos (raza fisiológica). 2. Con la nomenclatura de Habgood se les puede asignar un nombre numérico único a los patotipos de *H. vastatrix*.

Literatura Citada

1. Cabral *et al.*, 2009. Australian Plant Dis. Notes. 4:129-130.
2. Capucho *et al.*, 2012. Australian Plant Dis. Notes. 7:189-191.
3. Deusdedit *et al.*, 2013. Journal of Plant Studies 2(2):95-104.
4. do Céu *et al.*, 2016. Sustainable Coffee Production: Control of Major Diseases by Resistant Varieties. Consultado en línea 24 de mayo 2017. https://www.google.com.mx/search?q=encuentro+ciencia+16&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=gl0wWb-hIoX08AeKqLf4Bg#q=encuentro+ciencia+16+cafe&start=10.
5. Gichuro *et al.*, 2012. Trop. Plant. Pathol. 37(6): 424-427.
6. Habgood, R. M. 1970. Nature 227:1268-1269.
7. Müller, R. A. 1984. IICA/PROMECAFE. MRE-CODEV. Publicación Miscelánea N° 603. Francia. 57 p.
8. Prakash *et al.*, 2005. In: Zambolim L, Zambolim, E., Várzea, V. M. P. (Eds.). Durable Resistance to Coffee Leaf Rust. Viçosa Brazil. Editora UFV. Pp. 411 - 442.
9. Rodrigues Jr. *et al.*, 1975. Ann. Rev. of Phytopathol. 13:49-70.
10. Rodrigues Jr. *et al.*, 1993. In: Colloque Scientific International Sur le Café 15. Montpellier, Francia. Pp. 318-321.
11. Sudhakar *et al.*, 2013. J. Coffee Res. 41(12):61-74.
12. Várzea, V. M. P. and Marques, D. V. 2005. In: Zambolim L, Zambolim, E., Várzea, V. M. P. (Eds.). Durable Resistance to Coffee Leaf Rust. Viçosa Brazil. Editora UFV. Pp. 53-74.

Cuadro 1. Razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix* Berk. y Br., del año 1975 al año 2013.

ORDEN	RAZA FISIOLÓGICA*	GENES DE VIRULENCIA	AUTOR
1	I	2, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
2	II	5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
3	III	1, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
	IV**	?	Müller, 1984
	VI**	?	Müller, 1984
4	VII	3, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
5	VIII	2, 3, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
6	X	1, 4, 5,	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
	XI**	?	Müller, 1984.
7	XII	1, 2, 3, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
	XIII**	5, ?	Müller, 1984
8	XIV	2, 3, 4, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
9	XV	4, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
10	XVI	1, 2, 3, 4, 5,	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
11	XVII	1, 2, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
	XVIII**	?	Müller, 1984.
12	XIX	1, 4	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
	XX**	?	Müller, 1984
	XXI**	?	Müller, 1984.
	XXII	5, 6	Müller, 1984.
13	XXIII	1, 2, 4, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
14	XXIV	2, 4, 5	Rodrigues <i>et al.</i> , 1975.
15	XXV	2, 5, 6	Müller, 1984.
16	XXVI	4, 5, 6	Müller, 1984.
17	XXVII	1, 4, 6	Várzea y Marques, 2005.
18	XXVIII	2, 4, 5, 6	Müller, 1984.
19	XXIX	5, 6, 7, 8, 9	Várzea y Marques, 2005
20	XXX	5, 8	Várzea y Marques, 2005.
21	XXXI	2, 5, 6, 9	Várzea y Marques, 2005.
22	XXXII**	6, ?	Müller, 1984
23	XXXIII***	5, 7 ó 5, 7, 9	Várzea y Marques, 2005
24	XXXIV***	2, 5, 7 ó 2, 5, 7, 9	Várzea y Marques, 2005
25	XXXV	2, 4, 5, 7, 9	Várzea y Marques, 2005
26	XXXVI	2, 4, 5, 8	Várzea y Marques, 2005
27	XXXVII	2, 5, 6, 7, 9	Várzea y Marques, 2005
28	XXXVIII	1, 2, 4, 5, 8	Várzea y Marques, 2005
29	XXXIX	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Várzea y Marques, 2005
30	XL	1, 2, 5, 6	Várzea y Marques, 2005
31	XLI	2, 5, 8	Várzea y Marques, 2005
32	XLII***	2, 5, 7, 8 ó 2, 5, 7, 8, 9	Várzea y Marques, 2005
33		1, 2, 4, 5, 6	Prakash <i>et al.</i> , 2005*****
34		3, 5, 7	Prakash <i>et al.</i> , 2005*****
35		2, 4, 5, 6, 7, 9	Prakash <i>et al.</i> , 2005*****
36		1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Prakash <i>et al.</i> , 2005*****
37		2, 5, 6, 7, 8, 9	Prakash <i>et al.</i> , 2005; Sudhakar <i>et al.</i> , 2013.
38		2, 5, 6, 8, 9	Prakash <i>et al.</i> , 2005; Sudhakar <i>et al.</i> , 2013.
39		2, 5, 6, 8	Prakash <i>et al.</i> , 2005; Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
40		2, 3, 5, 8	Prakash <i>et al.</i> , 2005; Deusdedit <i>et al.</i> , 2013, Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
41		1, 2, 5, 8	Prakash <i>et al.</i> , 2005; Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
42		5, 6, 8, 9	Prakash <i>et al.</i> , 2005
43		1, 2, 5, 6, 9	Prakash <i>et al.</i> , 2005
44		6	Rodrigues Jr. <i>et al.</i> , 1993
45		2, 4, 5, 6	Rodrigues Jr. <i>et al.</i> , 1993
46		2, 4, 5, 8	Rodrigues Jr. <i>et al.</i> , 1993
47		2, 5, 6, 7, 9	Rodrigues Jr. <i>et al.</i> , 1993; Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
48		1, 2, 4, 5, 8	Rodrigues Jr. <i>et al.</i> , 1993
49		2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Rodrigues Jr. <i>et al.</i> , 1993
50		1, 2, 5, 7, 8 ó 1, 2, 5, 7, 8, 9***	Deusdedit <i>et al.</i> , 2013
51		2, 5, 6, 7, 8 ó 2, 5, 6, 7, 8, 9***	Deusdedit <i>et al.</i> , 2013
52		2, 3, 5, 7 ó 2, 3, 5, 7, 9****	Deusdedit <i>et al.</i> , 2013
53		1, 2, 5, 6, 8	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
54		1, 2, 5, 6, 9	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
55		1, 2, 5, 6, 7, 8, 9	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
56		1, 2, 3, 5, 6, 8	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
57		1, 2, 3, 5, 6, 9	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
58		1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
59		1, 2, 4, 5, 6, 8	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
		2, 5, 6, 7, 8, 9, ? (HDT 832/1)****	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013
		2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ? (HDT 832/2)****	Sudhakar <i>et al.</i> , 2013

*De acuerdo al orden cronológico no se reportan las razas fisiológicas V y IX de *H.vastatrix*. ** No existe información completa sobre los genes de virulencia de las razas fisiológicas de *H.vastatrix*. *** Dos series de genes de virulencia para una misma raza fisiológica. **** Razas fisiológicas que pueden romper la resistencia genética de plantas derivadas del Híbrido de Timor. ***** Necesita confirmarse (Prakash *et al.*, 2005). No se presenta la raza V que se perdió y la raza 3 de Mayne que nunca pudo establecerse en el CIFC (Müller, 1984).

Cuadro 2. Razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix* Berk. y Br., del año 1975 al año 2013. Se usa la nomenclatura del CIFC (Müller, 1984) y de Habgood (1970).

RAZA FISIOLÓGICA / PATOTIPO (*)	GENES DE VIRULENCIA (*)	PATOTIPOS (**)	TOTAL DE PATOTIPOS IDENTIFICADOS
XIX*/9**	1,4*** / 1,8****	9*	1
II/16	5 / 16	16*	2
III/17	1,5 / 1,16	17*	3
I/18	2,5 / 2,16	18*	4
XVII/19	1,2,5 / 1,2,16	19*	5
VII/20	3,5 / 4,16	20*	6
VIII/22	2,3,5 / 2,4,16	22*	7
XII/23	1,2,3,5 / 1,2,4,16	23*	8
XV/24	4,5 / 8,16	24*	9
X/25	1,4,5 / 1,8,16	25*	10
XXIV/26	2,4,5 / 2,8,16	26*	11
XXIII/27	1,2,4,5 / 1,2,8, 6	27*	12
XIV/30	2,3,4,5 / 2,4,8,16	30*	13
XVI/31	1,2,3,4,5 / 1,2,4,8,16	31*	14
32*****	6 / 32	32*****	15
XXVII/41	1,4,6 / 1,8,32	41*	16
XXII/48	5,6 / 16,32	48*	17
XXV/50	2,5,6 / 2,16,32	50*	18
XL/51	1,2,5,6 / 1,2,16,32	51*	19
XXVI/56	4,5,6 / 8,16,32	56*	20
XXVIII/58	2,4,5,6 / 2,8,16,32	58**	21
58*****	2,4,5,6 / 2,8,16,32	59*****	22
59*****	1,2,4,5,6 / 1,2,8,16,32	80*	23
XXXIII/80	5,7 / 16,64	82*	24
XXXIV/82	2,5,7 / 2,16,64	84*****	25
84*****	3,5,7 / 4,16,64	86*****	26
86*****	2,3,5,7 / 2,4,16,64	144*	27
XXX/144	5,8 / 16, 28	146*	28
XLI/146	2,5,8 / 2,16,128	147****	29
147****	1,2,5,8 / 1,2, 6,128	150****	30
150****	2,3,5,8 / 2,4,16,128	154**	31
XXXVI/154	2,4,5,8 / 2,8,16,128	155**	32
154****	2,4,5,8 / 2,8,16,128	178****	33
XXXVIII/155	1,2,4,5,8 / 1,2,8,16,128	179****	34
155****	1,2,4,5,8 / 1,2,8,16,128	183****	35
178****	2,5,6,8 / 2,16,32,128	187****	36
179****	1,2,5,6,8 / 1,2,16,32,128	210*	37
183****	1,2,3,5,6,8 / 1,2,4,16,32,128	211****	38
187****	1,2,4,5,6,8 / 1,2,8,16,32,128	242****	39
XLII/210	2,5,7,8 / 2,16,64,128	306*	40
211****	1,2,5,7,8 / 1,2,16,64,128	307***	41
242****	2,5,6,7,8 / 2,16,32,64,128	311****	42
XXXI/306	2,5,6,9 / 2,16,32,256	336*	43
307****	1,2,5,6,9 / 1,2,16,32,256	338*	44
307****	1,2,5,6,9 / 1,2,16,32,256	342****	45
311****	1,2,3,5,6,9 / 1,2,4,16,32,256	346*	46
XXXIII/336	5,7,9 / 16,64,256	370**	47
XXXIV/338	2,5,7,9 / 2,16,64,256	378****	48
342****	2,3,5,7,9 / 2,4,16,64,256	432****	49
XXXV/346	2,4,5,7,9 / 2,8,16,64,256	434****	50
XXXVII/370	2,5,6,7,9 / 2,16,32,64,256	466*	51
370****	2,5,6,7,9 / 2,16,32,64,256	467****	52
378****	2,4,5,6,7,9 / 2,8,16,32,64,256	496*	53
432****	5,6,8,9 / 16,32,128,256	498**	54
434****	2,5,6,8,9 / 2,16,32,128,256	499****	55
XLII/466	2,5,7,8,9 / 2,16,64,128,256	503****	56
467****	1,2,5,7,8,9 / 1,2,16,64,128,256	506**	57
XXIX/496	5,6,7,8,9 / 16,32,64,128,256	507****	58
498****	2,5,6,7,8,9 / 2,16,32,64,128,256		
498****	2,5,6,7,8,9 / 2,16,32,64,128,256		
499****	1,2,5,6,7,8,9 / 1,2,16,32,64,128, 256		
503****	1,2,3,5,6,7,8,9 / 1,2,4,16,32,64, 128,256		
506****	2,4,5,6,7,8,9 / 2,8,16,32,64,128, 256		
XXXIX/506	2,4,5,6,7,8,9 / 2,8,16,32,64,128, 256		
507****	1,2,4,5,6,7,8,9 / 1,2,8,16,32,64, 128,256		

(*): * Designación del CIFC (Müller, 1984). **Patotipo (suma de los números binomiales). ***dígitos. **** números binomiales. *****Patotipos designados con la nomenclatura de Habgood (1970). Se repiten los patotipos 307 y 498. La raza fisiológica XXVIII corresponde al patotipo 58 y éste se repite. La raza fisiológica XXXVI corresponde al patotipo 154 y éste se repite. La raza fisiológica XXXVIII corresponde al patotipo 155 y éste se repite. La raza fisiológica XXXVII corresponde al patotipo 370 y éste se repite. La raza fisiológica XXXIX corresponde al patotipo 506 y éste se repite. Los patotipos 59, 84, 378 y 507 necesitan confirmarse (Prakash *et al.*, 2005)

(**): * patotipos conocidos con el sistema de nomenclatura de Habgood (1970). ** Series de genes de virulencia que posteriormente se ubican en una raza fisiológica conocida de acuerdo al sistema del CFC de Portugal. *** Series de genes de virulencia (diferentes investigadores) que se ubican en un mismo patotipo. Nuevos patotipos (no están ubicados en la nomenclatura del CIFC de Portugal). **** Nuevos patotipos. (no están ubicados en la nomenclatura del CIFC de Portugal). Los patotipos 59, 84, 378 y 507 necesitan confirmarse (Prakash *et al.*, 2005)