



Resistencia y Variabilidad de la Roya del Café

**Prof. Laércio Zambolim, PhD
Universidade Federal de Viçosa**

Daño

Es la principal enfermedad de café en el mundo

En Brasil: 35 – 50 %

Principal medida de control: químico

Centro America: variable 10 – 80 %

Epidemia 2012-2013



Brasil: café bajo sol



America Central: café bajo siembra

Daño 35 - 50 % Brasil
America Cental variable

Situación indeseable

Deseble



Daño de la roya en Brasil



El problema

Variedades de café resistentes a la ROYA pierden la resistencia en 3 a 5 años en el campo.

razones:

1. Variedades son lanzadas en campo sin conocer si son resistentes las razas de la región donde la liberada.
2. Los cruces para incorporar la resistencia genética a las variedades comerciales no se controlan.
3. Surgimiento de nuevas razas en campo debido a la mutación y otros procesos de variabilidad.

El problema:

1

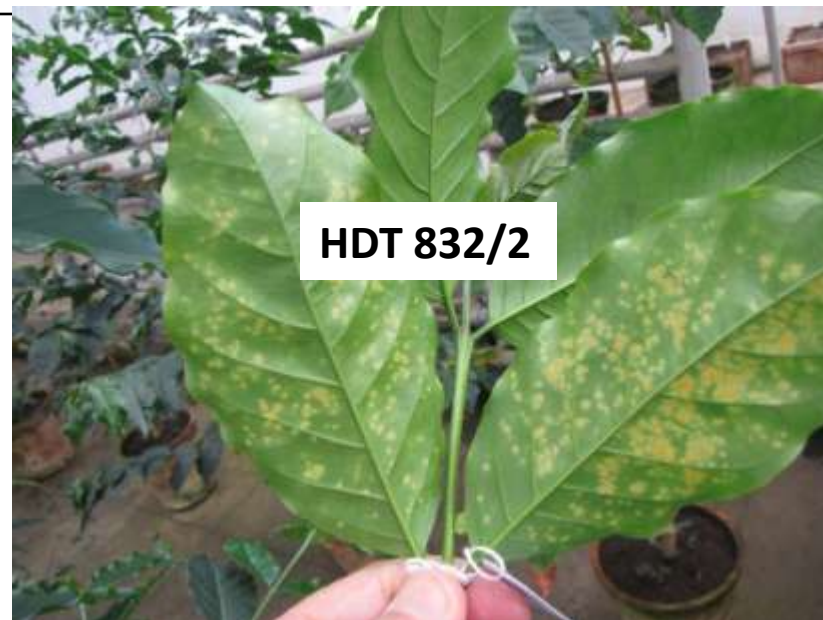


Razas de *Hemileia vastatrix* caracterizadas en el CIFIC*
atacan o HDT 832/1 e HDT 832/2

Base para todo el programa de mejoramiento visando resistência a la roya

Durabilidad da **R** das variedades resistentes están amenazadas

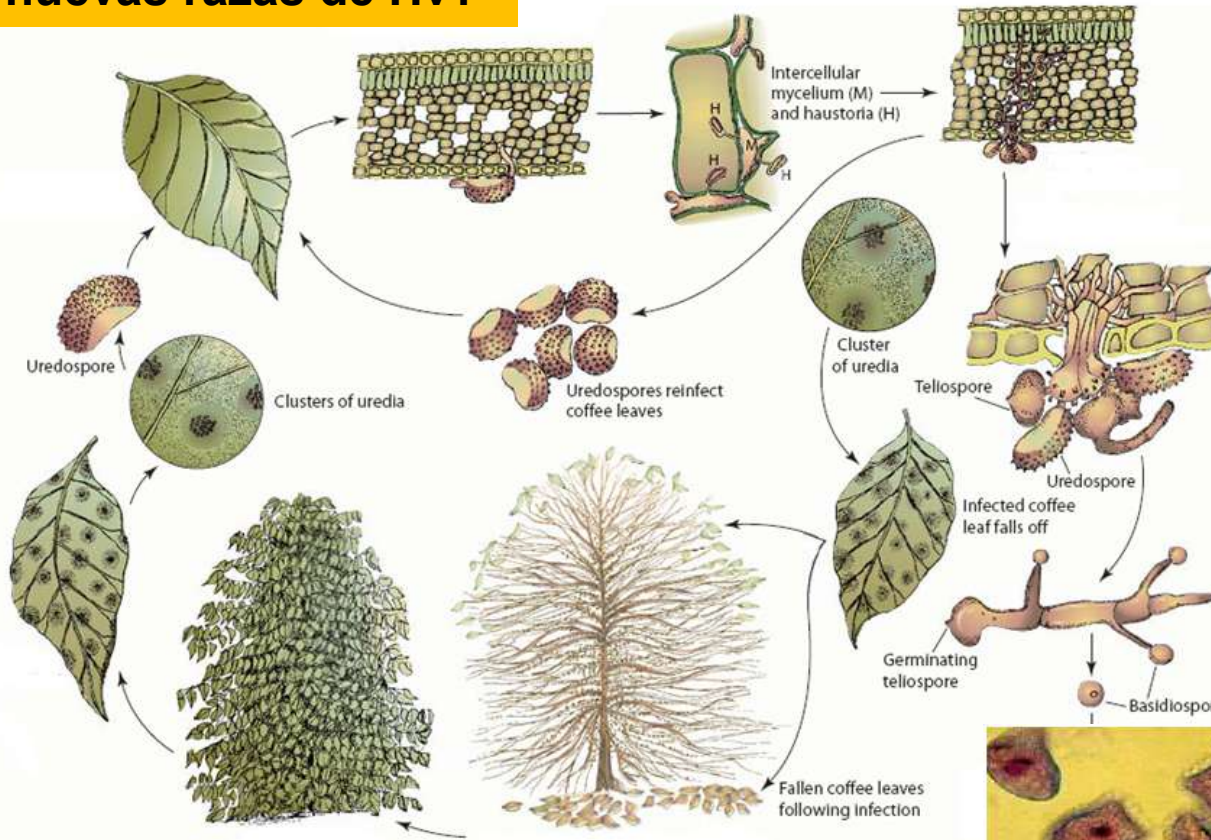
CIFIC 3302 (v1,2,4,5,6,7,8,9,?) – HDT 832/1 CIFIC 3305 (v1,2, **3**, 4,5,6,7,8,9, ?) – HDT 832/2



*CIFIC Centro de Investigaciones de Roya del café

Como se forman nuevas razas de Hv?'

Ciclo de la roya del cafe



Un nuevo descubrimiento:!

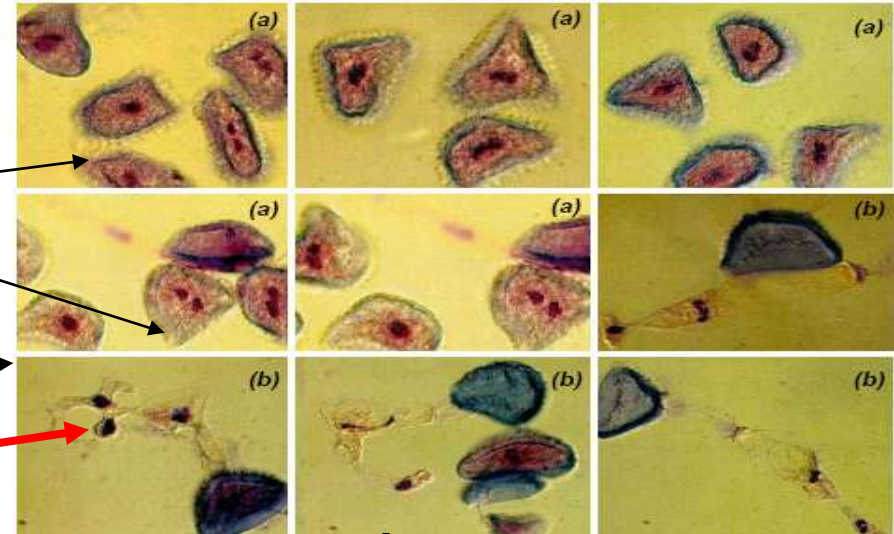
Criptogamia

Uredospora se comporta como se fuese teliospora

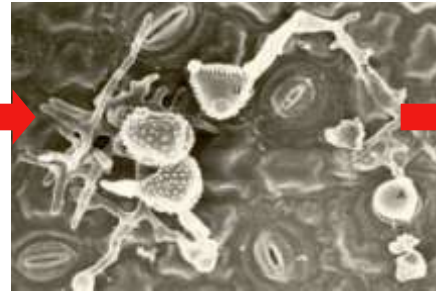
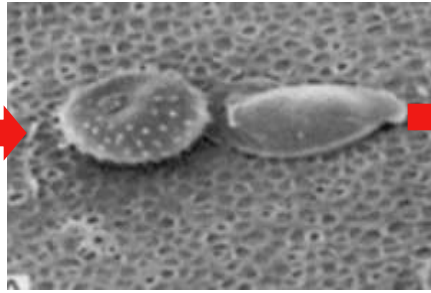
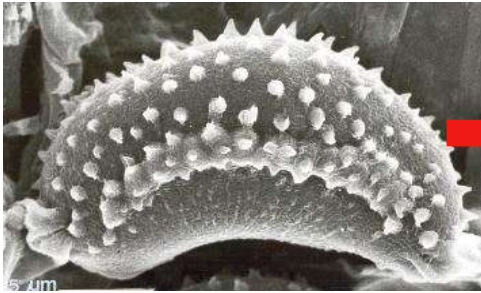
Variabilidad nuevas razas:
Mutación - Criptogamia

Uredosporas no germinados con 1 a 2 núcleos Cariogamia y meiosis

Criptogamia *Hemileia vastatrix*

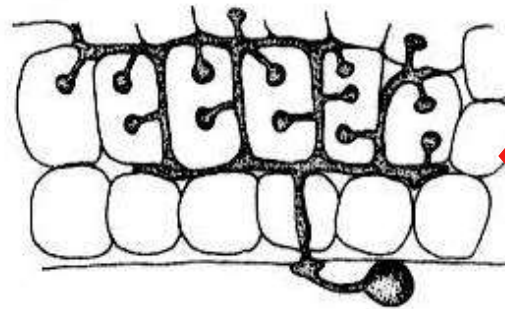
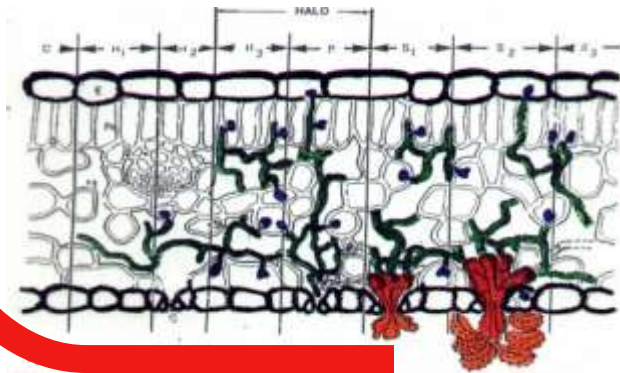
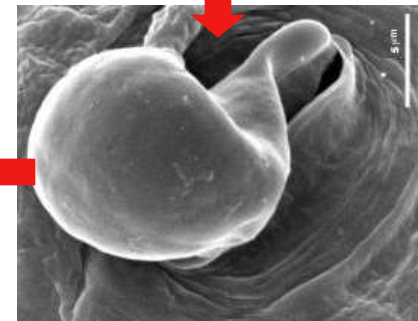
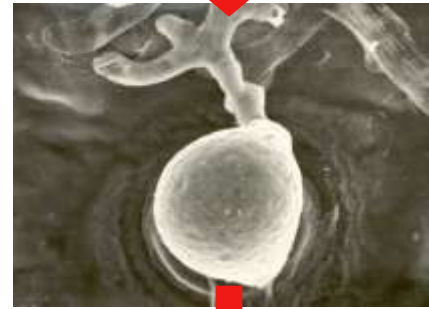


Cuatro núcleos en tubo germinativo de uredósporas germinados



Fase mais sensível do ciclo de vida

Tempo varia de 22 a 60 dias – média de 28 a 30 dias



Esporo cai na parte de baixo da folha

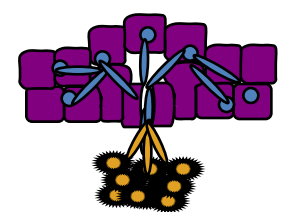
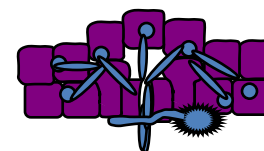
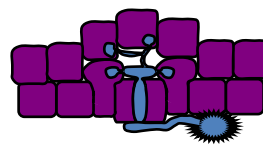
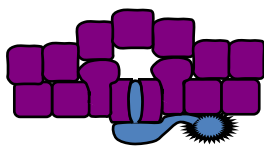
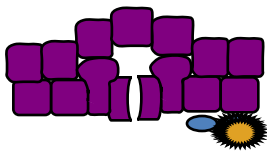
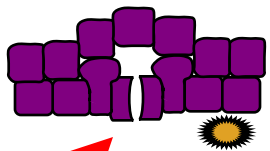
Emite o tubo germinativo

Penetra através dos estômatos

Coloniza as células do mesófilo

Crescimento micelial

Esporulação

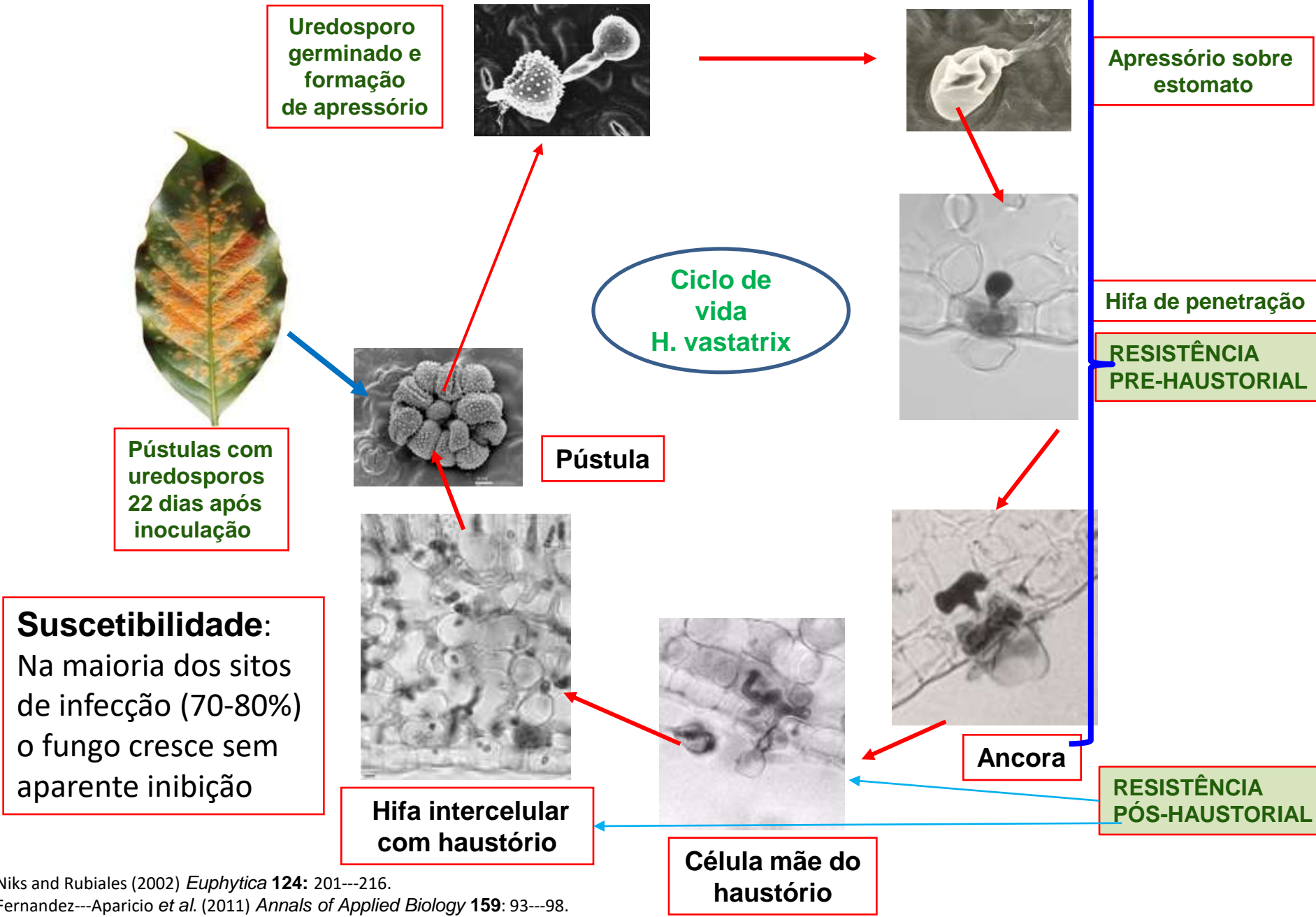


ALVO

Roya del cafe

Resistencia – Restrição ao crescimento do patógeno

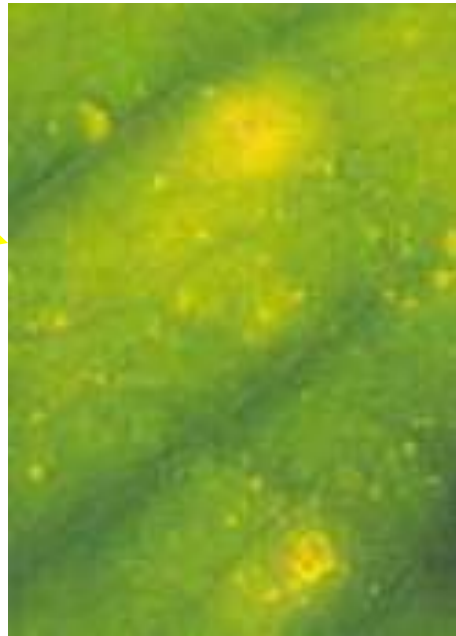
Estudo de microscopia



Niks and Rubiales (2002) *Euphytica* **124**: 201---216.
Fernandez---Aparicio et al. (2011) *Annals of Applied Biology* **159**: 93---98.
Diniz et al. (2012) *European Journal of Plant Pathology* **133**: 261---277

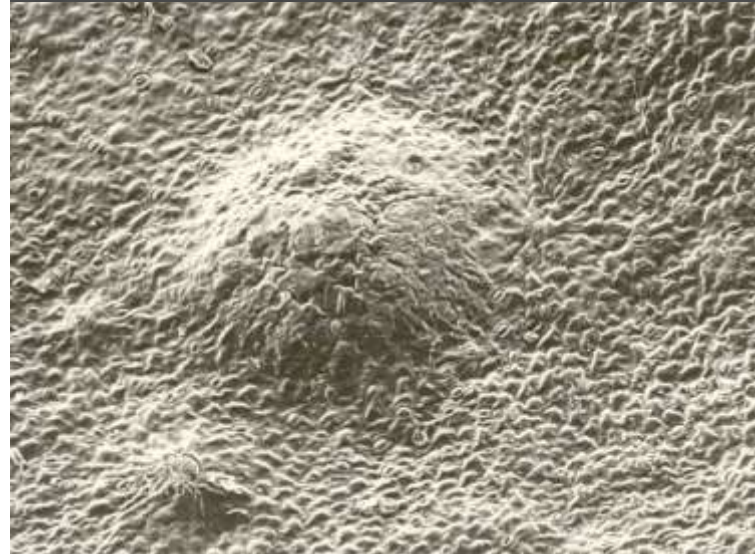
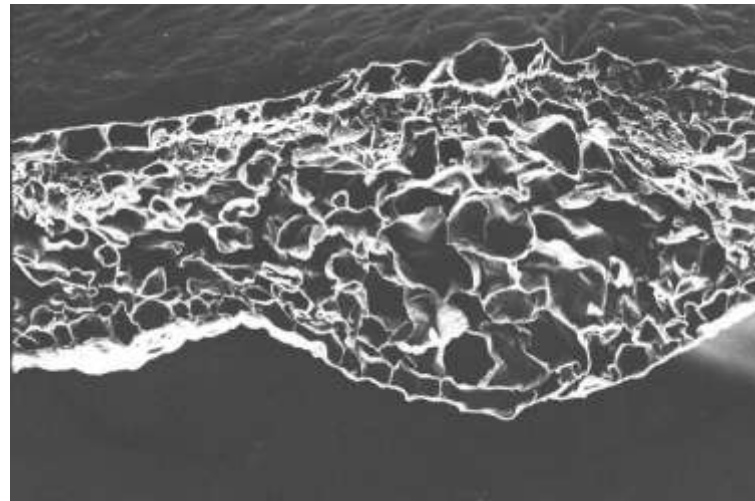


Resistência vertical



Pontuações cloróticas com tumefacção
Reacion de hipersensibilidade

Roya del cafe



MEV - Tumefacções

C. arabica S4Agaro (S_H4S_H5) - *H. vastatrix* raça II (v5)



Suscetível (S)



Resistente (R)



Fitoalexina

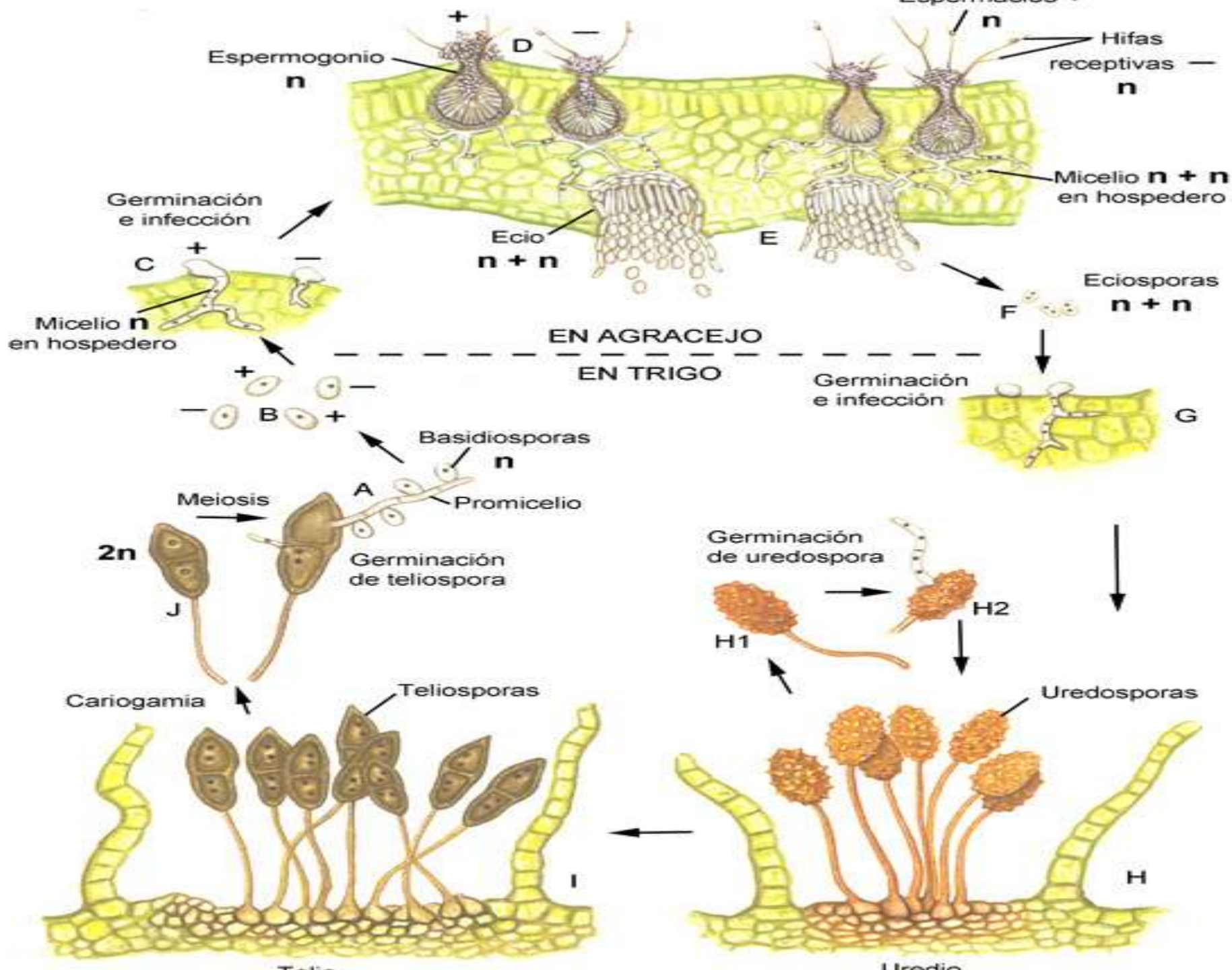
Son compuestos **fenólicos de bajo peso molecular**, que se forman en las plantas, inducido por compuestos elicitores, resultado de una infección microbiana.

Químicamente los elicitores bióticos están formados por moléculas complejas de carbohidratos, glicoproteínas, polipéptidos, enzimas o lípidos.

Reacción de hipersensibilidad

Es el resultado de la **muerte repentina de un número limitado de células del huésped circundando el sitio de infección**. La reacción es considerada como una respuesta de defensa inducida, culminando en la parada de crecimiento y desarrollo del patógeno en los tejidos de la planta.

CARACTERIZA LA RESISTENCIA VERTICAL.



Ciclo de vida

Puccinia graminis f. sp. tritici

Picnio - picniosporos
(n, n', n, n')



Ecio - eciosporos
(n + n')



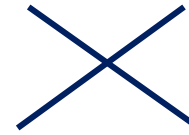
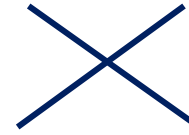
Urédia - uredosporos
(n + n')



Telia - teliosporos
2n



Basídio - basidiosporos
n, n', n, n', n, n'



Hemileia vastatrix

Urédia - uredosporos
(n + n')



Telia - teliosporos
(2 n)



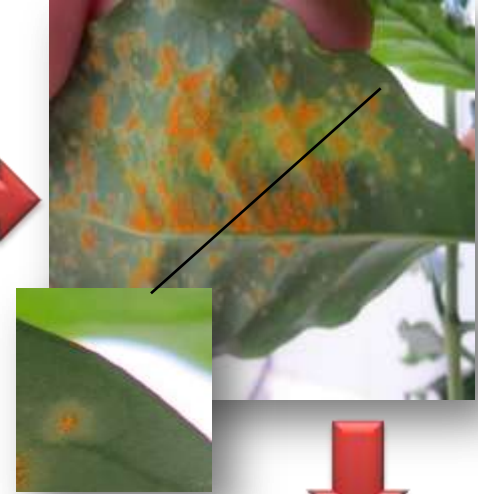
Basídio - basidiosporos
(n, n', n, n', n)

Metodología para identificación de razas

- Cosecha de hojas con uredias - sacos de papel pardo, identificados y transportados para el laboratorio.
- Uredosporos de una uredia (pústula) son removidos de las hojas con escalpelo
- Inoculación/multiplicación/preservación



Inoculación, aislado monopustular y multiplicación



Multiplicación/Almacenamiento de los uredosporos

➤ Esporulación



Monopustular



Multiplicación uredosporos

Cosecha de uredosporos
cápsulas de gelatina



Ampolas de vidrio



Desecador con ácido
sulfúrico/ agua 5 °C

Freezer – 80 C

Nitrogeno líquido – 196 C

Plantas diferenciadoras

Emprego de discos de hojas

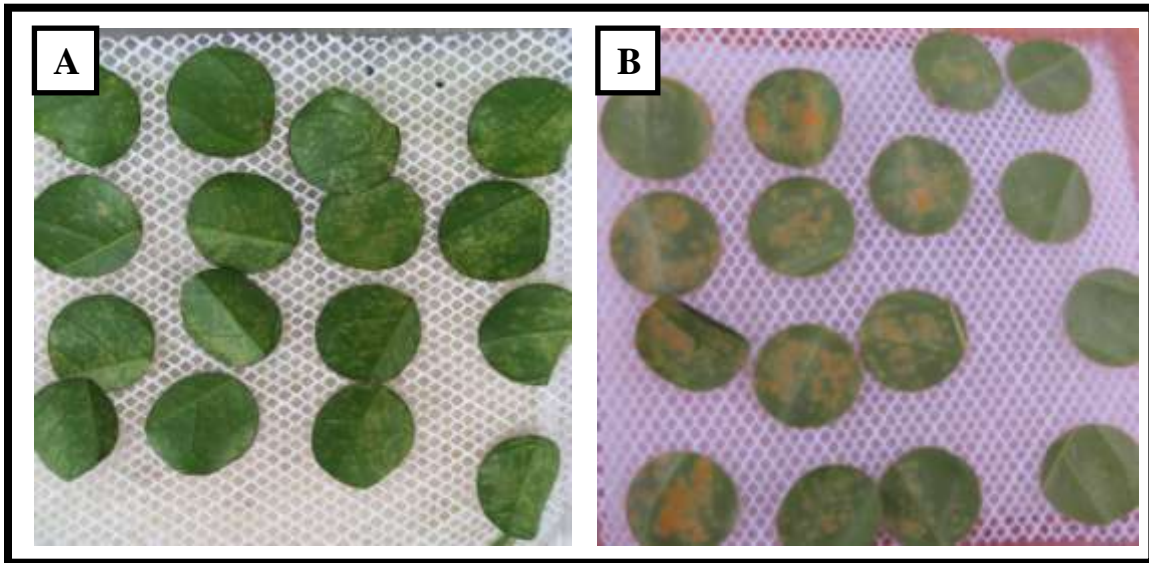


Esquema de inoculación de *Hemileia vastatrix* en discos de hoja.

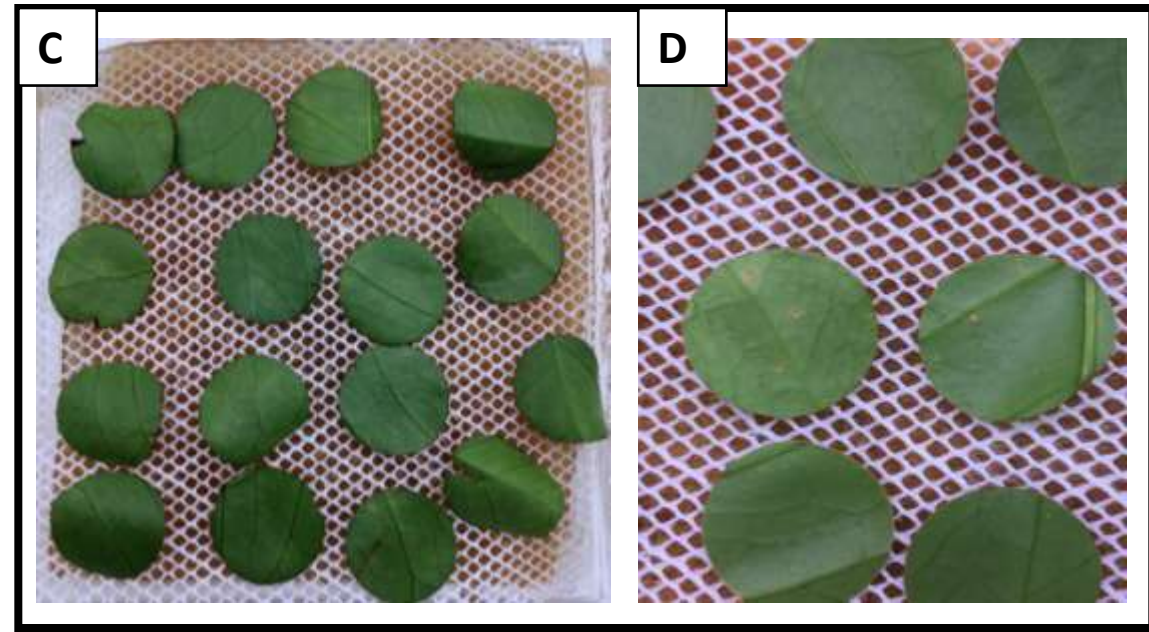
A: inoculación con ayuda de pincel;

B: atomización de agua destilada esterilizada en la superficie abaxial del disco;

C: presencia de uredosporas después de 22 días después de la inoculación.



Compatível



Incompatível



Emprego de discos de hojas

- Discos em gérbox
- 48 hs escuro 22º C - câmara - 12 horas de luz.
- Discos son limpios 48 hs despues de la inoculacion con auxilio de algodão
- 25-30 dias - avaliación.

Escala do CIFC – Oeiras – Portugal

Grau Descrição (D'OLIVEIRA 1954).

Resistente (grau variando de i até 0); Suscetível (1, 2, 3, 4 e X)

i imune, sem qualquer sinal de infecção.

fl. “flecks”, reação de hipersensibilidade, às vezes difícil de ser observada macroscopicamente, mas visíveis microscopicamente.

; pontuações necróticas, visíveis macroscopicamente, situadas no ponto de penetração do fungo ou dispersas pela área de infecção.

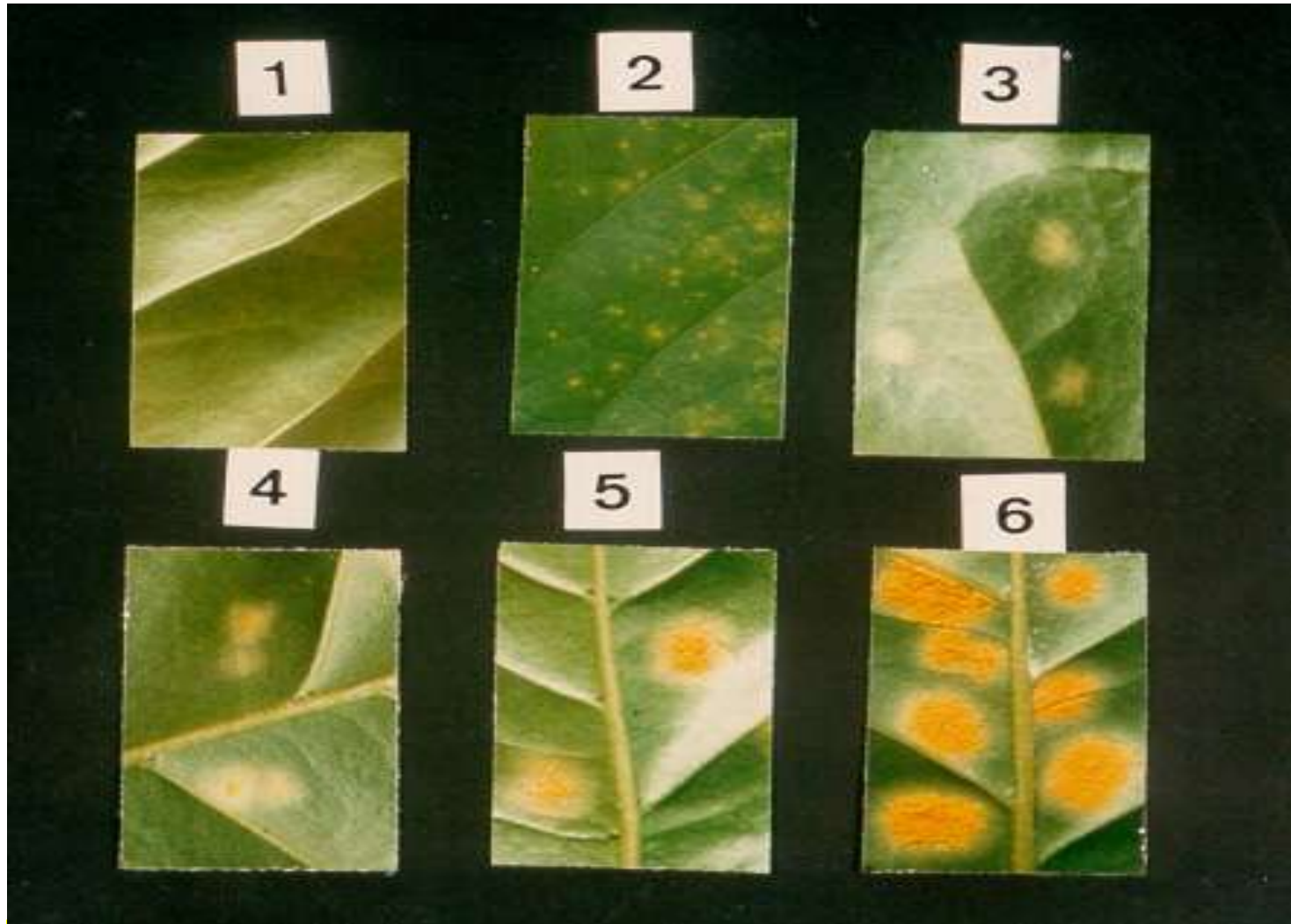
T pequena tumefação no ponto de penetração do fungo, bem visível à lupa

0 clorose mais ou menos intensa na área de infecção, às vezes acompanhada de pequenos pontos necróticos, mas sem a formação de Soros urediniosporíferos.

Escala do CIFC – Oeiras – Portugal

- **1 - raros soros urediniosporíferos**, sempre muito pequenos, às vezes somente distinguíveis à lupa, em áreas predominantemente cloróticas, por vezes acompanhada de necrose.
- **2 - pústulas urediniospóricas pequenas** ou médias, difusas, mas bem visíveis macroscopicamente, em áreas intensamente cloróticas.
- **3 - pústulas urediniospóricas médias** ou grandes, circundadas por um halo clorótico.
- **4 - grandes pústulas urediniospóricas**, sem verdadeira hipersensibilidade, mas podendo apresentar leve clorose na margem de infecção (altamente congénial ou suscetível).
- **X - reação heterogênea, pústulas urediniospóricas de tamanho muito variável**, com lesões cloróticas ou necróticas, sem formação de urediniosporos, incluindo na aparência diversos tipos ou graus de infecção com expressões de congénialidade e incongénialidade

Grados



Grado 1, 2, 3 – ausencia de uredosporas (RV)

Grado 4, 5 e 6 – presencia de uredosporas (RH)



VARIABILIDAD EN HONGOS

GENERO - ESPÉCIE

GENERO - ESPÉCIE - RAÇA

GENERO - ESPÉCIE - FORMA SPECIALIS - RAÇA - BIÓTIPO



Hemileia vastatrix

Hemileia coffeicola

Hemileia vastatrix **raça II**

Hemileia vastatrix **raça XV**

Hemileia vastatrix **raça XXXIII**

Puccinia graminis f. sp. tritici **raça 52 biótipo A**

Phakopsora pachyrhizi **non hay raza**

**VARIABILIDAD
EN HONGOS**



VARIABILIDAD EN HONGOS

ESPÉCIE

Individuos de una misma población que presentan ciertas características morfológicas en común

RAZA

Individuos de una misma especie que difiere por la capacidad de causar enfermedad en diferentes variedades de una misma especie de planta.



Fases del proceso sexuado o reproducción sexual

Plasmogamia - unión de células fúngicas o células bacterianas formando individuos heterocíticos
(N + N)

Cariogamia - unión de núcleos donde individuos heterocíticos se transforman en diploides.

(N + N') = Cariogamia 2N

Meiosis - proceso donde ocurre el crossing over formando individuos totalmente diferentes uno del otro y de los padres.



MECANISMOS DE VARIABILIDAD EN EL HONGOS

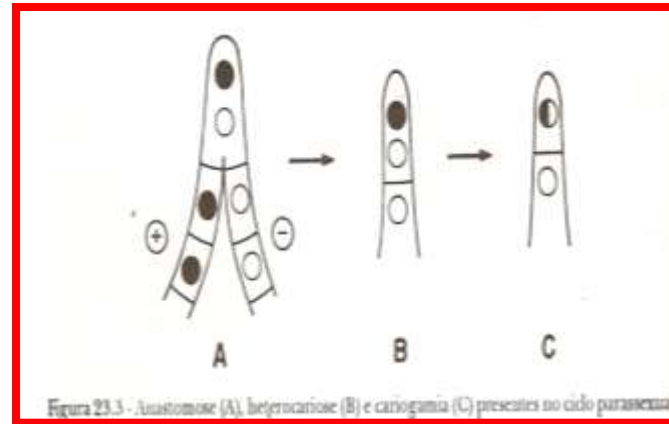
1) MUTACIÓN

2) RECOMBINACIÓN GENÉTICA

A- MEIÓTICA (SEXUADA)
B- MITÓTICA (PARASSEXUAL)

3) HETEROCARIOSE

4) CRIPTOGAMIA



Variedades diferenciadoras de razas de H. vastatrix

Variedade diferenciadora	Genes de resistência	Genes de virulência
Bourbon 19/1	SH 5	V 5
Híbrido de Timor 832/2	SH 6, 7, 8, 9, 10	V 6, 7, 8, 9, 10
Híbrido de Timor 832/1	SH 6, 7, 8, 9, 10	V 6, 7, 8, 9, 10
Dilla \$ Alghe – 128/2	SH 1	V 1
HW 17/12	SH 1,2,4,5	V 1,2,4,5
H147/1	SH, 2,3,4,5	V 2,3,4,5
H. de Timor - 1343/269	SH 6	V 6
S 12 Kaffa 134/4	SH 1,4	V 1,4
Geisha 87/1	SH 1,5	V 1,5
H 152/3	SH 2,4,5	V 2,4,5
420/2	SH 5, 8	V 5, 8

Variedades diferenciadoras de razas de H. vastatrix

Variedade diferenciadora	Genes de resistência	Genes de virulência
IK 1/5 - 32/1	SH 2,5	V 2,5
S 288 – 23 - 33/1	SH 3,5	V 3,5
S 4 Agaro 110/5	SH 4,5	V 4,5
KP 532 - 1006/10	SH 1,2,5	V 1,2,5
H153/2	SH 1,3,5	V 1,3,5
S 12 Kaffa - 635/3	SH 1,4,5,	V 1,4,5
H 419/20 H. Timor	SH 5,6,9	V 5,6,9
H 420/10 H. Timor	SH 5,6,7,9	V 5,6,7,9
7963/17	SH 5,7	V 5,7
635/2	SH 4	V 4

RAZAS DE HEMILEIA VASTATRIX IDENTIFICADAS

En el mundo: más de 50 razas

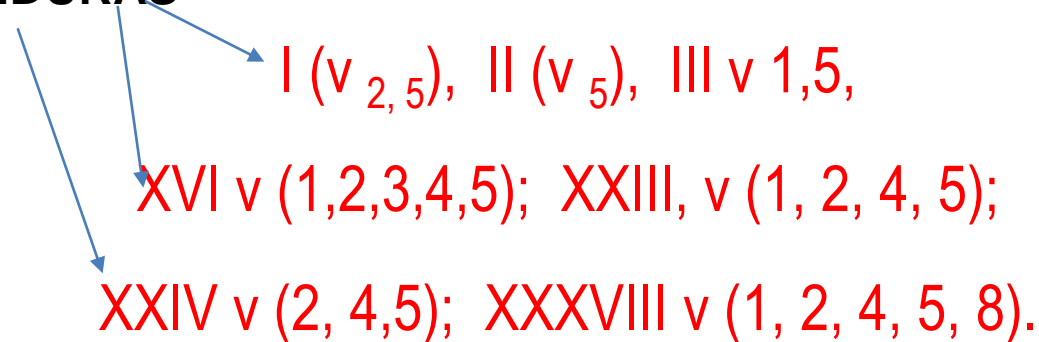
INDIA – aprox. 50 razas

BRASIL – aprox. 16 razas

CIFC 2013 - **COSTA RICA**



HONDURAS



7 nuevas combinaciones de genes de virulencia (posiblemente 7 nuevas razas de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)

Brasil 16 razas en *C. arábica*:

Razas

I (v_2, v_5)

XVII (v_1, v_2, v_5),

II (v_5)

XXIII (v_1, v_2, v_4, v_5),

III (v_1, v_5)

XXII (v_5, v_6);

XVI (v_1, v_2, v_3, v_4, v_5)

X (v_1, v_4, v_5)

XIII (v_5, v_7)

XV (v_4, v_5),

XXIV (v_2, v_4, v_5)

XXV (v_2, v_5, v_6)

XXXIII (v_5, v_7, v_9)

XXXVII (v_2, v_5, v_6, v_7, v_9)

Silva, Zambolim, Caixeta (2017) -

XXIX (v_5, v_6, v_7, v_8, v_9)

XXX (v_5, v_8).



Razas de *Hemileia vastatrix* en el Brasil

1970 - Raza - II (Catuai, M. Novo, Bourbon)

1974 – 1977- Razas - I (v 2,5), II (v5), III (v 1,5) y XV (v 4,5)
(Cvs. Catuai, Mundo Novo, Bourbon, Iarana)

1979 – 1980 – Razas - Identificadas razas más complejas
X (v 1,4,5), XVII (v 1,2,5), XXIV (v 2,4,5) – (Catimor, Sarchimor)

1981 – 2016 – Razas - Confirmación de las razas
I, II, III, X, XV, XVII, XXIV – (Catimor, Sarchimor)

2017 – 2018 – Razas – Identificación de razas con muchos genes de virulencia
I, II, III, X, XIII, XV, XVI, XVII, XXVII, XXIV, XXV, XXVII, XXIX, XXX, XXXIII, XXXVII
(Catimor, Sarchimor)

Nuevos patótipos:

Hv 01 - (v1, v5, v6, v7, v8, v9, ?)

Hv 02 - (v1, v5, v8, ?)

Hv 03 - (v5, v6, v7, v9)

Hv 04 - (v5, v6, v8)

Hv 05 - (v5, v6, ?)

Hv 06 - (v1, v5, v6, v7, v9)

Hv 07 - (v1, v5, v6, v7, v8, v9)

Hv 08 – (v1, 5, 6, ?)

Hv 10 - (v1, v2, v5, v6, v7, v8, v9, ?),

Hv 11 - (v1, v5, v6, v8, ?),

Hv 12 - (v5, v6, v7, v9, ?),

Hv 13 - (v1, v4, v5, ?),

Hv 14 - (v1, v2, v5, v7, v8, v9, ?),

Hv 15 - (v1, v5, v6, v8, v9, ?).

Hv 09 - (v1, v5, v6)

Linhas da variedade

Hv

Lempira avaliadas

Olancho 1 Olancho 3

422 (22) 1-3

5

386 1-4

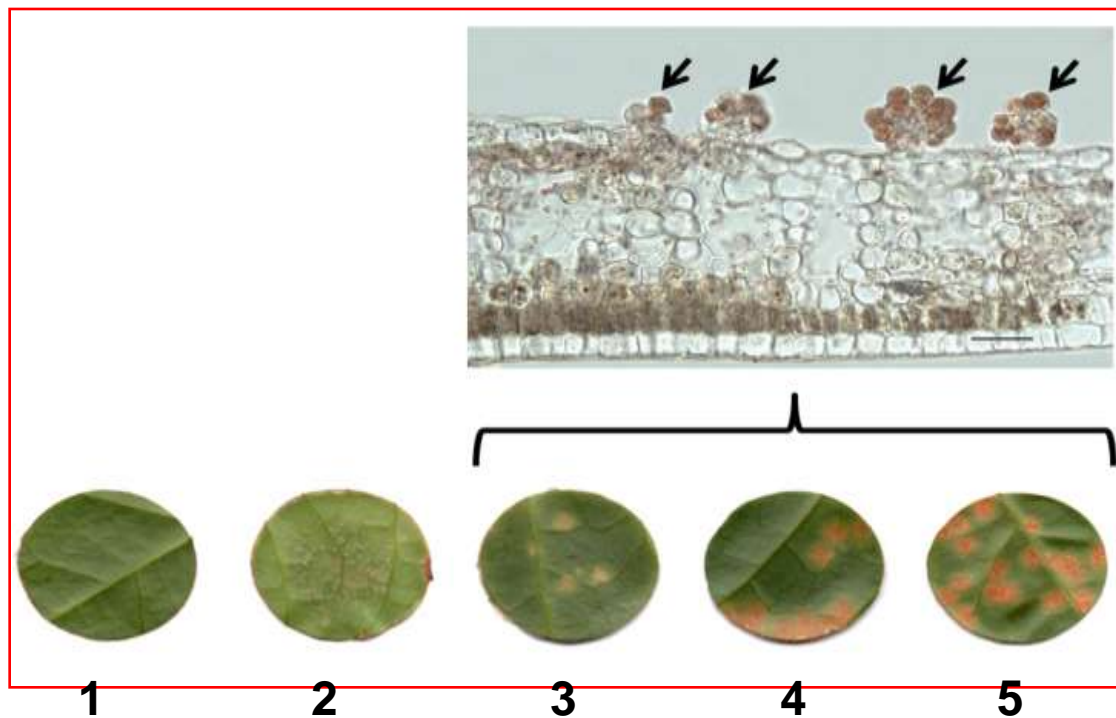
5

365 (1-2) L 4

5

176 4-1

5



Clones diferenciadores de raças de *H. vastatrix* com seus respectivos fatores de resistência e os isolados coletados na variedade Lempira. Olancho Honduras.

Designação do CIFC	Fatores de resistência	HV 1 OH	HV 2 OH	HV 3 OH
832/1	SH 6, 7, 8, 9			
832/2	SH 6, 7, 8, 9			
17/12	SH 1, 2, 4, 5			
19/1	SH 5	S	S	S
32/1	SH 2, 5	S	S	S
110/5	SH 4, 5	S	S	S
134/4	SH 1, 4	S	S	S
152/3	SH 2, 4, 5	S	S	S

Clones diferenciadores de raças de *H. vastatrix* com seus respectivos fatores de resistência e os isolados coletados na variedade Lempira. Olancho Honduras.

Designação do CIFC	Fatores de resistência	HV 1 OH	HV 2 OH	HV 3 OH
419/20	SH 5, 6, 9			S
420/2	SH 5, 8		S	
420/10	SH 5, 6, 7, 9	S	S	S
635/2	SH 4		S	
7963/117	SH 5, 7	S	S	S
Genes de virulencia deduzidos		1, 2, 4, 5, 6, 7, 9	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9

Reacción de las progenies de LEMPIRA – Linderos Santa Barbara con aislados de *H. vastatrix* de Olancho



Progenies de LEMPIRA en el campo apresentava ROYA

Reacción de las progenies de LEMPIRA – Linderos Santa Barbara con aislados de H. vastatrix de Olancho



Progenies de LEMPIRA en el campo presentava ROYA

**Como razas de Hv pierden genes
de virulência ?**

Genes desnecessários para virulência puede non sobreviver na natureza

Cafe
 ("Agaro")
 (S 4,5)

Raça v 5 no virulenta

Raça v1, v5 no virulenta

Raça v3, v5 no virulenta

Raça v4, v5 **virulenta**

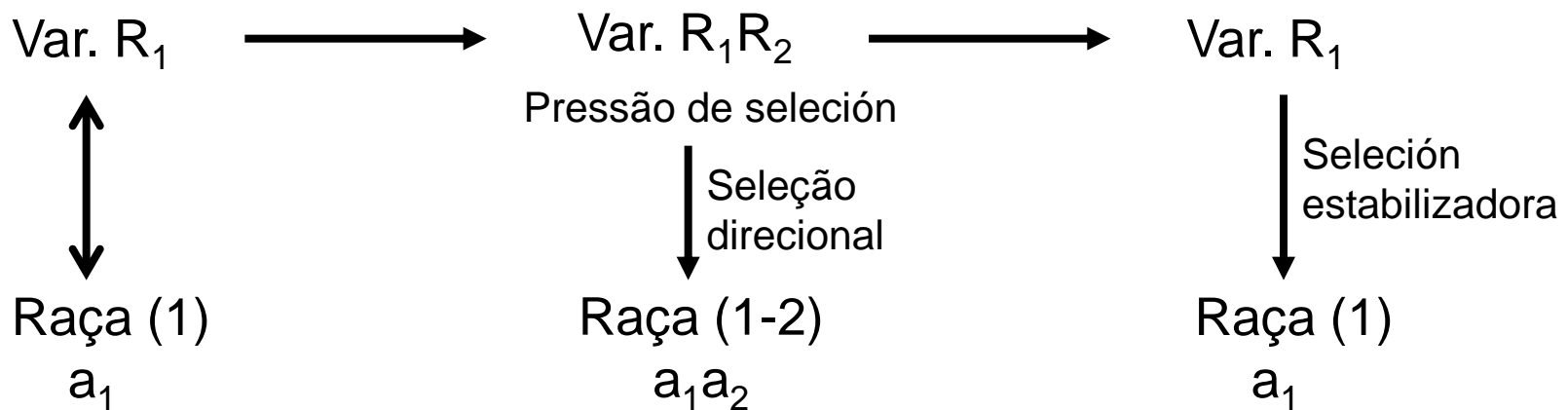
Raça v1, v2, v3, **v4**, v6, v7, v8, v9 **nv**

Raça v1, v2, v3, **v4, v5**, v6, v7, v8, v9 **vi**

Razas con genes desnecessarios

ESTRATEGIAS DE USO DE LA RESISTÊNCIA VERTICAL MONOGÊNICA

- Variedad con resistencia vertical:
 - resistencia hasta el apareamiento de razas con genes de virulencia correspondientes a la población de *H. vastatrix*.
- Selección estabilizadora y direccional:
 - Razas con genes desnecesarios de virulência son menos aptas em sobrevivir (Vanderplank, 1963).

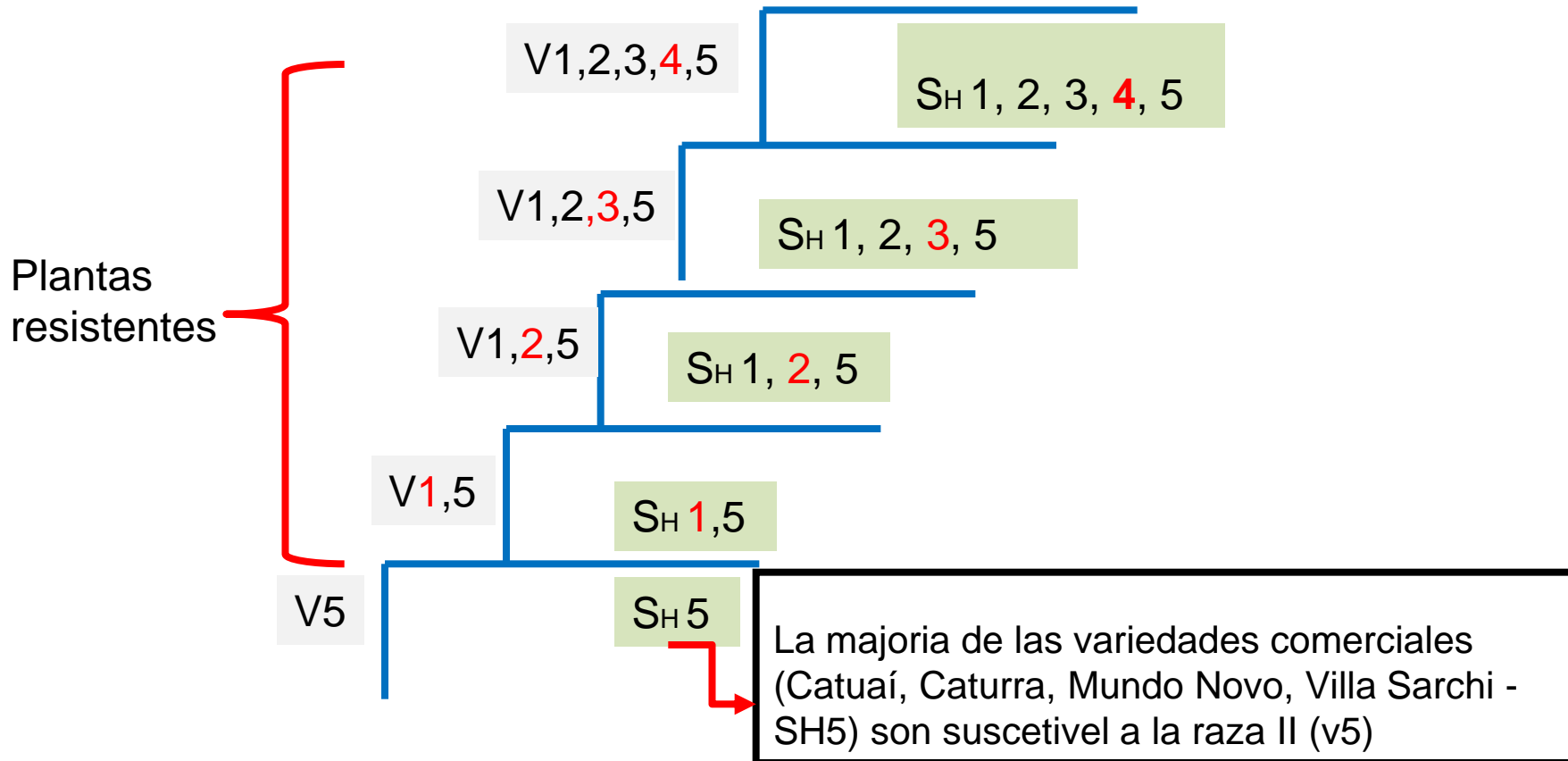


Como razas de Hv ganan los genes de virulencia ?

Como razas de Hv ganan los genes de virulencia ?

Como se formam nuevas razas? Efeito passo a passo

“passo a passo” *H. vastatrix*
gana nuevos genes de virulência



Reação de los aislados de *Hemileia vastatrix* en clones diferenciadores de razas com los respectivos genes de virulência del patógeno y de resistência do hospedeiro e la frequência encontrada de cada una de las razas

Genes de Virulência inferidos	Raças Fisiológicas de H. vastatrix	Genes de Resistências											FREQUENCIA	
		S _H 6	S _H 5,6,7,9	S _H 4,5	S _H 5,6,9	S _H 1,5	S _H 1,2,5	S _H 5,7 ou 5,6,7,9	S _H 1	S _H 5,8	S _H ?	S _H 5		S _H 2,5
		Coffee spp e Híbrido Interespecífico												
		1343/ 100	420/10	110/5	419/20	87/1	1006/10	7963/117	128/2	420/2	644/10	19/1		32/1
a	y	E	R	D	G	M	3	2	1	J	L			
v5	II										S		30.3	
v1,5	III					S					S		3.5	
v5,?	XIII									S	S		7.1	
v5,6	XXII	S									S		5,3	
v5, 6,7,8,9	XXIX	S	S							S		S	1.7	
v5,8	XXX									S		S	1,7	
v5,7,9 ou 5,7	XXXIII							S			S		1.7	
v1,5,6,7,8,9,?	Hv01	S	S		S	S			S	S	S	S	8.9	
v1,5,8,?	Hv02								S	S	S	S	1.7	
v5,6,7,9	Hv03	S						S			S		1.7	
v5,6,8	Hv04	S								S	S		1.7	

Reación de los aislados de *Hemileia vastatrix* en clones diferenciadores de razas con los respectivos genes de virulência del patógeno y de resistência do hospedeiro e la frecuencia encontrada de cada una de las razas

Genes de Virulência inferidos	Raças Fisiológicas de H. vastatrix	Genes de Resistências											FRECUENCIA	
		S _H 6	S _H 5,6,7,9	S _H 4,5	S _H 5,6,9	S _H 1,5	S _H 1,2,5	S _H 5,7 ou S _H 5.7.9	S _H 1	S _H 5,8	S _H ?	S _H 5		S _H 2,5
		Coffee spp e Híbrido Interespecífico												
		1343/26 ₉	420/10	110/5	419/20	87/1	1006/10	7963/11 ₇	128/2	420/2	644/18	19/1		32/1
		a	y	E	R	D	G	M	3	2	1	J	L	
v5,6,?	Hv05	S									S	S		7.14
v1,5,6,7,9	Hv06	S	S			S						S		3.5
v1,5,6,7,8,9	Hv07	S	S		S			S	S	S		S		3.5
v1,5,6,?	Hv08	S				S					S	S		3.5
v1,5,6	Hv09	S				S						S		1.78
v1,2,5,6,7,8,9,?	Hv10	S					S	S	S	S	S	S	S	1.78
v1,5,6,8,?	Hv11	S							S	S	S	S		3.5
v5,6,7,9,?	Hv12	S	S								S	S		3.5
v1,4.5,?	Hv13			S					S		S	S		1.78
v1,2,5,7,8,9,?	Hv14						S	S		S	S	S		1.78
v1,5,6,8,9,?	Hv015	S			S	S			S	S	S	S		1.78

Estudio da estrutura genética

Objetivo:

Estudar la influencia de la planta y distribución geográfica en la diversidad y na diferenciación de la población de H. v.

Resultado:

Baixo nível de diversidade genética en la população de Hv.

(Os mesmos aislados de Hv foram encontrados en las diferentes regiones estudadas – (análise molecular)

Não houve correlación entre locais y distância genética

Inóculo dispersa pelo viento - mesmos indivíduos prevaleceram en las diferentes regiones.

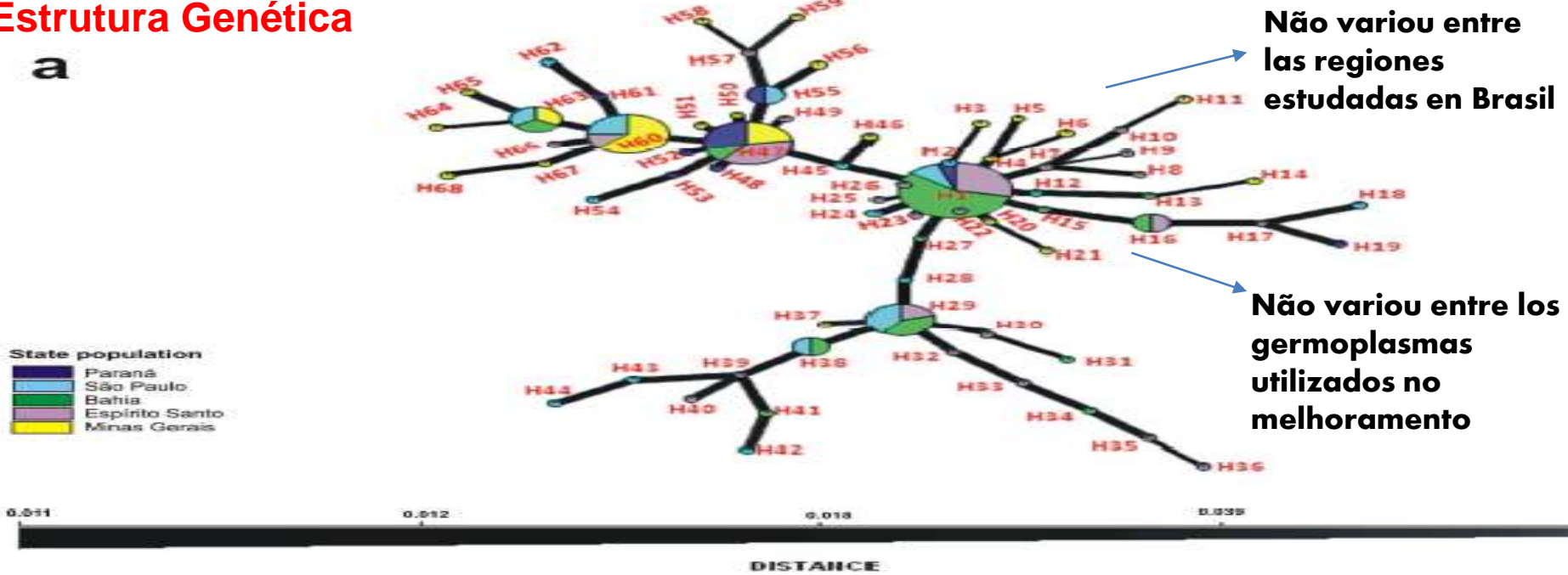
Germoplasma resistente es variável geneticamente (C. arabica. C. canephora y derivados de HDT):

Difícil prever la durabilidad de la resistência a la roya.

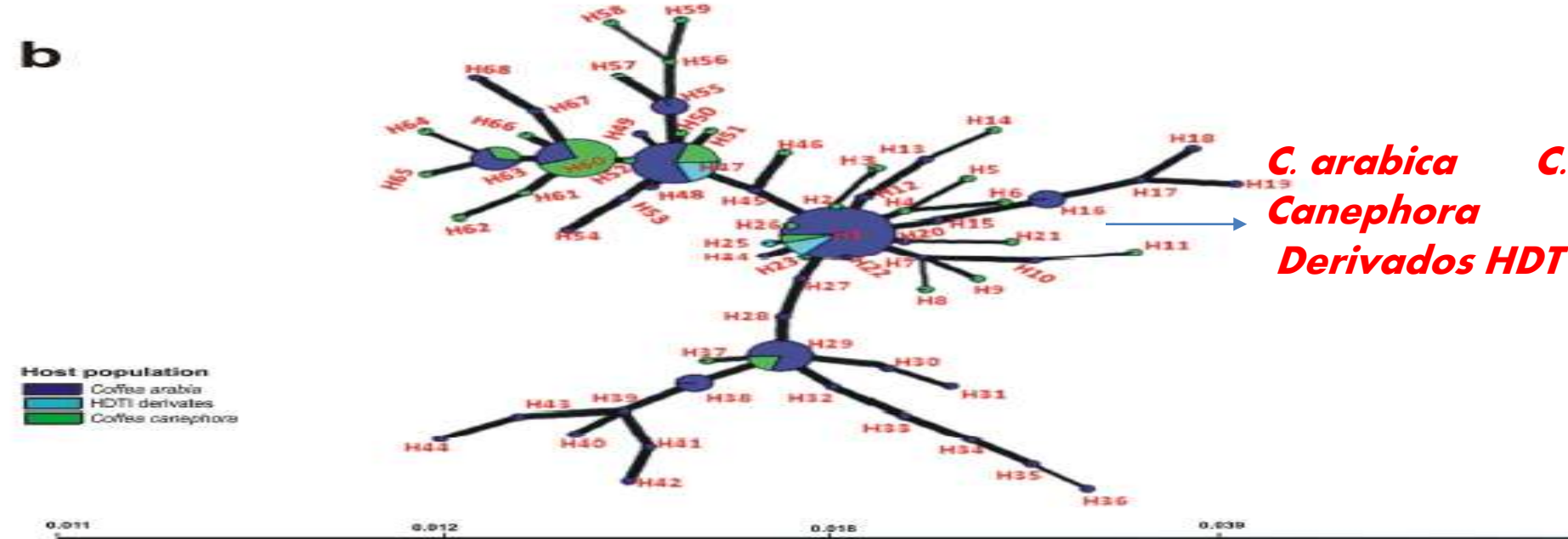
Prioridad en los programas de mejoramento la RH como una estrategia de controle.

Estrutura Genética

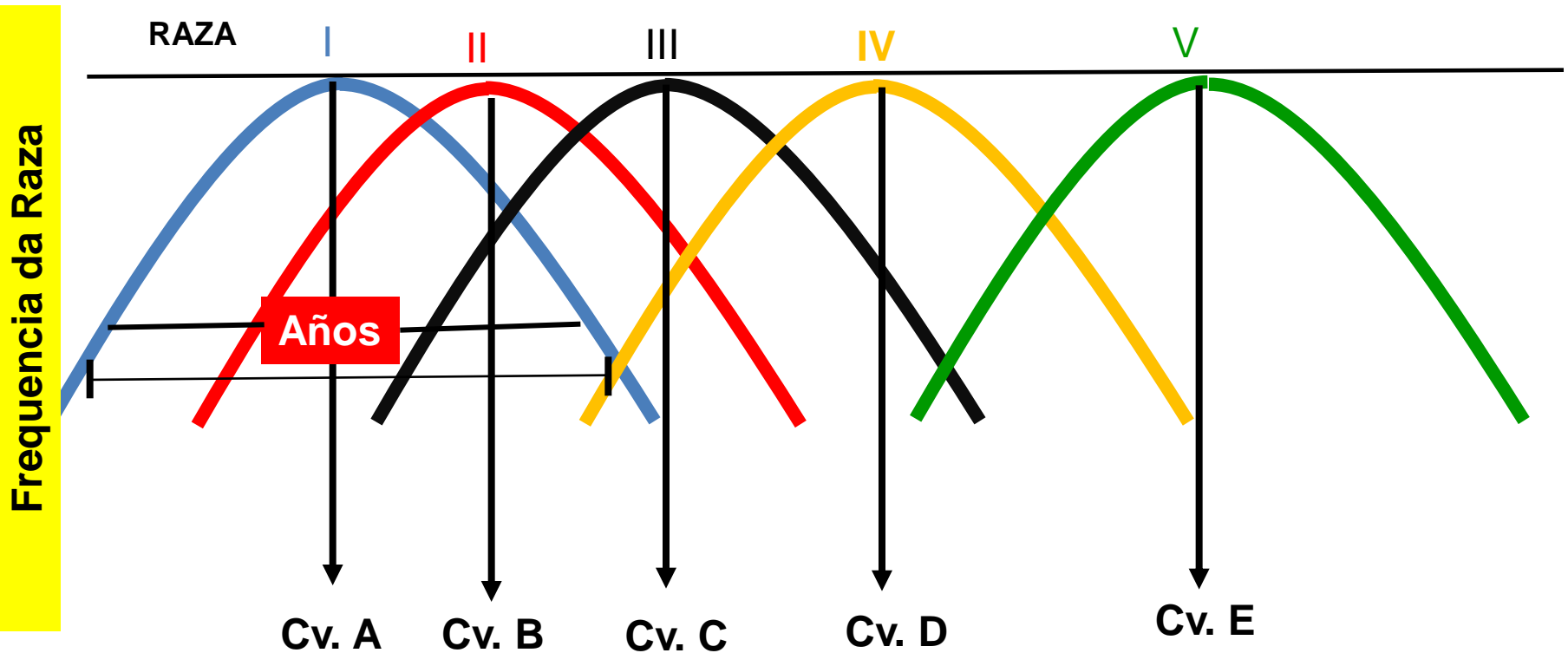
a



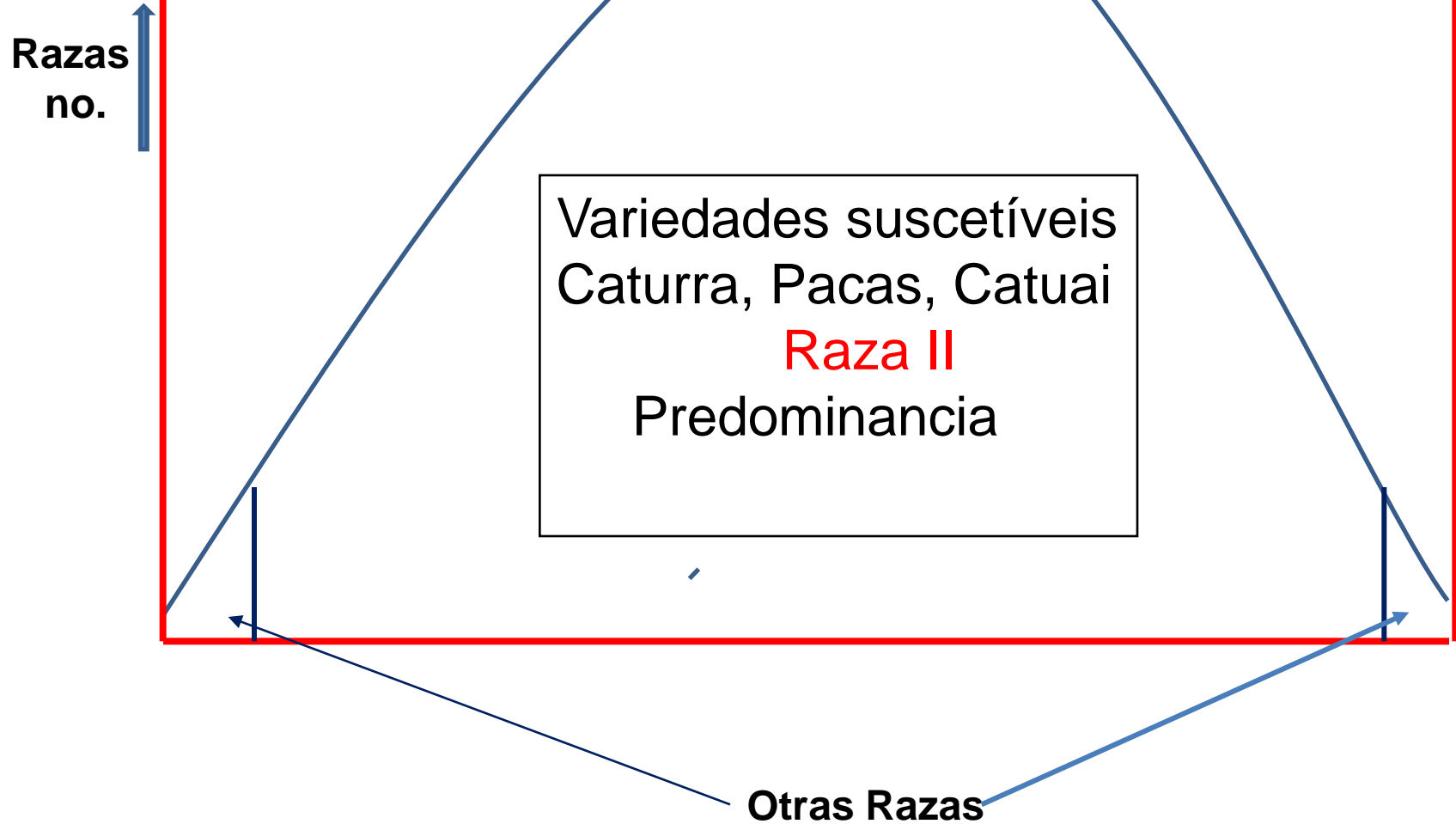
b



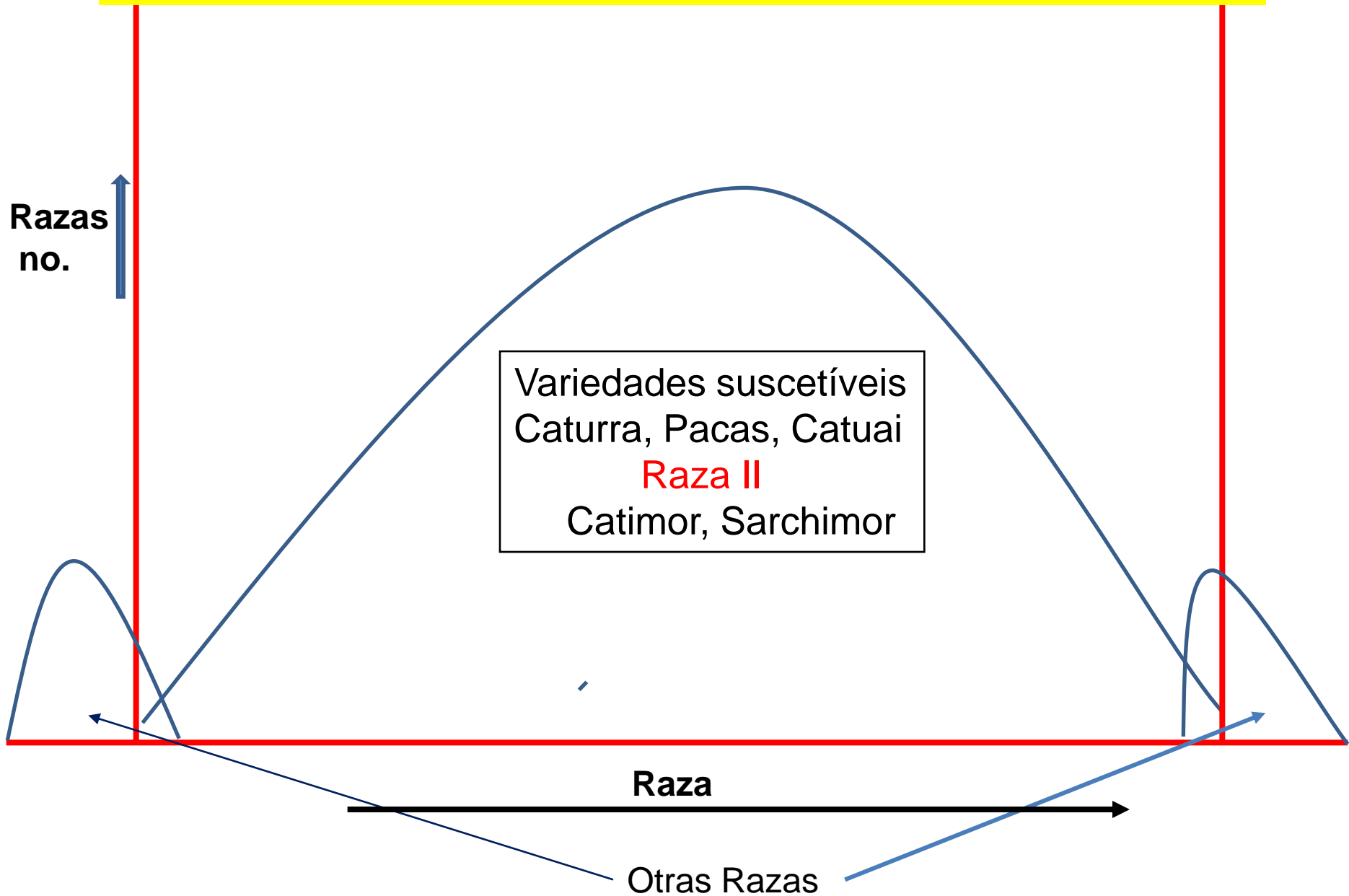
Como surgen las razas? Pression de seleccion.



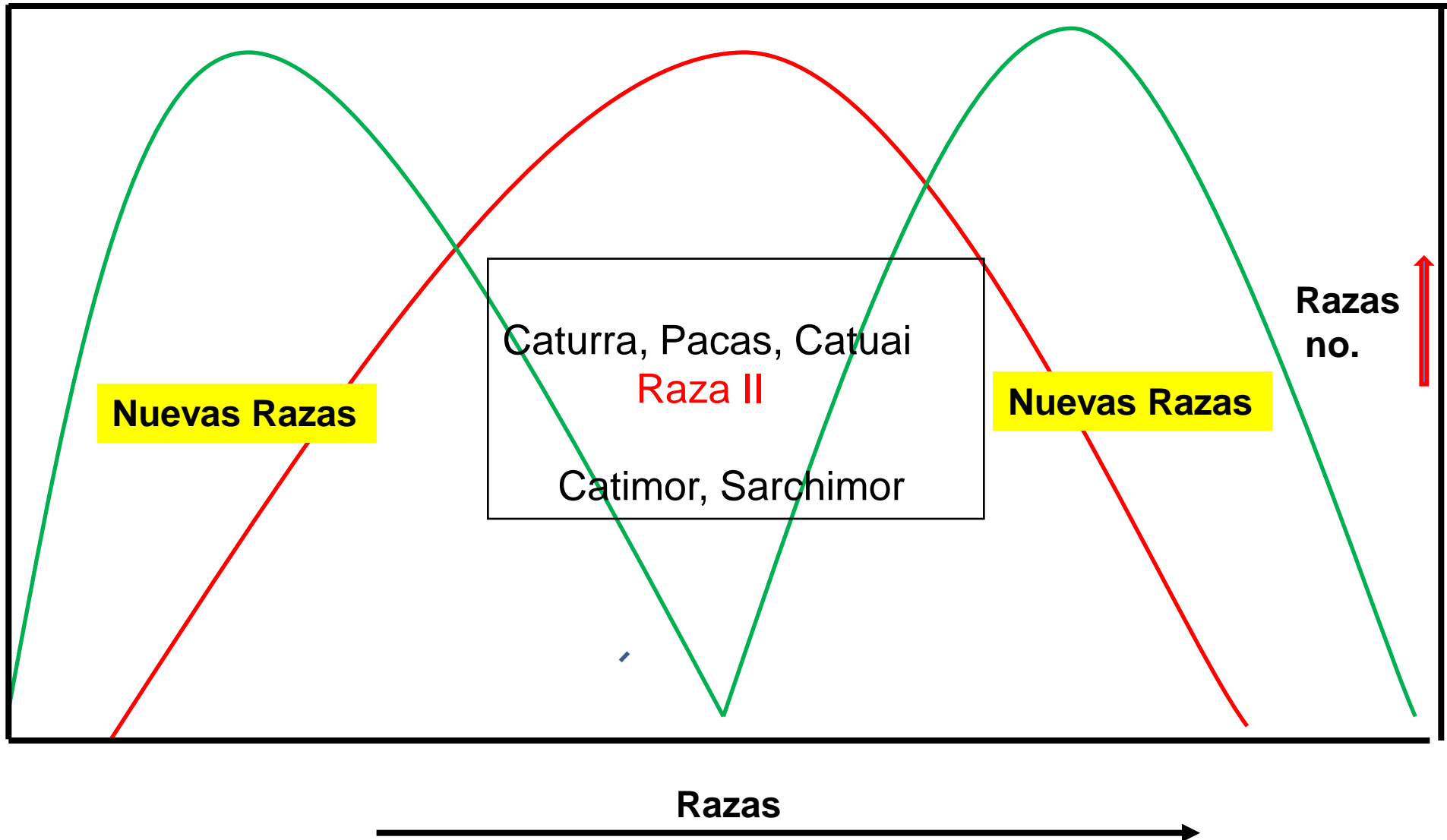
Como surgen las razas? Pression de seleccion.



Como surgen las razas? Pression de seleccion.



Como surgen las razas? Pression de seleccion.



Fuentes de genes de resistencia (SH) a Hv

SH1, 2, 4, 5 – *Coffea arabica*

SH 3 – *Coffea liberica*

SH 6, 7, 8, 9 - *C. canephora var. robusta*

C. canephora var. conilon

SH 6, 7, 8, 9, **SH 10** (más reciente) – Híbrido de Timor

Hay otros genes SH no caracterizado aún SH11,12,13,14

Teoria gene-a-gene

Interacción

Cafeeiro

SH1 - SH 10

**Genes de
resistência**



Susceptibilidad

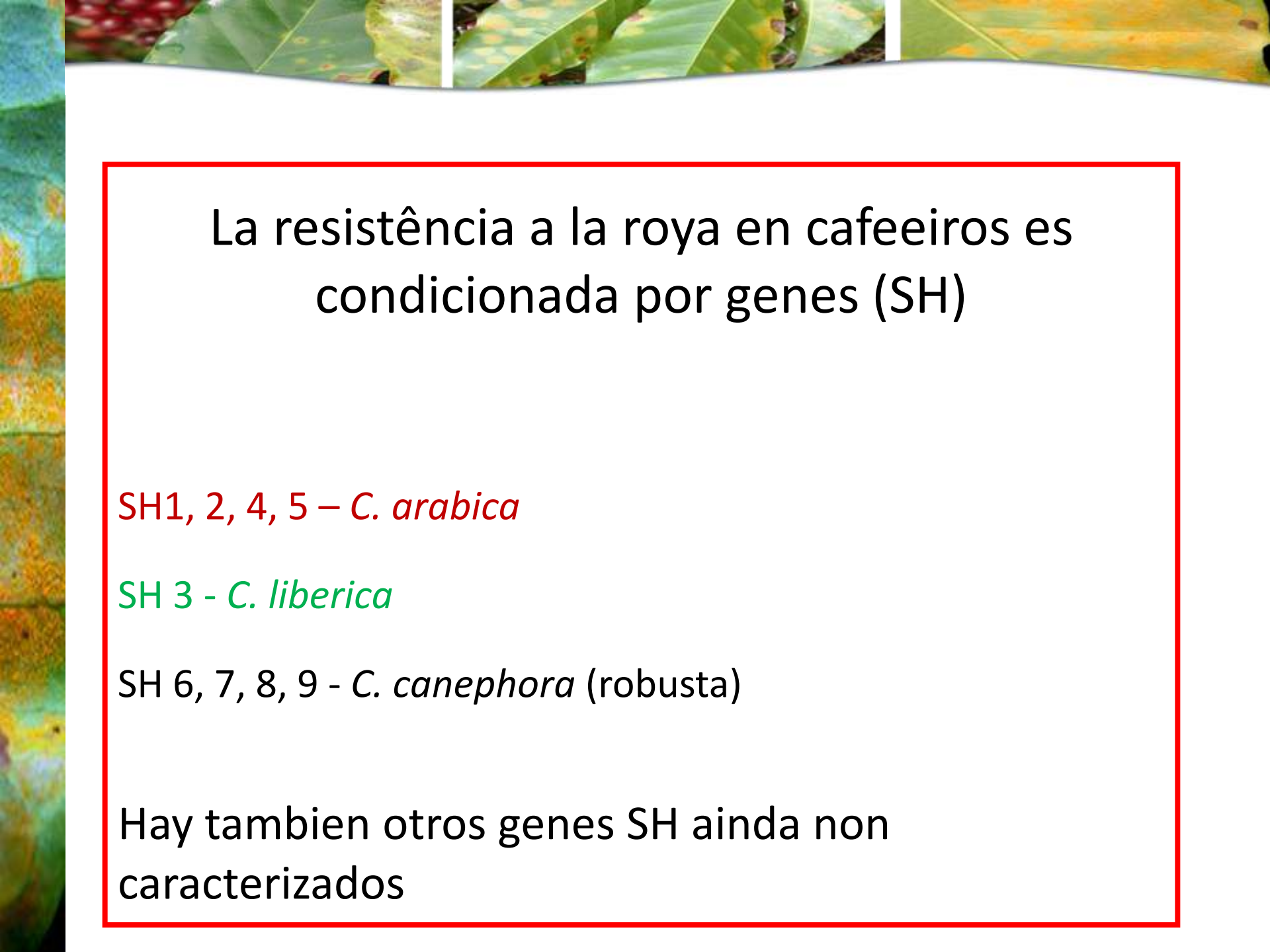


Resistência

Ferrugem

V 1 – V 10

**Genes de
virulência**



La resistència a la roya en cafeeiros es
condicionada por genes (SH)

SH1, 2, 4, 5 – *C. arabica*

SH 3 - *C. liberica*

SH 6, 7, 8, 9 - *C. canephora* (robusta)

Hay tambien otros genes SH ainda non
caracterizados



O que se conoce sobre la resistencia do cafeeiro a la roya

Plantas de Híbrido de Timor con resistencia a todas las razas na década de **1980** fueron utilizadas como fuente de resistencia em el programa de mejoramiento originando las primeras variedades resistentes derivadas de HDT:

CATIMOR e SARCHIMOR.



O que se conoce sobre la resistencia do cafeeiro a la roya

**Catimor: cruzamiento entre la variedad Caturra x
Híbrido de Timor (832/1)**

**Catimor: nombre bautizado en la Universidad Federal de Viçosa por
Zambolim & Chaves 1982.**

**Sarchimor: cruzamiento entre la variedad
Vila Sarchi x Híbrido de Timor (832/2)**

Actualmente mas de 90 % de las variedades resistentes de *C. arabica* cultivadas en todos los países produtores de café fueram originadas de los cruzamientos realizados en el CIFC – Oeiras Portugal.

(Branquinho de Oliveira; Anibal Jardim Bettencourt; Carlos Rodrigues Júnior; Vitor Várzea).



O que se conoce sobre la resistência do cafeeiro a la roya

Identificacion de nueve genes de resistencia (**SH1 –SH9**) en cafeeiro con genes de virulencia (**v1– v9**) em *Hv*

Más recientemente fue descubierto (SH10 - UFV) por nuestro equipo de investigación del BIOCAFE-UFV-EMBRAPA

Descobierta decisiva en el programa de resistencia do cafeeiro a roya foi la identificacion de **Híbrido de Timor en la** decada de **1950** un híbrido natural que surgiu na naturaleza espontaneamente oriundo do cruzamento entre ***Coffea arabica* y *C. robusta***.

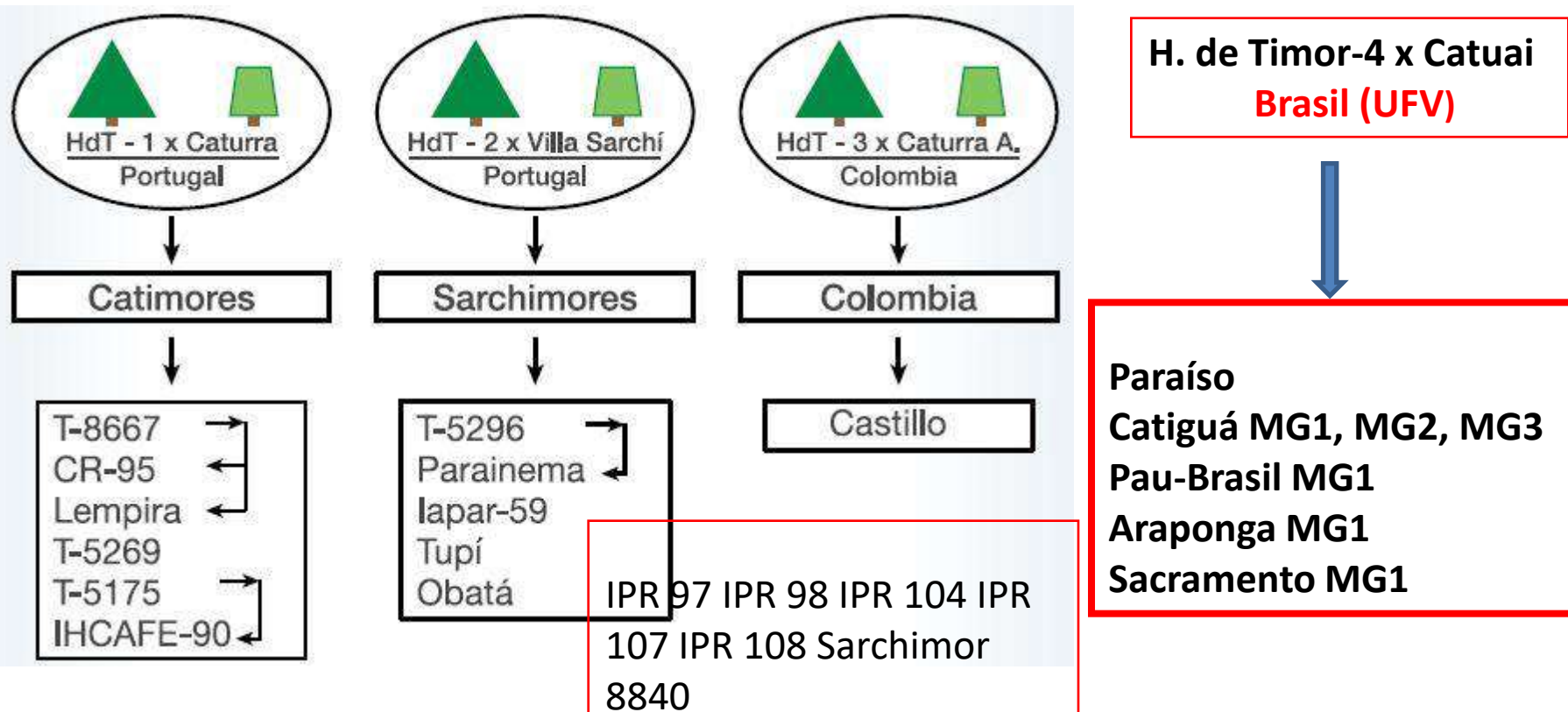
Control de la roya del café por variedades resistentes



Revista El Cafetal, abril 2013

https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Varietades_resistentes_a_roya

Revista El Cafetal, abril 2013 Ing. Agr. Francisco Anzueto R. Coordinador Cedicafé, Anacafé





Control de la roya del café por variedades resistentes

37 introducciones de Híbrido de Timor (HDT) fueram recibidos del CIFIC

CIFIC **832** – 19/10/57

CIFIC **1343** – 25/11/60

CIFIC **2252** to **2257** – 21/11/66

CIFIC **2567** to **2571** – 25/7/68

CIFIC **3049** to **3053** – 21/7/69

CIFIC **4106** – 20/5/71

CIFIC **5039** to **5055** – 8/2/72

CIFIC **6530** to **6533** – 30/8/73

Híbrido de Timor



Control de la roya del café por variedades resistentes

Derivados HDT

- HDT 832/1 → Caturra x **HDT 832/1**
→ Hw 26/5; Hw 26/7, Hw26/13
- HDT 832/2 → Vila Sarchi x **HDT 832/2**
→ H361/1; H361/3; H361/4; H361/5
- HDT 1343 → Caturra x **HDT 1343** — Colombia
- HDT 2570 → Catuaí x **HDT 2570** — Brasil

Híbrido de Timor explorados para la obtención de variedades

GRUPO A

UFV – 7 linajes de HT utilizados hasta el momento.

832-1 – Catimor; 832-2 – Sarchimor; 433-52; 446-03; 445-46

440-10 (Catigua MG2); 442-34

832-1 – Catimor; 832-2 – Sarchimor – explorado no mundo

GRUPO B – ainda no explorado en el mundo.

UFV – 15 linajes de HT para ser explotados

376-08*; 376-02"; 376-09*; 432-36*; 408-10*; 408-18*; 376-01*

***Resistência a raza II e XXXII e CBD testadas en la UFV**

445-70; 377-51; 376-14; 376-37



Los padres de la maioria das variedades resistentes actualmente cultivadas son susceptibles em Índia.

HDT 832/1

HDT 832/2



Inoculaciones en el **CIFC** con muestras de H.v. da Índia

Cuál es la importancia de esta constatación?

Fuentes de resistencia a la roya

Fuentes de resistencia a la roya empleadas en Brasil

***Coffea canephora* var. Robusta – SH 6, 7, 8, 9 +++ ?**



Coffea arabica

ICATU SH 5, 6, 7, 8, 9 +++ ?

CIFC

Hibrido de Timor - SH 6, 7, 8, 9 +++ ?



Coffea arabica

CIFC

Catimor SH 5, 6, 7, 8, 9 +++ ?

UFV

Fuentes de resistencia a la roya

Fuentes de resistencia a la roya empleadas en Brasil

Hibrido de Timor - (SH 6, 7, 8, 9 +++ ?)



Coffea arabica

Catimor (SH 5, 6, 7, 8, 9 +++ ?) X S 795 (SH3)



S 288

Lines - (SH 3, 5, 6, 7, 8, 9 +++ ?)

Coffea arabica

Fuentes de resistencia a la roya en Brasil

Derivados de *C. canephora*

Coffea canephora

N = 22 cromossomas

X

C. cv. Bourbon

N = 44 cromossomas



Desarrolló 1980-1983

Icatú

X

Mundo Novo
Caturra



Icatu Vermelho, Icatu Amarelo,
Icatu Precoce **Moderadamente
resistente**

Progenies - **Amarillo** **Rojo**

Catucaí: Icatu x Catuai

Autofecundadas y Seleccionadas

Fuentes de resistencia a la roya en Brasil

Derivados del Híbrido de Timor

1. Obatã:

Híbrido natural de un F2 del híbrido h364/4 (Vila Sarchi x Híbrido de Timor) x Catuaí Vermelho.

2. IAPAR-59:

Vila Sarchi x Híbrido de Timor.

3. Tupi:

Derivado del F2 del híbrido 361/4.

4. Oeiras MG 6851:

Caturra Vermelho (CIFC 1'9/1) x Híbrido de Timor (CIFC 832/1).

5. Acauã

Caturra x Híbrido de Timor



Sarchimor x Mundo Novo



Acauã (**Resistent a la roya**)

Fuentes de resistencia a la roya en Brasil

Derivados del Híbrido de Timor

6. Catiguá MG1 e MG2, MG 3

Catuaí Amarelo IAC 86 X Híbrido de Timor UFV 440-10,

7. Oeiras MG 6851

Caturra Vermelho CIFC 19/1 X Híbrido de Timor CIFC 832/1

8. Paraíso MG H 419-1

Catuaí Amarelo IAC 30 X Híbrido de Timor UFV 445-46.

Fuentes de resistencia a la roya en Brasil

Derivados del Híbrido de Timor

9.Sacramento MG1

Catuaí Vermelho IAC 81 X Híbrido de Timor UFV 438-52.

10.Pau-Brasil MG1

Catuaí Vermelho IAC 15 e o Híbrido de Timor UFV 442-34.

11.Araponga MG1

Catuaí Amarelo IAC 86 X Híbrido de Timor UFV 446-08.

12. Catucaí

Catuaí vermelho X ICATU (*C. canephora* x Bourbon)



Utilización do gene *SH3* como fuente de resistência a la roya

Coffea arabica x *Coffea liberica*

→ cruzamiento natural

↑
SH5

↑
SH3

↙
Variedad S288 X Cv. Kent



Variedad S795 - Siembrado em la India 1960 - Resistente

Brasil (IAC 1110) – mantien resistentes hay mas de 50 años

Resistencia a la roya en Colombia, Castillo Derivados del Híbrido de Timor

Variedad **COLOMBIA** – mezclas de líneas de derivados de HDT x *C. arabica*

Se há permitido mantener una alta resistencia por mas de 25 años

Variedad **CASTILLHO** – mezcla de líneas de derivados de HDT x *C. arabica*

Siempre hay necesidad de **incorporar genes nuevos** en estas variedades

SH3 - *Coffea liberica* ahora esta siendo incorporado para tener una resistencia con alta duración.



Variedad compuesta CASTILLO

Variedad Castillo es una variedad compuesta por la mezcla de líneas avanzadas con alta producción y diferentes genes de resistencia a la roya que permite su utilización en una diversidad de ambientes.

Tiene estabilidad y duración frente a nuevas razas. Tiempo?

Permite su siembra en las **diferentes zonas** donde la roya del cafeto es un factor limitante a la producción.

No requiere de la aplicación de **fungicidas** para el manejo químico de la roya.

Variedad Castillo Paraguaicito - V. Castillo La Trinidad - V. Castillo Pueblo Bello - V. Castillo Santa Bárbara - V. Castillo El Rosario – V. Castillo Naranjal

Variedade CASTILLO

Caturra (progenitor femenino) X HDT 1343 CIFC #1



F1 Autofecundación

F2, F3 Generaciones

Selección – vigor, porte bajo, producción, defectos de las semillas, tamaño del grano, resistência completa e incompleta a roya.



F4, F5, F6

SH 5, 6, 7, 8, 9 +++ ? Factores de resistencia

Grupos molecular dos Híbridos de Timor

HÍBRIDO DE TIMOR

Grupo 1

445-92

445-70

446-29

446-99

441-05

442-50

446-10

446-09

446-98

442-27

446-50

442-47

441-20

441-04

442-40

440-18

441-02

442-34

Pau Brasil

Grupo 2

442-42

440-10 Catigua2

442-44

443-07

439-16

440-32

443-02

444-01

445-22

440-37

Grupo 3

447-51

447-50

445-01

447-47

447-43

447-67

447-48

444-04

443-08

Grupo 4

445-46 Paraiso

442-108

446-08 Araponga

441-03

Grupo 5

443-03

438-52 Sacramento

440-22

437-06

Grupos molecular dos Híbridos de Timor

HÍBRIDO DE TIMOR

Grupo 6

450-65

444-01

450-63

450-18

477-02

832-02 Sarchimor

441-11

Grupo 7

448-48

448-16

448-75

448-42

448-40

448-69

448-12

446-138

445-03

440-04

445-53

446-109

441-13

440-19

441-14

440-07

Grupo 8

439-14

437-03

437-02

438-10

438-49

Grupo 9

438-03

433-03

438-12

432-41

Grupo 10

376-11

376-05

376-79

376-52

376-01

376-37

376-57

377-54

377-24

377-01

377-23

Grupos molecular dos Híbridos de Timor

HÍBRIDO DE TIMOR

Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13	Grupo 14	Grupo 15
379-07	450-61 449-20 450-12 450-06	450-84 380-52	4106*	454-43 451-42 451-28 832-1* Oeiras

Grupos molecular dos Híbridos de Timor

HÍBRIDO DE TIMOR

Grupo 16

435-13

434-09

435-03

Grupo 17

408-28

408-26

408-18

408-01

408-10

433-01

435-08

432-30

432-25

Grupo 18

430-15

430-13

428-05

427-24

428-01

427-40

428-02

427-65

427-56

427-90

427-15

428-04

427-01

428-03

427-22

427-09

427-55

Grupo 19

337-04

337-05

337-21

Grupo 20

376-14

376-09

376-02

376-12

376-08

377-51

376-31

377-15

437-10

437-09

Grupo 21

439-11

439-04

439-13

439-15

439-05

439-03

444-05

444-02

439-01

439-02

Produtividade, em sacas de 60 kg de café ben./ha de cultivares comerciais de cafeeiro, de 2008/2009 a 2011/2012, Lavras (LA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PA) e Turmalina (TU) em MG e média geral dos quatro ambientes

Cultivares	LA	CA	PA	TU	Média
Catucaí Am. 2SL	32,7 cB	33,3 bB	44,3 cA	49,3 aA	39,9 b
Catucaí Am. 24/137	42,8 bB	31,7 bC	47,9 bB	55,3 aA	44,4 a
Catucaí Am. 20/15 cv 479	44,8 aA	30,2 bC	36,4 dB	46,5 Ba	39,5 b
Catucaí 785/15	23,1 eB	21,5 cB	22,6 eB	36,0 cA	25,8 g
Catucaí Ver. 20/15 cv 476	26,7 dB	21,6 cC	29,7 dB	43,6 bA	30,4 f
Sabiá Tardio	41,6 bB	37,5 aB	56,9 aA	51,5 aA	46,9 a
Palma 2	38,2 bA	38,4 aA	38,2 cA	43,9 bA	39,7 b
Acauã	32,4 cB	23,0 cC	44,7 cA	46,7 bA	36,7 c

Produtividade, em sacas de 60 kg de café ben./ha de cultivares comerciais de cafeeiro, de 2008/2009 a 2011/2012, Lavras (LA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PA) e Turmalina (TU) em MG e média geral dos quatro ambientes

Cultivares	LA	CA	PA	TU	Média
Oeiras MG 6851	28,4 dB	33,6 bB	29,8 dB	42,2 bA	33,5 d
Catiguá MG 1	35,5 cA	23,9 cB	31,7 dA	34,0 cA	31,3 e
Sacramento MG 1	31,6 cB	30,2 bB	39,9 cA	36,7 cA	34,6 d
Catiguá MG 2	41,3 bA	31,0 bB	35,3 dB	32,0 cB	34,9 d
Araponga MG 1	31,1 cA	31,8 bA	33,6 dA	33,8 cA	32,6 e
Paraíso MG H419-1	29,5 dA	33,0 bA	31,0 dA	34,5 cA	32,0 e
Pau Brasil MG 1	45,7 aA	38,8 aB	38,5 cB	46,3 bA	42,3 a
Tupi IAC 1669-33	36,0 cC	24,2 cD	48,2 bA	41,9 bB	37,6 c
Obatã IAC 1669-20	49,5 aA	31,4 bB	46,0 bA	53,1 aA	45,0 a
Iapar 59	28,6 dB	23,5 cB	23,4 eB	39,5 cA	28,8 f

Produtividade, em sacas de 60 kg de café ben./ha de cultivares comerciais de cafeeiro, de 2008/2009 a 2011/2012, Lavras (LA), Campos Altos (CA), Patrocínio (PA) e Turmalina (TU) em MG e média geral dos quatro ambientes

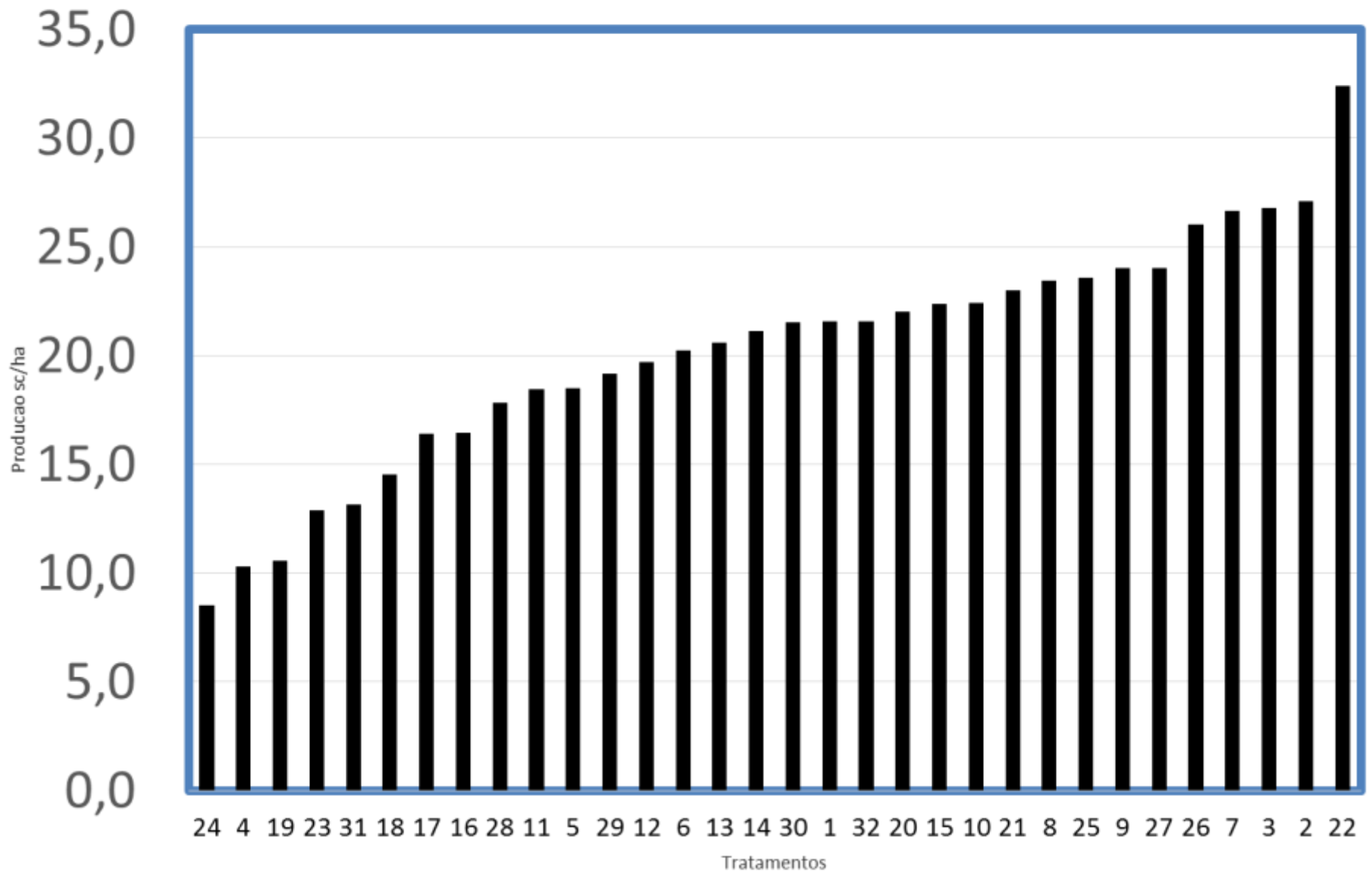
Cultivares	LA	CA	PA	TU	Média
IPR 98	25,6 dB	25,0 cB	30,1 dB	45,7 bA	31,6 e
IPR 99	47,2 aA	30,3 bB	41,5 cA	46,5 bA	41,4 b
IPR 103	43,2 bB	33,0 bC	46,3 bB	54,9 aA	44,3 a
IPR 104	21,0 eC	35,1 bB	25,4 eC	46,8 bA	32,1 e
Topázio MG 1190	37,4 bA	41,7 aA	43,6 Ca	43,4 bA	41,5 b
Bourbon Amarelo IAC J10	34,4 cA	19,2 cB	22,7 eB	39,3 cA	28,9 f
Promedio	35,3 C	30,1 D	37,0 B	43,5 A	36,5 B
CV (%)	11,78				

Variedades resistentes a la roya

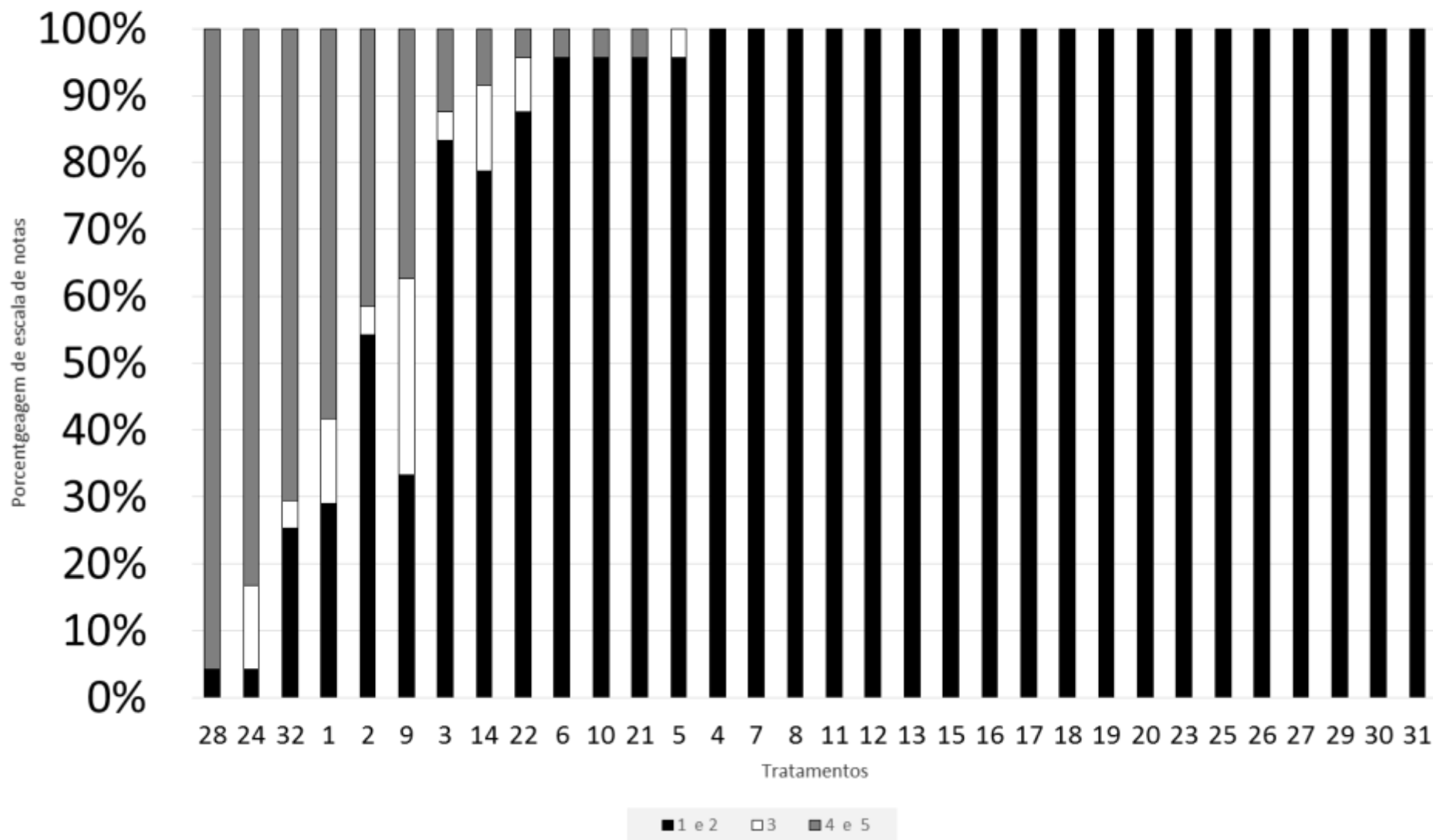
CULTIVAR	ORIGEM	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
Catucaí Amarelo 2 SL	Icatu X Catucai	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Catucaí Amarelo 24/137	Icatu X Catucai	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Catucaí Amarelo 20/15 cv 479	Icatu X Catucai	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Catucaí Vermelho 785/15	Icatu X Catucai	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Catucaí Vermelho 2015 cv 476	Icatu X Catucai	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Sabiá	Catimor UFV 386 X Acaiaí	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Palma II	Catucaí Vermelho IAC 81 X HDT UFV 353	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Acauá	Sarchimor IAC 1668 X Mundo novo IAC 388-17	MAPA/Fundação PROCAFÉ
Oieras MG 6851	Caturra Vermelho CIFC 19/1 X HDT 832/1	EPAMIG/UFV
Catiguá MG1	Catucaí Amarelo IAC 86 X HDT UFV 440-10	EPAMIG/UFV
Sacramento MG1	Catucaí Vermelho IAC 81 X Catimor UFV 438-52	EPAMIG/UFV
Catiguá MG2	Catucaí Amarelo IAC 86 X HDT UFV 440-10	EPAMIG/UFV
Araponga MG1	Catucaí Amarelo IAC 86 X HDT UFV 446-08	EPAMIG/UFV
H 419-3-3-7-16-4-1	Catucaí Amarelo IAC 30 X HDT UFV 445-46	EPAMIG/UFV
Pau Brasil MG1	Catucaí Vermelho IAC 141 X UFV 442-34	EPAMIG/UFV
Tupi	Derivada do híbrido H 361/4 ('Villa Sarchi' x Híbrido de Timor CIFC 832/2)	IAC
Obatá	Villa Sarchi X HDT CIFC 832/2	IAC
IAPAR 59	Derivado do Híbrido CIFC H361, resultado do cruzamento de Villa Sarchi CIFC 971/10 e HDT CIFC 832/2	IAPAR
IPR 98	Villa Sarchi CIFC 971/10 e HDT CIFC 832/2	IAPAR
IPR 99	Villa Sarchi CIFC 971/10 e HDT CIFC 832/2	IAPAR
IPR 100	Catucaí X genótipo de café da série BA-10	IAPAR
IPR 103	Icatu X Catucai	IAPAR
IPR 104	Villa Sarchi CIFC 971/10 e HDT CIFC 832/2	IAPAR
Bourbon Amarelo UFV 535	Pode ter sido originada da mutação de 'Bourbon Vermelho' ou também surgido como produto de recombinação do cruzamento natural entre 'Bourbon Vermelho' e 'Amarelo de Botucatu.	IAPAR
H 419-10-6-2-5-1	Catucaí Amarelo IAC 30 X HDT UFV 445-46	EPAMIG/UFV
H 419-10-6-2-10-1	Catucaí Amarelo IAC 30 X HDT UFV 445-46	EPAMIG/UFV
H 419-10-6-2-12-1	Catucaí Amarelo IAC 30 X HDT UFV 445-46	EPAMIG/UFV
Catucaí Vermelho IAC 144	Caturra Amarelo IAC 476-11 X Mundo Novo IAC 374-19	IAC
Obata Amarelo 4932	Obatã IAC 1669-20 X Catucaí Amarelo	IAC
IAC 1669-13	Villa Sarchi x HDT CIFC 832/2	IAC
Tupi Amarelo IAC 5162	Tupi IAC 1669-33 Vermelho X Catucaí Amarelo.	IAC
Catucaí Vermelho IAC 15	Caturra Amarelo IAC 476-11 X Mundo Novo IAC 374-19	IAC

HDT: Híbrido de Timor

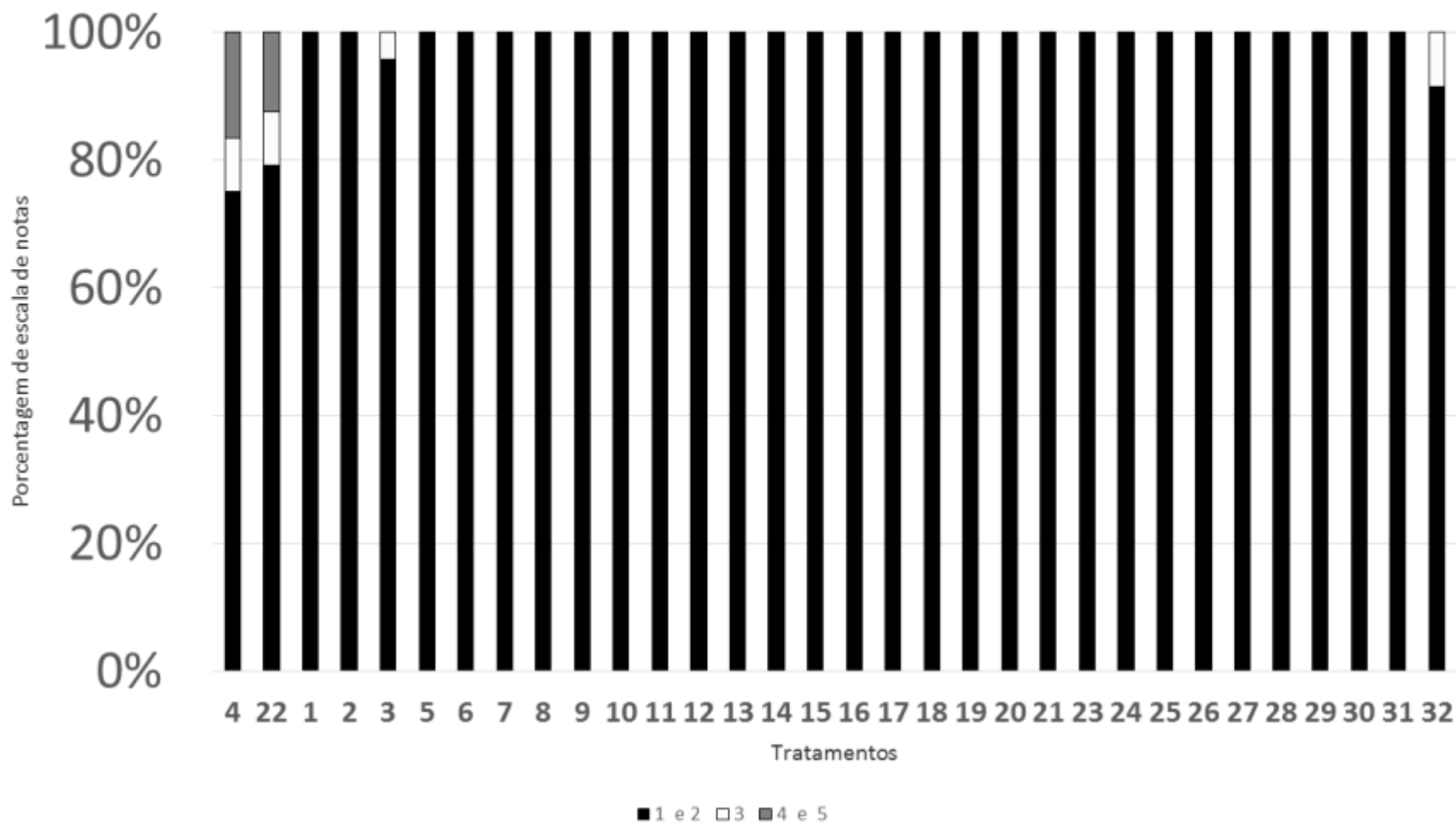
Producción sc/ha promedio 2008 - 2016



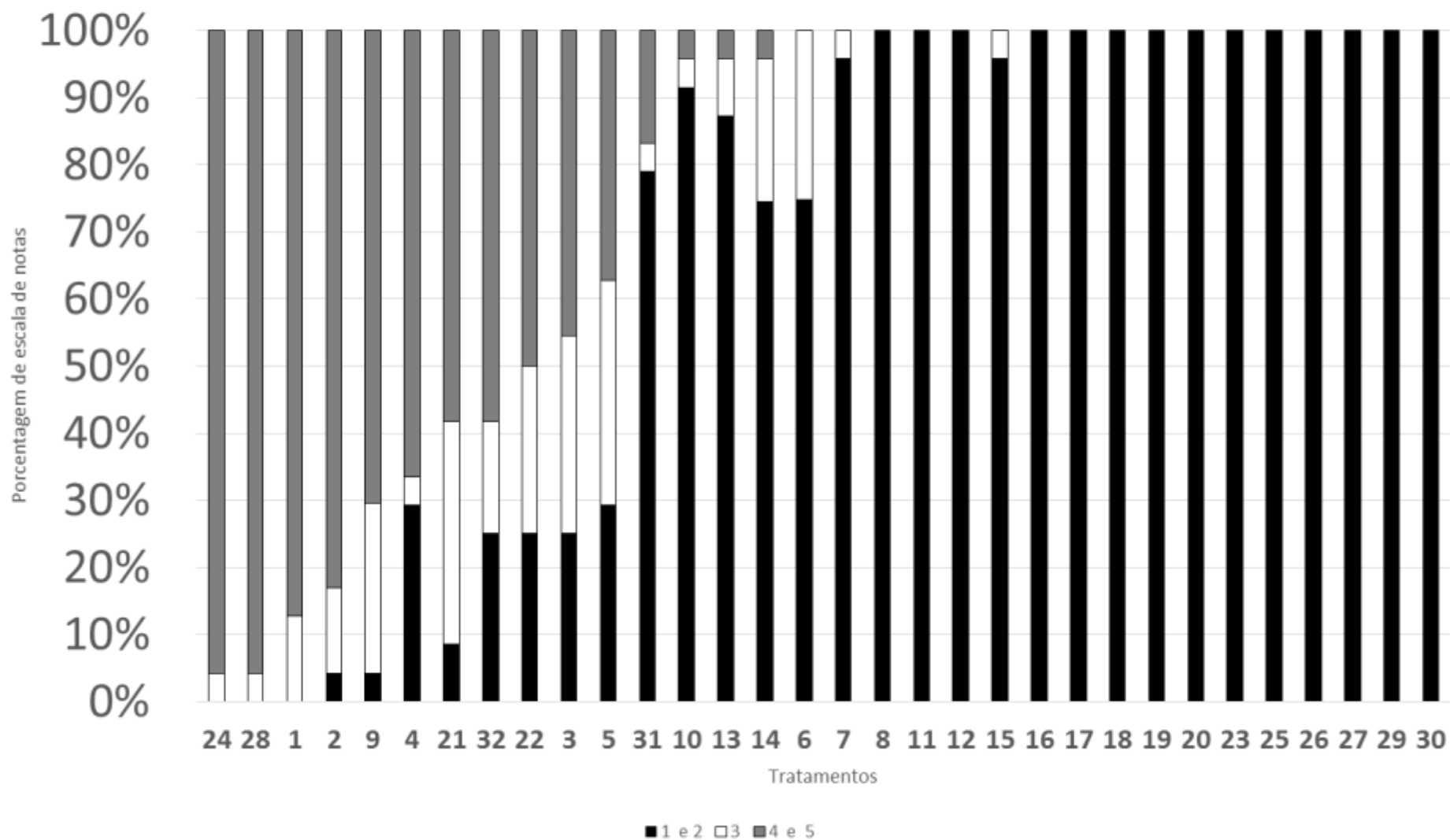
Evolución de la roya en variedades resistentes – grados 1 – 5 (2009)



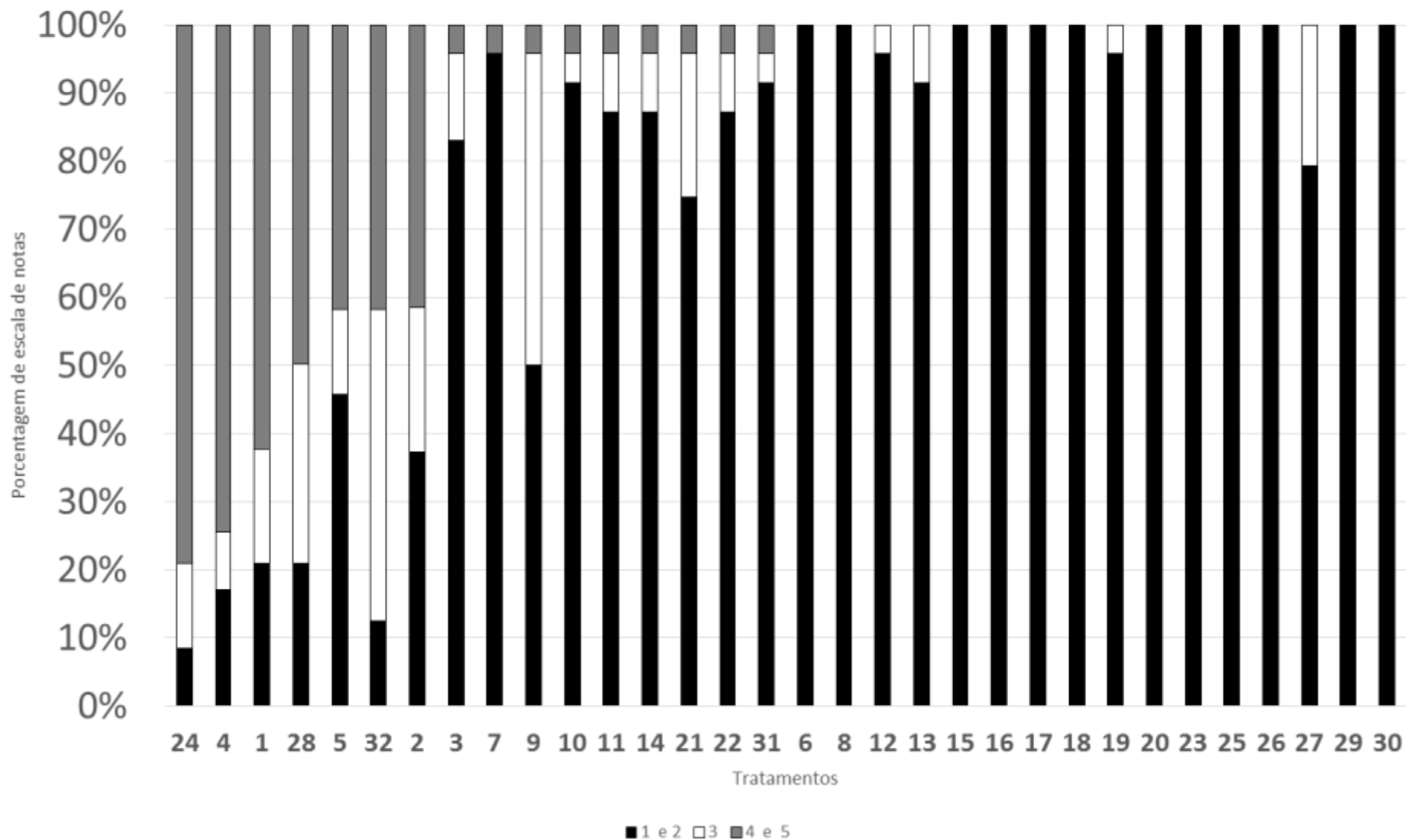
Evolución de la roya en variedades resistentes grados 1 – 5 (2010)



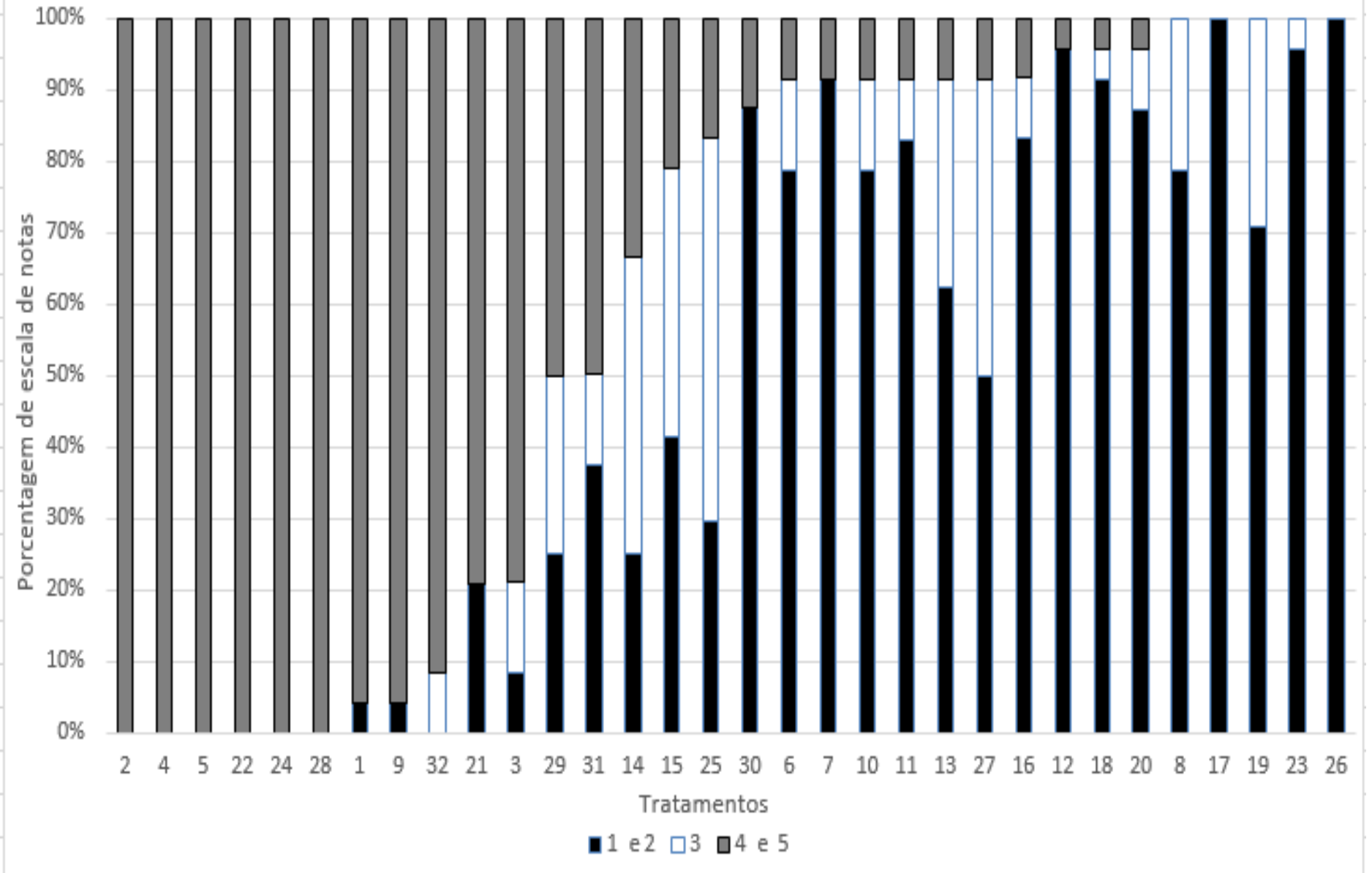
Evolución de la roya en variedades resistentes grados 1 – 5 (2011)



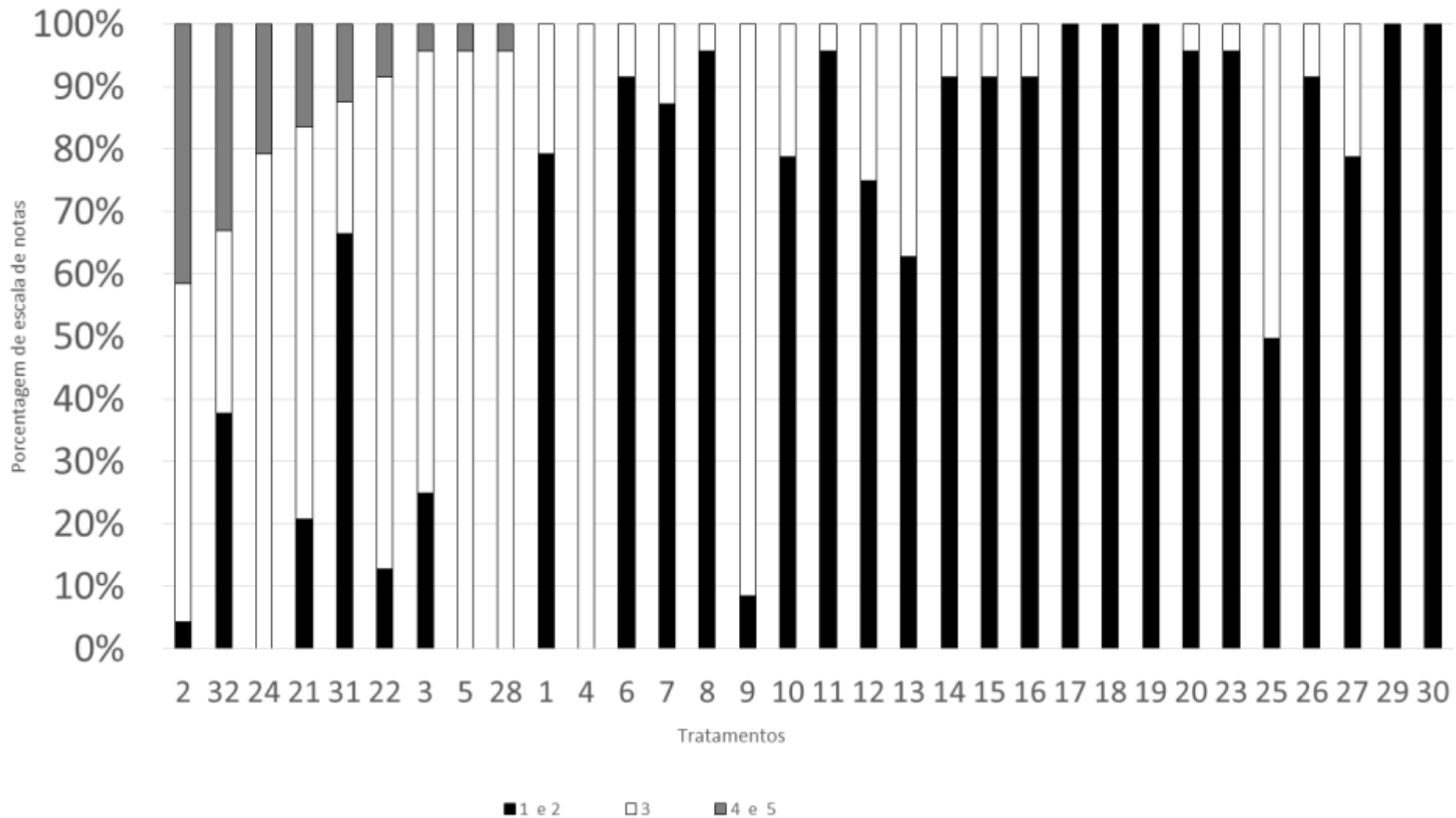
Evolución de la roya en variedades resistentes – grados 1 – 5 (2012)



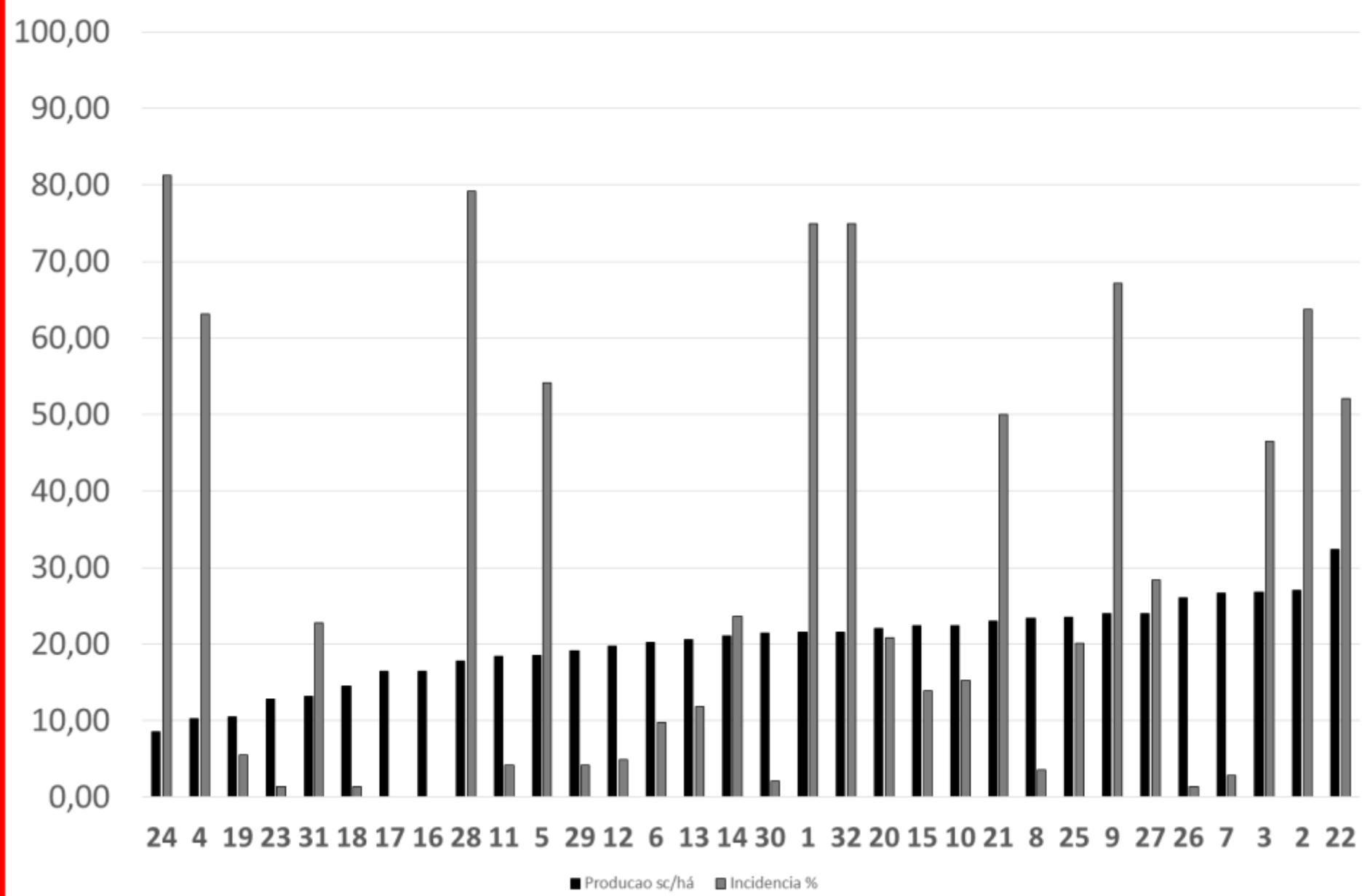
Evolución de la roya - grados 1-5 (2013)



Evolución de la roya en variedades resistentes grados 1 – 5 (2015)



Producción Sc/ha Y incidencia ROYA (%)



Evolución de la roya en variedades resistentes

Año	RV (%)	RV (%) + Grado 3	RV (%) + Grado 4,5	Grado 4,5
2009	59,0	3,12	25,0	-
2010	90,6	6,25	12,5	-
2011	43,7	9,37	43,7	-
2012	34,3	12,25	46,8	-
2013	6,2	9,37	43,7	21,8
2015	15,6	56,25	18,7	9,7

Periodo latente (dias) de *H. vastatrix* en variedades resistentes de cafe

Tratamientos	Incidência (%)					
Variedades	Razas					Rango
	II (v5)	III (v1,5)	XIII (v5, 7)	XXX (v5, 8)	XXXIII (v5,7,9)	(Min.-Max.)
Pacas	17 (12.2)	18(25.0)	20(12.2)	18(37.5)	17(25.0)	(17- 25)
	28(100)	27(100)	31(100)	25(100)	29(100)	
Pacamara nani	0,0	0,0	0.0	0,0	36 (12.2)	(36 - 0)
Parainema	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	(0 – 0)
Sampacho	26(18.7)	36(6.2)	37(43.7)	37(12.5)	21(43.7)	(21 – 26)
	30(31.2)	-	-	-	26(100)	
Catimor Guapa	0,0	43(12.2)	0,0	0,0	0,0	(43 – 0)
Colismor 8667	23(18.7) 43(56.2)	23(6.2) 43(31.2)	21(18.7) 43(50)	23(12.5) 43(62.5)	24(37.5) 28(100)	(21 – 28)
C. Rica 95 IHCAFE 90	Raza complexa vários genes virulência - suscetível					
Caturra	16(6.2)	19(18.7)	24(32.5)	21(18.7)	18(8.7)	(16 – 24)
	25(100)	34(100)	31(100)	24(100)	27(100)	

Razas que atacan la variedad COSTA RICA 95 en Brasil

Diferenciadora	Aislado 1	Genes virulência	Aislado 2	Genes virulência	Aislado 3	Genes virulência
19/1 SH5	81.2	V5	100	V5	50.0	V5
87/1 SH1,5,14	0.0	-	6.2	V1,5,14	12.5	V1,5,14
128/2 SH1,10,11	18.6	V1,10,11	25.0	V1,10,11	25.0	V1,10,11
419/20 SH5,6,9,10,12	75.0	V5,6,9,10,12	50.0	V5,6,9,10,12	37.5	V5,6,9,10,12
420/2 SH5,8	37.5	V5,8	32.5	V5,8	37.5	V5,8
420/10 SH5,6,7,9,10	18.6	V5,6,7,9,10	25.0	V5,6,7,9,10	18.6	V5,6,7,9,10
7963/117 SH 5, 7, 13	43.4	V5,7,13	43.4	V5,7,13	37.5	V5,7,13

Isolado 1: v1,5,6,7,8,9,10,11,12,13

Isolado 2 e 3: v1,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14

	Varginha 1000m		Viçosa 650m		
Tratamentos (Genótipos)	Produtividade (Sacac/ha) 2009	Incidência (%)	Tratamentos (Genótipos)	Produtividade (Sacac/ha)	Incidência (%)
Paraíso H 419-10-6-2-5-1	28,29b	28,6	Catuaí Vermelho IAC 144	22,30b	0
Catuaí Amarelo cova 1	27,98b	100	Catuaí Vermelho 2015 cv 476	22,02b	0
Acauã	27,68b	0	H 419-10-6-2-5-1	21,07b	0
IPR 103	27,68b	0	Catuaí Amarelo 24/137	20,15b	0
Catuaí Amarelo 20/15 cv 479	27,68b	100	Palma II	20,15b	0
IPR 104	27,37b	0	IAPAR 59	19,52b	0
Paraíso H 419-10-6-2-10-1	26,45b	0	Pau Brasil MG1	19,22b	0
Catuaí Vermelho 785/15	26,14b	100	Catiguá MG2	19,22b	0
IPR 98	25,83b	0	H 419-10-6-2-12-1	17,98c	0
Obatã	25,52b	0	H 419-10-6-2-10-1	17,70c	0
Catuaí Vermelho IAC 144	23,68b	100	IPR 98	17,37c	0
Catiguá MG 01	23,37b	0	Sacramento MG1	16,42c	0
Sacramento MG 1	20,91b	0	Catiguá MG1	15,50c	0
Pau Brasil MG 1	20,60b	0	Tupi Amarelo IAC 5162	14,87c	0
Catiguá MG 2	20,60b	0	IPR 104	13,95c	0
Bourbon Amarelo	20,60b	100	Obatá Amarelo 4932	11,77c	0

	Varginha 1000m		Viçosa 650 m		
Tratamentos (Genótipos)	Produtividade (Sacac/ha) 2009	Incidência (%)	Tratamentos (Genótipos)	Produtividade (Sacac/ha)	Incidência (%)
Sabiá Tardio	42,13a	12.5	IPR 103	38,75a	21,7
Palma II	35,67a	0	Obatá	37,50a	0
Catuaí Amarelo 24/137	35,36a	100	IPR 99	37,22 ^a	0
IPR 99	34,13a	0	Oieras MG 6851	34,10 ^a	0
IPR 100	33,83a	0	IAC 1669-13	32,55 ^a	0
Paraíso H 419-10-6-2-12-1	33,52a	28.6	Catuaí Amarelo 2 SL	30,67 ^a	0
Oeiras MG 6851	33,21a	70	H419-3-3-7-16-4-1	30,05 ^a	0
Paraíso H 419-3-3-7-16-4-1	31,37a	12.5	Sabiá	26,67b	0
Catuaí Amarelo 2 SL	30,75a	100	Araponga MG1	26,05b	0
Araponga MG 1	29,52b	0	Acauá	25,12b	0
Catuaí Amarelo IAC 62	28,91b	100	IPR 100	23,25b	0
Catuaí Vermelho 20/15 cv 366	28,29b	100	Catuaí Amarelo 20/15 cv 479	22,92b	4,2
Paraíso H 419-10-6-2-5-1	28,29b	0	Catuaí Vermelho IAC 144	22,30b	0

Produtividade de quatro safras (2009, 2011, 2013 e 2016) e incidência da ferrugem (2009, 2010, 2011, 2012, 2013² e 2015) em genótipos resistentes..¹Produtividade/incidência da ferrugem;
²/Incidência da ferrugem

	Produtividade (Sacos beneficiados 60 kg/ha)/Incidência da ferrugem						Promedio
Variedades	Ano						Produtividade
	2009/09 ¹	2011/10	2011 ²	2013/12	2013 ²	2016/15	/Incidência
Catuaí Amarelo 2 SL	30,67b/100	31,95a/100	/0,0	58,90c/21,0a	/4,2^a	23,75b/79,2c	36,33c/50,7
Catuaí Amarelo 24/137	18,60a/100	43,00b/100	/4,2a	70,70d/37,2b	/0,0	39,20c/4,2a	43,26d/40,3
Catuaí Amarelo 20/15 cv 479	22,92^a/95,7	49,47b/95,7	/25,0b	74,35d/83,0c	8,5^a	29,86c/25,0a	44,14d/55,5
Catuaí Vermelho 785/15	5,42a/75,0	11,05^a/75,0	/29,2b	22,52a/17,0a	/0,0	20,53b/0,0	14,86^a/32,7
Catuaí Vermelho 2015 cv 476	22,02a/100	28,30^a/100	/29,25b	45,70b/45,7b	/0,0	28,42c/0,0	31,10c/45,8

Produtividade de quatro safras (2009, 2011,2013 e 2016) e incidência da ferrugem (2009, 2010,2011,2012,2013 e 2015) em genótipos resistentes..¹Produtividade/incidência da ferrugem; ²Incidência da ferrugem.

	Produtividade (Sacos beneficiados 60 kg/ha)/Incidência da ferrugem						Média Produtividade /Incidência
Variedades	Ano						
	2009/09 ¹	2011/10	2011	2013/12	2013	2016/15	
Sabiá	26,67b/100	39,67b/100	/74,5c	30,82 ^a /100c	/78,7d	28,62c/91,5c	31,44c/90,7
Palma II	20,15 ^a /100	35,27b/100	/95,7c	77,60d/95,7c	/91,5d	33,37c/87,2c	41,59d/95,04
Acauã	25,12b/100	27,95 ^a /100	/100	55,85c/100	/78,7d	33,51c/95,7c	35,59c/95,7
Oeiras MG 6851	34,10b/100	43,72b/100	/4,2a	62,37c/50,0b	/4,2 ^a	19,74b/8,5a	39,98d/44,50
Catiguá MG1	15,50 ^a /100	29,05 ^a /100	/91,5c	62,02c/91,5c	/78,7d	40,41c/78,7c	36,73c/90,0

Produtividade de quatro safras (2009, 2011,2013 e 2016) e incidência da ferrugem (2009, 2010,2011,2012,2013 e 2015) em genótipos resistentes..¹Produtividade/incidência da ferrugem; ²/Incidência da ferrugem.

	Produtividade (Sacos beneficiados 60 kg/ha)/Incidência da ferrugem						Média Produtividade /Incidência
Variedades	Ano						
	2009/09 ¹	2011/10	2011 ²	2013/12	2013 ²	2016/15	
Araponga MG1	26,05b/100	26,82 ^a /100	/87,2c	49,87c/91,5c	/62,2c	32,34c/62,7c	33,76c/83,9
H419-3-3-7-16-4-1	30,05b/100	31,12 ^a /100	/74,5c	42,80b/87,2c	/25,0b	33,55c/91,5c	34,37c/79,7
Pau Brasil MG1	19,22 ^a /100	19,47 ^a /100	/95,7c	57,30c/100c	/41,5b	40,01c/91,5c	33,99c/88,1
Obatã	37,50b/100	30,60 ^a /100	/100c	23,22 ^a /100c	/100d	17,68b/100d	27,24b/100
IAPAR 59	19,52 ^a /100	24,27 ^a /100	/100c	22,85 ^a /100c	/91,5d	16,24b/100c	20,71 ^a /98,5

Produtividade de quatro safras (2009, 2011,2013 e 2016) e incidência da ferrugem (2009, 2010,2011,2012,2013² e 2015) em genótipos resistentes..¹Produtividade/incidência da ferrugem; ²Incidência da ferrugem.

Variedades	Produtividade (Sacos beneficiados 60 kg/ha)/Incidência da ferrugem						Média Produtividade /Incidência
	Ano						
	2009/09	2011/10	2011	2013/12	2013	2016/15	
IPR 98	17,37 ^a /100	23,87 ^a /100	/100	16,32 ^a /95,7c	/70,7c	8,58 ^a /100c	16,53 ^a /94,4
IPR 99	37,22 ^b /100	35,47 ^b /100	/100c	50,75 ^c /100c	/87,2d	24,68 ^b /95,7c	37,00 ^c /97,1
IPR 100	23,25 ^a /100	52,95 ^b /100	/8,5a	56,37 ^c /74,7c	/20,7b	22,49 ^b /20,7b	38,75 ^d /55,0
IPR 103	38,75 ^b /79,2	54,75 ^b /79,2	/25,0b	77,25 ^d /87,2c	/0,0	37,10 ^c /12,7a	51,95 ^d /47,2
IPR 104	13,95 ^a /100	18,25 ^a /100	/100c	28,52 ^a /100c	/95,7d	9,52 ^a /95,7c	17,55 ^a /98,5
H 419-10-6-2-5-1	21,07 ^a /100	30,85 ^a /100	/100c	64,90 ^d /100c	/29,5b	40,13 ^c /49,7b	39,24 ^d /79,8

Produtividade de quatro safras (2009, 2011,2013 e 2016) e incidência da ferrugem (2009, 2010,2011,2012,2013 e 2015) em genótipos resistentes..¹Produtividade/incidência da ferrugem; ²/Incidência da ferrugem.

Variedades	Produtividade (Sacos beneficiados 60 kg/ha)/Incidência da ferrugem						Média Produtividade /Incidência
	Ano						
	2009/09	2011/10	2011 ²	2013/12	2013	2016/15	
H 419-10-6-2-10-1	17,70 ^a /100	33,82 ^b /100	/100 ^c	68,55 ^d /100 ^c	/100 ^d	/91,5 ^c	41,58 ^d /98,5
H 419-10-6-2-12-1	17,97 ^a /100	18,72 ^a /100	/100 ^c	73,25 ^d /79,2 ^c	/49,7 ^c	45,74 ^c /78,7 ^c	38,92 ^d /84,6
Obata Amarelo 4932	11,77 ^a /100	26,10 ^a /100	/100 ^c	63,45 ^c /100 ^c	/25,0 ^b	25,34 ^b /100 ^c	31,66 ^c /87,5
IAC 1669-13	32,55 ^b /100	41,07 ^b /100	/100 ^c	53,85 ^c /100 ^c	/87,5 ^d	17,36 ^b /100 ^c	36,29 ^c /97,9
Tupi Amarelo IAC 5162	14,87 ^a /100	19,50 ^a /100	/79,0 ^c	28,65 ^a /91,5 ^c	/37,5 ^b	11,76 ^a /66,5 ^c	18,68 ^a /74,4
Catuaí Vermelho IAC 15	26,37 ^b /91,5	28,30 ^a /91,5	/25,0 ^b	67,42 ^d /12,5 ^a	/0,0	19,35 ^b /37,7 ^b	35,35 ^c /43,0
CV %	41,46	40,42		27,01		36,86	42,37



Empleo de variedades resistentes:

- 1) Identificación de fuentes de resistência.
- 2) Incorporación de genes de resistência en las variedades comerciais (**Hibrido de Timor**).
- 3) Traçar la mejor estrategia para que la resistência seja duráble.



La resistência de las variedades son influenciadas por:

Clima (temperatura, humedad relativa, lluvia).

2) Sombra.

3) Espaciado

4) Nutrición



ESTRATEGIAS DE USO DE LA RESISTÊNCIA VERTICAL MONOGÊNICA

PIRAMIDAMIENTO DE GENES

- Incorporación de vários genes de resistênciã vertical en una única variedad.
- Objetivo → prevenir el aparecimiento de nuevas razas.
- Necesidade de aparecimiento de una “super-raça” para vencer la resistencia
- → quanto major el número de genes incorporados más difícil o aparecimiento de “super-raça”.
- Críticos de la técnica do piramidamiento:
 - aparecimiento de una “super-raça” não es um evento raro;
 - pressao de seleción → seleción direcional;
 - surgimiento de una “super-raça” → genes de resistênciã inutilizados de una só vez.



'Resistencia Durável'

“És la resistencia que permanece efectiva quando usada **extensivamente** en la agricultura por uno **longo período** de **tiempo** em uno **ambiente favorável** a la doença” (Johnson,1971).

La durabilidad de una variedad puede ser:

Multigenica

Oligogenica

Imunidade

O que importa es lo caracter vigor, buena taza, adaptabilidad y
productividad alta y constante y non lo tipo de resistência.

Cafeeiro: gene SH6 – SH9 – resistencia complexa – **durável ???**

Cafeeiro SH3 – monogenica – **duravel – bloco genico**

Resistencia Duradera

Es el camino

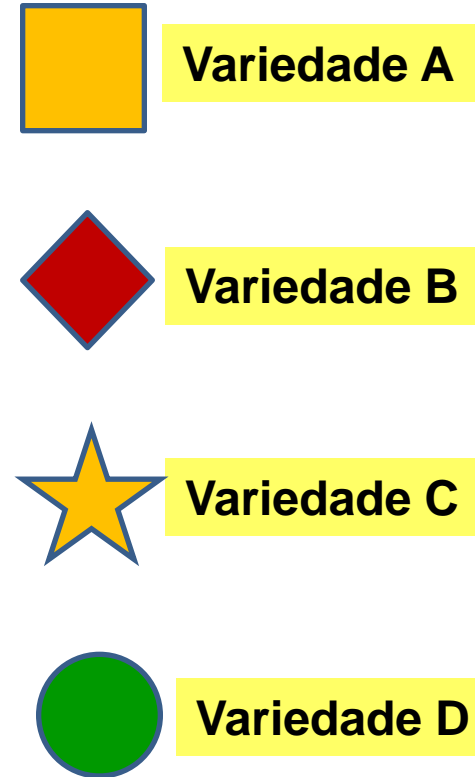
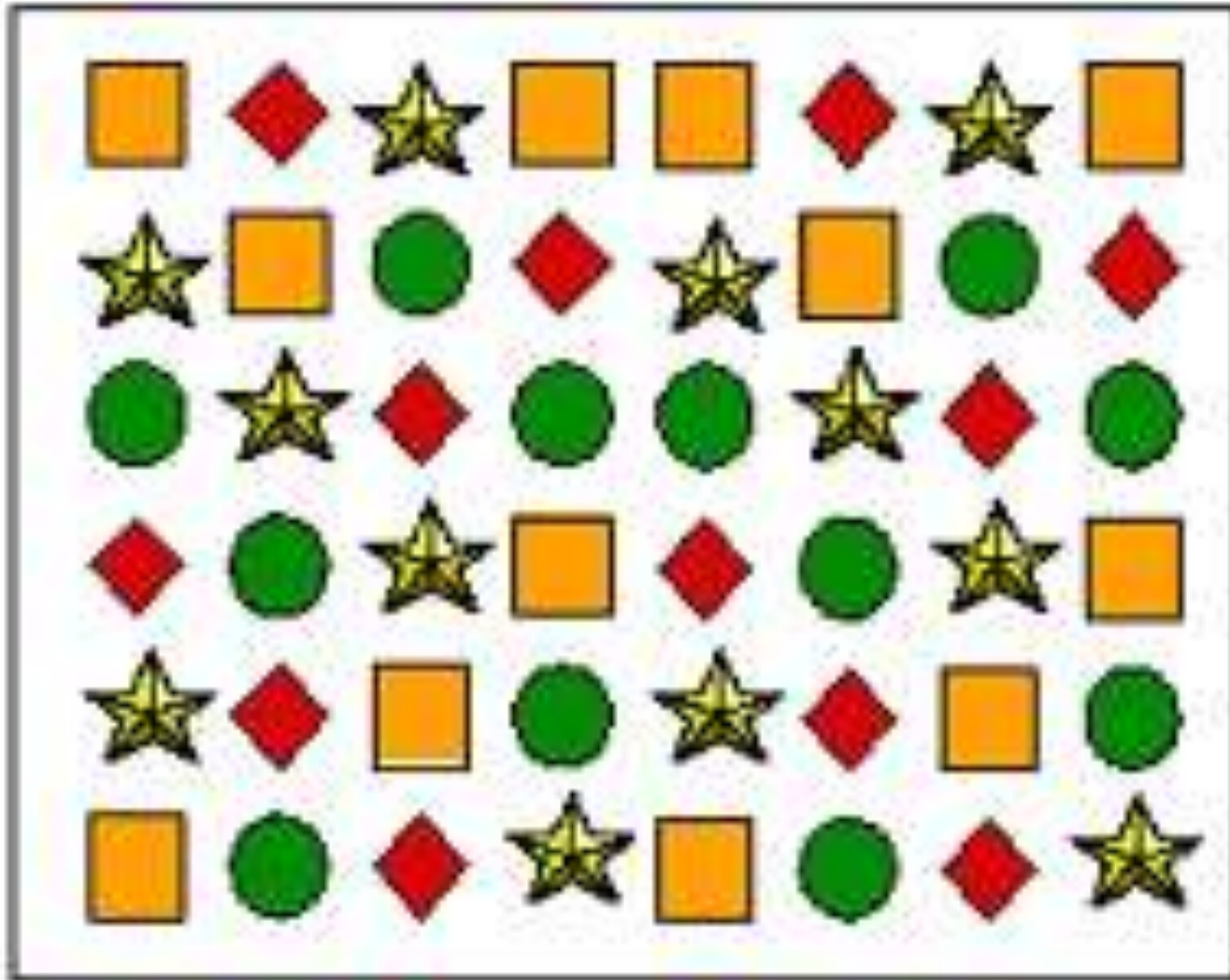


Durabilidad de la resistencia

La durabilidad de la resistencia depende de la capacidad del patógeno de crear nuevas razas (con mayor espectro de virulencia)

Las alteraciones climáticas no “suplanta” la resistencia vertical de una variedad !!!

Plantio de diferentes variedade con genes para resistência vertical





UFV

Cultivar Oeiras – Horizontal Resistencia a la roya



Susceptible



Resistente



Conclusiones y perspectivas

La resistencia genética, por más eficiente que sea, no debe ser encarada como una solución, más sí como una herramienta adicional al manejo de doenças de plantas



Conclusiones y perspectivas

Conviver con la roya: variedades con resistencia horizontal x atomizacion ???

Identificaciones de nuevas fontes de resistencia

Buscar la resistencia duradoura

Piramidamiento de genes es el camiño



Conclusiones y Perspectivas

Encontrar nuevas fuentes de resistência y caracterizá-las.

Hay en el banco de germoplasma da UFV mais de 15 genótipos de HDT para sierem caracterizados

Investigar los mecanismos de resistência y caracterizar los efetores del patógeno

Continuar los estudios de variabilidad genética del patógeno



Muchas gracias

Variedades resistentes a la roya - UFV

Nº Trat	Cultivar ou Progenie	Instituição de Origem
14	H 419-3-3-7-16-4-1	EPAMIG/UFV
15	Pau Brasil MG1	EPAMIG/UFV
16	Tupi	IAC
17	Obatã	IAC
18	IAPAR 59	IAPAR
19	IPR 98	IAPAR
20	IPR 99	IAPAR
21	IPR 100	IAPAR
22	IPR 103	IAPAR
23	IPR 104	IAPAR
24	Bourbon Amarelo UFV 535	UFV
25	H 419-10-6-2-5-1	EPAMIG/UFV
26	H 419-10-6-2-10-1	EPAMIG/UFV
27	H 419-10-6-2-12-1	EPAMIG/UFV
28	Catuaí Vermelho IAC 144	IAC
29	Obatã Amarelo 4932	IAC
30	IAC 1669-13	IAC
31	Tupi Amarelo IAC 5162	IAC
32	Catuaí Vermelho IAC 15	IAC

Produção de café Sacos beneficiados 60 Kg/h

Trat	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promédio
1	0,67	30,6	0,57	31,9	4,4	58,9	21,2
2	1,17	20,1	0,9	43,0	14,5	70,7	25,1 (Catucaí ama. 24/37)
3	0,5	22,9	1,42	49,4	8,8	74,3	26,2 (CA20/15)
4	0,05	5,4	0,97	11,0	11,4	22,5	8,6
5	0,22	22,0	0,55	28,3	4,1	45,7	16,8
6	0,57	26,6	1,92	39,6	13,2	30,8	18,8
7	1,97	20,1	2,22	35,2	15,9	77,6	25,5 (Palma II)
8	0,9	25,1	6,95	27,9	13,7	55,8	21,7
9	1,62	34,1	0,2	43,7	6,2	62,3	24,7 (Oeiras)
10	0,87	15,5	1,2	29,0	7,7	62,0	19,4
11	0,3	16,4	2,8	24,6	9,6	43,1	16,2
12	0,9	19,2	2,82	36,3	9,2	42,8	18,5
13	0,7	26,0	3,32	26,8	4,9	49,8	18,6
14	0,77	30,0	1,55	31,1	7,9	42,8	19,0
15	0,6	19,2	4,9	19,4	15,2	57,3	19,5

Producción de café Sc. ben. (60 Kg/há)

Trat	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Promedio
16	1,5	31,6	3,9	20,9	6,3	31,9	16,0
17	0,5	37,5	2,1	30,6	3,2	23,2	16,2
18	0,45	19,5	0,22	24,2	17,2	22,8	14,0
19	0,42	17,3	0,27	23,8	6,9	16,3	10,8
20	1,57	37,2	0,87	35,4	3,4	50,7	22,1
21	1,85	23,2	0,7	52,9	3,3	56,3	23,0
22	5,67	38,7	6,9	54,7	6,3	77,2	31,5 (IPR 103)
23	0,57	13,9	0,75	18,2	18,5	28,5	13,4
24	0,32	8,0	0,25	12,5	4,0	25,0	8,34
25	0,72	21,0	0,70	30,8	6,6	64,9	20,8
26	0,52	17,7	2,05	33,8	13,2	68,5	22,6
27	0,17	17,9	5,7	18,7	6,6	73,2	20,4
28	0,8	22,3	0,1	25,7	14,3	55,8	19,8
29	0,02	11,7	0,72	26,1	6,6	63,4	18,0
30	0,57	32,5	2,2	41,0	2,9	53,8	22,1
31	0,52	14,8	0,95	19,5	15,6	28,6	13,3
32	1,82	26,3	0,42	28,2	7,2	67,4	21,9

Reación de cultivares de café a la raza XXXIII de *H. vastatrix*

Cultivar	Período latente (días)	Incidência (%)	Grau esporulacion (Escala)	Severidad (%)
Catuaí rojo IAC 15	17	88	6	77.90c
Tupi amarelo IAC 5162	20	88	6	63.43c
Tupi	21	100	5	49.53b
Pau Brasil MG1	26	100	5	42.57b
Catigua MG1	42	56	6	71.67c
Oeiras MG 6851	23	94	4	43.78b
Sabia	16	31	5	50.34b
Catucai vermelho cv476	32	88	5	48.71b
Catucai vermelho 785/15	23	100	5	52.76b
Catucai amarelo cv 479	21	94	4	14.49a
Catucai amarelo 24/137	19	100	5	47.17b
Catucai amarelo 2SL	21	100	5	40.27b

Estimación de la media (Yi), de las desviaciones estándar (Si) y del índice de confianza (Ii) (Annicchiarico 1992), para la productividad de café ben. de 60 kg, de 24 CV. 2008/2009 a 2011/2012, Sur, Alto Paranaíba y Valle de Jequitinhonha, la EMG.

Cultivares	Yi	Si	Ii*
Catucaí Am. 2 SL	106,68	16,92	84,99
Catucaí Am. 24/137	118,55	16,32	97,62
Catucaí Am. 20/15 cv 479	106,06	14,67	87,25
Catucaí 785/15	71,22	12,93	54,65
Catucaí Ver. 20/15 cv 476	82,54	13,33	65,45
Sabiá Tardio	126,15	24,14	95,22
Palma 2	112,87	17,83	90,01
Acauã	98,17	20,08	72,43
Oeiras MG 6851	91,48	15,18	72,02
Catiguá MG 1	85,11	15,75	64,92
Sacramento MG 1	95,91	19,19	71,31
Catiguá MG 2	98,97	26,97	64,40
Araponga MG1	91,58	10,69	77,87
Paraíso MG H419-1	92,10	21,10	65,05
Pau Brasil MG 1	118,26	16,03	97,71
Tupi IAC 1669-33	100,30	22,00	72,10
Obatã IAC 1669-20	124,10	19,30	99,36
Iapar 59	78,29	14,90	59,20
IPR 98	84,41	13,99	66,47
IPR 99	111,94	22,37	83,26
IPR 103	120,56	10,09	107,62
IPR 104	87,30	25,60	54,49
Topázio MG 1190	116,81	16,43	95,75
Bourbon Amarelo IAC J10	80,53	25,77	47,49

Reação dos isolados de *Hemileia vastatrix* nos clones diferenciadores de raças com os respectivos genes de virulência do patógeno e de resistência do hospedeiro e a frequência encontrada para cada uma das raças.

Genes de Virulência inferidos	Raças Fisiológicas de <i>H. vastatrix</i>	Genes de Resistências											Frequência	
		S _H 6	S _H 5,6,7,9	S _H 4,5	S _H 5,6,9	S _H 1,5	S _H 1,2,5	S _H 5,7 ou Sh5,7,9	S _H 1	S _H 5,8	S _H ?	S _H 5		S _H 2,5
		Coffee spp e Híbrido Interespecífico												
		1343/2 69	420/10	110/5	419/20	87/1	1006/1 0	7963/1 17	128/2	420/2	644/18	19/1		32/1
a	y	E	R	D	G	M	3	2	1	J	L			
v5	II										S		30.3	
v1,5	III					S					S		3.5	
v5,?	XIII									S	S		7.1	
v5,6	XXII	S									S		5.3	
v5, 6,7,8,9	XXIX	S	S						S		S		1.7	
v5,8	XXX								S		S		1.7	
v5,7,9 ou 5,7	XXXIII										S		1.7	
v1,5,6,7,8,9,?	Hv01	S	S		S	S		S	S	S	S		8.9	
v1,5,8,?	Hv02							S	S	S	S		1.7	
v5,6,7,9	Hv03	S									S		1.7	
v5,6,8	Hv04	S							S		S		1.7	
v5,6,?	Hv05	S								S	S		7.1	
v1,5,6,7,9	Hv06	S	S			S					S		3.5	
v1,5,6,7,8,9	Hv07	S	S		S			S	S		S		3.5	
v1,5,6,?	Hv08	S				S				S	S		3.5	
v1,5,6	Hv09	S				S					S		1.7	
v1,2,5,6,7,8,9,?	Hv10	S					S	S	S	S	S	S	1.7	
v1,5,6,8,?	Hv11	S							S	S	S	S	3.5	
v5,6,7,9,?	Hv12	S	S							S	S		3.5	
v1,4.5,?	Hv13			S					S		S	S	1.7	
v1,2,5,7,8,9,?	Hv14						S	S		S	S	S	1.7	