



XXV SIMPOSIO
LATINOAMERICANO
DE CAFICULTURA
- EL SALVADOR -



CSC

CONSEJO
SALVADOREÑO
DEL CAFÉ



Fuentes de resistencia a la Roya del Café con potencial para el programa de mejoramiento genético en Honduras y Centroamérica: Germoplasma Híbrido de Timor (HDT) y Selecciones Indianas con introgresión de *C. liberica*.

M.Sc. Emanuel Galeas Izaguirre

Programa de Mejoramiento Genético
Instituto Hondureño del Café (IHCAFE)
E-mail: emanuelgizaguirre@gmail.com

Objetivo:

Recabar información sobre el estado de arte a cerca de fuentes de resistencia del banco de germoplasma del IHCAFE y dar recomendaciones de uso para el programa de mejoramiento genético de café en Honduras y Centroamérica.



LA ROYA DEL CAFÉ



Enfermedad de mayor importancia económica del café que afecta la mayor parte de las zonas cafetaleras del mundo (Avelino et al. 2015; Avelino and Anzueto 2020; Lashermes et al., 2010; Prakash et al., 2011).

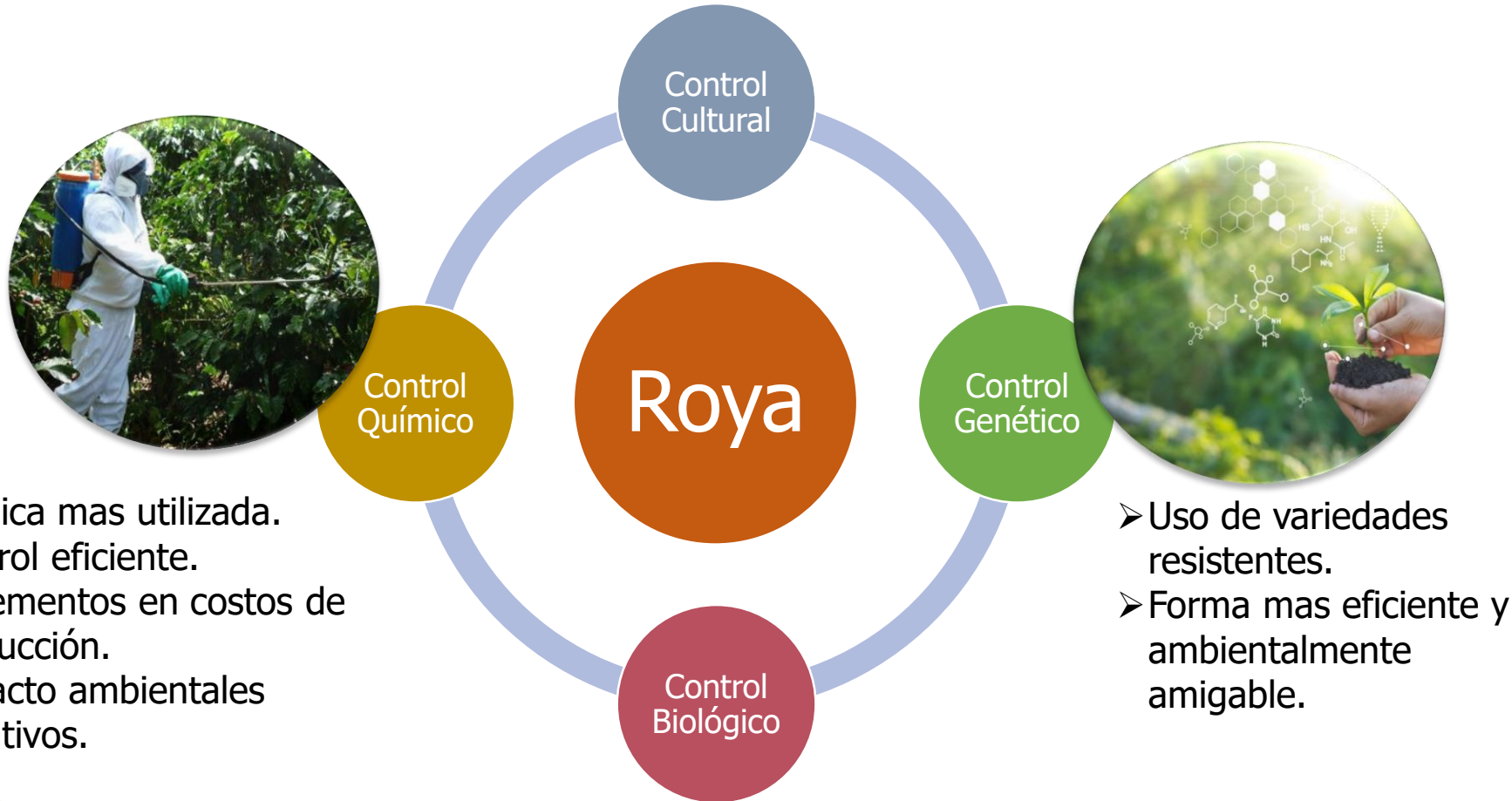
Hongo biotrófico que afecta al género *Coffea* principalmente la especie *C. arábica* (Avelino et al., 1999; Avelino et al. 2015; Bettencourt & Carvalho, 1968; Silva et al. 2018; Zambolim, 2016). Posee una alta variabilidad genética y en condiciones óptimas principalmente de alta presión de selección puede generar el surgimiento rápido de nuevas razas (C. R. Carvalho et al., 2011; V. M. P. Várzea & Marques, 2005; Zambolim 2016).

En Centroamérica ha causado serios perjuicios en el cultivo en la década pasada (Avelino et al. 2015; Avelino and Anzueto 2020).



LA ROYA DEL CAFÉ

Manejo Agronómico



- Técnica mas utilizada.
- Control eficiente.
- Incrementos en costos de producción.
- Impacto ambientales negativos.

- Uso de variedades resistentes.
- Forma mas eficiente y ambientalmente amigable.

MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA LA ROYA DEL CAFÉ.

Resistencia Genética a La Roya del Café.



Fuentes de Resistencia Genética a La Roya del Café.



C. arábica
2n=44 cromosomas



C. canephora
2n=22 cromosomas



**Hibrido
Interespecífico
resistente.**

**HIBRIDO DE TIMOR
Genes SH6-SH9, SH?**



C. arábica
2n=44 cromosomas



C. liberica
2n=22 cromosomas



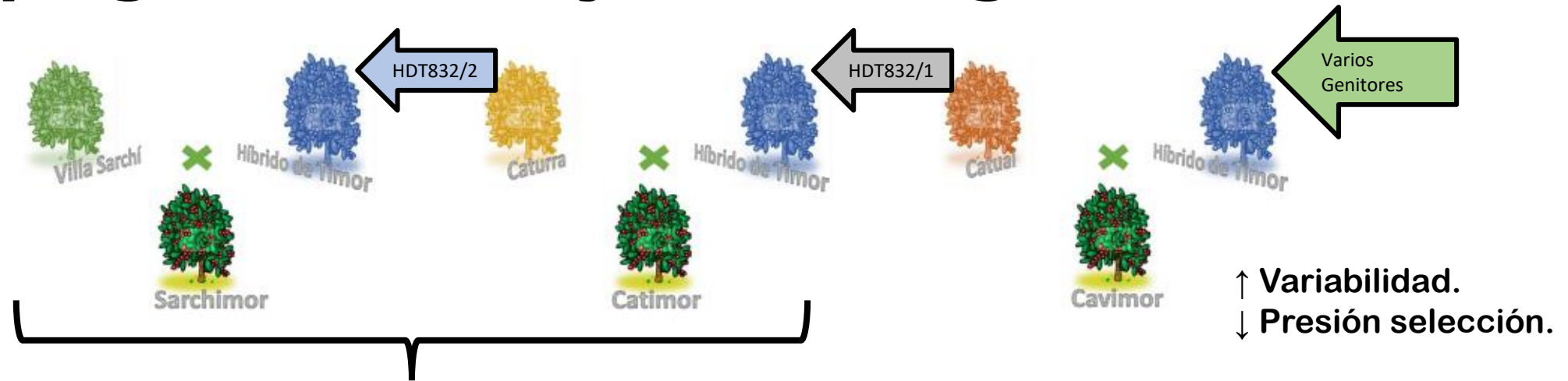
**S.6 Hibrido
Interespecífico**

**S.28, S.353, S.333,
S.795, BA.**

**Gen SH3 asociado
con genes SH2-SH5.**



Hibrido de Timor como fuente de resistencia en programas de mejoramiento genético.



- Paráinema
- **Obatã**
- Marsellesa
- Tupí
- IAPAR 59

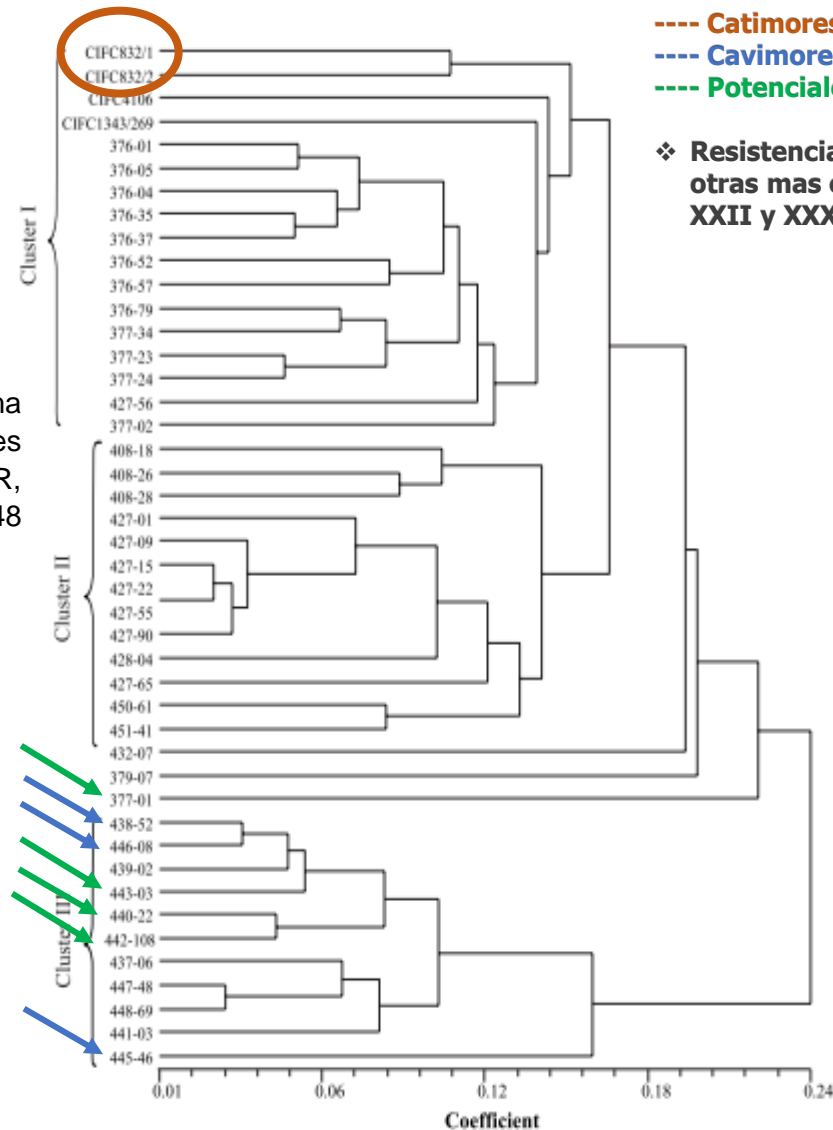
↓ Variabilidad.

↑ Presión selección.

- **IHCAFE 90**
- **Costa Rica 95**
- **Lempira**
- **Oro Azteca**
- **ANACAFE14**

- **Catigua MG1, MG2, MG3**
- **Paraíso MG1**
- **Paraíso MG2**
- **Araponga**
- **Pau Brasil**

Hibrido de Timor como fuente de resistencia en programas de mejoramiento genético.



- Catimores y Sarchimores
- Cavimores
- Potenciales
- ❖ Resistencia a raza II y otras mas complejas: XXII y XXXIII

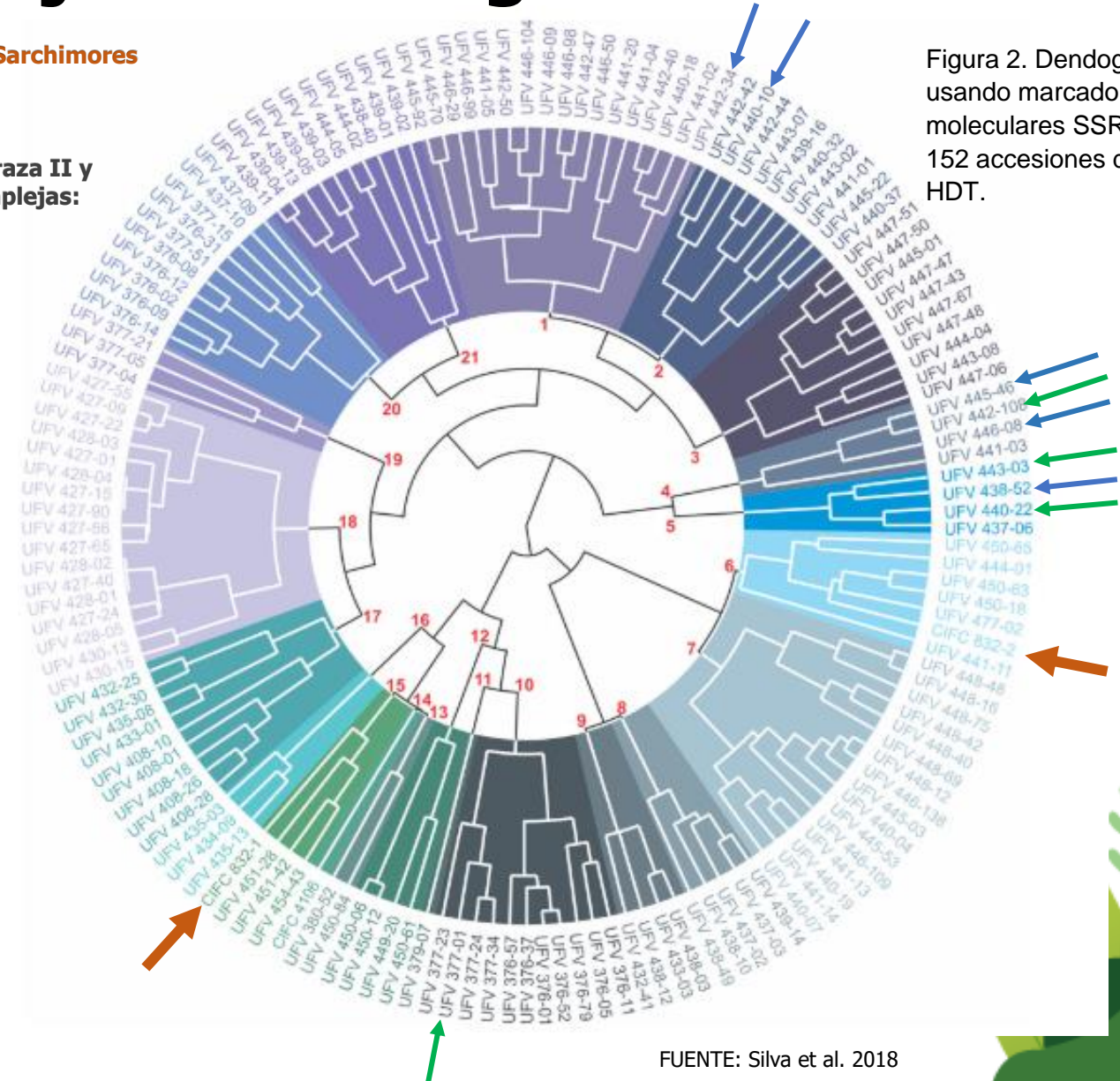


Figura 2. Dendrograma usando marcadores moleculares SSR en 152 accesiones de HDT.

Figura 1. Dendrograma usando marcadores moleculares SSR, AFLP y RAPD en 48 accesiones de HDT.

C. libérica como fuente de resistencia en programas de mejoramiento genético.

Introgresión de gen SH3 de descendientes directos de *C. libérica* en variedades *C. arabica* puras.

VARIEDAD CATUAÍ SH3

IAC Catuaí SH3 – a dwarf Arabica coffee cultivar with leaf rust resistance and drought tolerance

as cultivar Catuaí Vermelho and accession IAC 1110-8 of the exotic cultivar BA10, respectively, used as female and male parents (Figure 1).

The hybridization had the objective of combining complementary agronomic traits of the parents in a new cultivar. The coffee tree H 2077-2-5-46 has a compact architecture, with short internodes on both the orthotropic stem and plagiotropic branches, due to the homozygous expression of the allele caturra (Carvalho et al. 1984); but highly productive, and susceptible to coffee leaf rust. On the other hand, IAC 1110-8, a single plant of selection BA10, is highly resistant to this disease. The germplasm was imported by IAC in 1953, from the US Department of Agriculture, and was subjected to selection at the Experimental Station in Balehonnur, India.

The rust resistance present in accession IAC 1110-8 is a result of introgression of genes from *C. liberica* (Bettencourt and Carvalho 1968); the plants have a tall tree size, good yield and high incidence of elephant beans.

Cultivar IAC Catuaí SH3 was developed by the pedigree method, after seven generations of selection, in progeny trials in coffee-producing regions of São Paulo, in which diverse traits such as yield, plant vigor, fruit size, ripening cycle, rust resistance, bean output, percentage of flat, peaberry and elephant beans, 100-bean weight of the flat

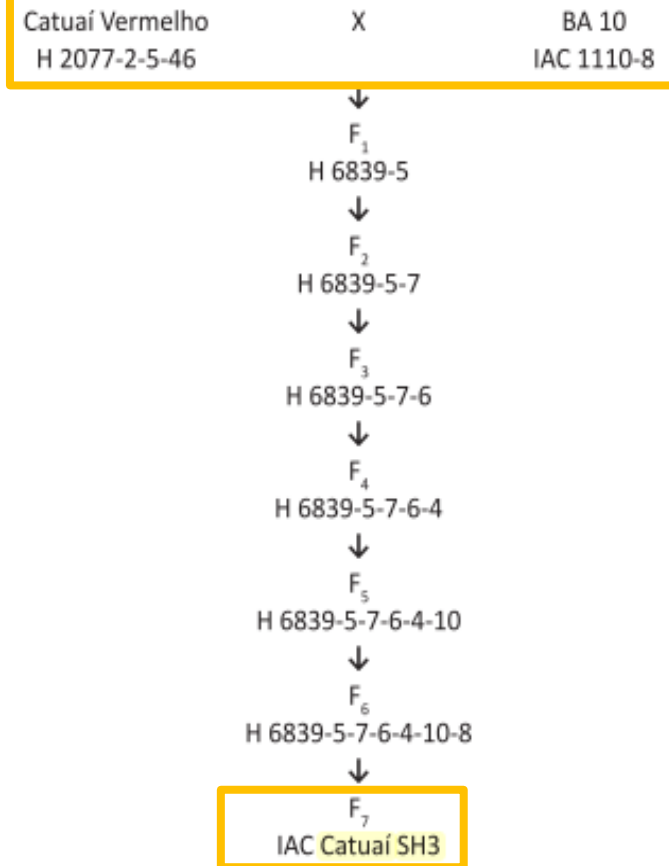


Figure 1. Genealogy of cultivar IAC Catuaí SH3 of *Coffea arabica*, with location and year of evaluation of the progenies selected by the pedigree method.

C. libérica como fuente de resistencia en programas de mejoramiento genético.

Introgresión de gen SH3 en variedades introgresadas con HDT.

Table 3. Evaluation of the marker linked to the SH3 gene and its reaction to CLR in eight progenies F2.

F2 progeny	Marker linked to SH3 gene			
	Absence		Presence	
	Without rust	With rust	Without rust	With rust
CX2848xS288/23	11	4	15	0
CX2848xBA-2	20	3	7	0
CX2178xS288/23	4	7	19	0
CX2178xBA-2	12	9	6	0
CU1843xBA-2	15	15	0	0
CU1843xS288/23	5	7	18	0
CU1852xBA-2	5	1	20	0
CU1852xS288	6	1	23	0

FUENTE: Valencia et al. 2017

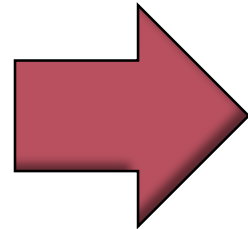
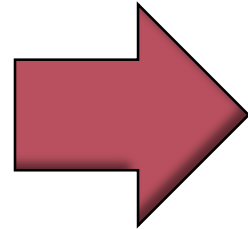
Table 1 – Resistance to *H. vastatrix* in CIFC's coffees with 2.5 years old evaluated in July 2004 at IAPAR (Londrina – PR – Brazil). Evaluation of individual plants on the field conditions.

CIFC's coffees	Resistance genes	Resistance groups	Scores of rust incidence	Resistance reaction
128/2 – Dilla and Alghe *	S _H 1	A	5	Susceptible
849/1 – Matari *	S _H ?	B	5	Susceptible
Bourbon	S _H 5	E	5	Susceptible
134/4 – S12 Kaffa	S _H 1, S _H 4	I	3	Susceptible
87/1 – Geisha	S _H 1, S _H 5	C	3	Susceptible
32/1 – DK 1/6 *	S _H 2, S _H 5	D	5	Susceptible
33/1 – S 288-23 *	S _H 3, S _H 5	G	2	Resistant
110/5 – S4 Agaro	S _H 4, S _H 5	J	4	Susceptible
H420/2 *	S _H 5, S _H 8	2	4	Susceptible
1006/10 – KP 532 (pl 31)	S _H 1, S _H 2, S _H 5	L	5	Susceptible
H153/2	S _H 1, S _H 3, S _H 5	Z	2	Resistant
635/3 – S12 Kaffa	S _H 1, S _H 4, S _H 5	W	4	Susceptible
H152/3	S _H 2, S _H 4, S _H 5	Y	3	Susceptible
H151/1	S _H 3, S _H 4, S _H 5	X	1	Resistant
H419/20 *	S _H 5, S _H 6, S _H 9	3	1	Resistant
HW17/12	S _H 1, S _H 2, S _H 4, S _H 5	O	3	Susceptible
H147/1	S _H 2, S _H 3, S _H 4, S _H 5	T	1	Resistant
H420/10 *	S _H 5, S _H 6, S _H 7, S _H 9	1	1	Resistant
644/18 – Híbrido Kawisari *	S _H ?	M	3	Susceptible
832/2 – Híbrido de Timor	S _H 5, S _H 6, S _H 7, S _H 8, S _H 9, S _H ?	A	1	Resistant
832/1 – Híbrido de Timor	S _H 5, S _H 6, S _H 7, S _H 8, S _H 9, S _H ?	A	1	Resistant

* Used as differential clone for rust physiological races by the CIFC.
Supposed resistance reaction.

FUENTE: Sera et al. 2007

Colección Híbrido de Timor y Selecciones Indianas en Honduras.



Introducción de germoplasma 2016/2017.

Cantidad limitada de material vegetal.

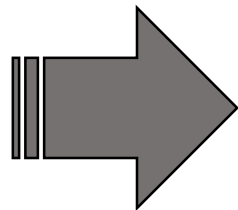
Multiplicación de germoplasma: 63 accesiones HDT y 3 Selecciones Indianas.

Obtención de suficiente cantidad de material vegetal para conservación, exploración y explotación en Honduras.



Colección Híbrido de Timor y Selecciones Indianas en Honduras.

Fuentes de resistencia con mayor potencial para explotación y uso como genitores en programa de mejoramiento genético nacional y regional.



- Gen SH3
- Cavimores
- Potenciales mas explorados.
- Potenciales menos explorados.

Accesión	Genealogía	Factor R
33/1	CIFC S288-23	SH3, SH5
H147/1	S288-23 x S4 Agaro	SH2, SH3, SH4, SH5
H153/2	CIFC 87/1 x S288-23	SH1, SH3, SH5
UFV 445-46	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 438-52	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 440-10	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 443-03	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 377-01	CIFC 2235	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 440-04	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 441-14	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 444-04	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 437-03	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 446-138	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 447-06	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 448-12	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 448-16	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 448-40	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 448-48	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?
UFV 448-69	CIFC2570	SH6, SH7, SH8, SH9, SH?

CONCLUSIONES

1. Existe importante variabilidad genética en la colección de Híbrido de Timor del banco de germoplasma en Honduras.
2. Hay líneas de Híbrido de Timor divergentes genéticamente de las tradicionales HDT832/1 y HDT832/2 y con resistencia a razas complejas de roya, usadas en otros programas de mejoramiento y otras todavía no explotadas con potencial para ser usadas en nuevos programas de hibridación para introgresión de genes de resistencia a través de cruzamientos dirigidos en Honduras y Centroamérica. Siendo las de mayor potencial UFV445-46, UFV440-10, UFV438-52, UFV443-03 y UFV377-01.
3. Dentro de la serie diferenciadora hay Selecciones Indianas con potencial para la introgresión del gen SH3 en cruzamientos dirigidos y la piramidación de genes de resistencia en nuevos programas hibridación y selección. Siendo los clones S.288, H147/1 y H153/2 los portadores del gen SH3.

RECOMENDACIONES

1. Redefinir términos legales para exploración y explotación de las fuentes de estas fuentes de resistencia en Honduras y Centroamérica.
2. Caracterizar a nivel campo y laboratorio con razas y/o patotipos de *H. vastatrix* prevalecientes en Honduras y la región centroamericana.
3. Incluir si es posible estas fuentes de resistencia en el programa de mejoramiento nacional y regional para la **piramidación** de genes de resistencia a la roya.



**MUCHAS
GRACIAS**



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alkimim, E. R., Caixeta, E. T., Sousa, T. V., Pereira, A. A., de Oliveira, A. C. B., Zambolim, L., & Sakiyama, N. S. (2017). Marker-assisted selection provides arabica coffee with genes from other Coffea species targeting on multiple resistance to rust and coffee berry disease. *Molecular Breeding*, 37(1). <https://doi.org/10.1007/s11032-016-0609-1>
- Avelino, J., & Anzueto, F. (2020). Coffee Rust Epidemics Following the Great Epidemics of a Resistance Breakdown in Central America: Chronicle of 2012 and 2013. *The American Phytopathological Society*.
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderach, P., Anzueto, F., Hruska, A. J., & Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7(2), 303–321. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9>
- Avelino, J., Muller, R., Eskes, A., Santacreo, R., & Holguin, F. (1999). La Roya Anaranjada del Cafeto: Mito y Realidad. In *Hal archives-ouvertes* (Issue January). <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036>
- Bertrand, B., Etienne, H., Santacreo, H. I., Anzueto, F., & Anthony, F. (1999). *El Mejoramiento Genetico en America Central* (Vol. 100, Issue 3000).
- Bettencourt, A. J. (1973). *Considerações gerais sobre o Híbrido de Timor: Origem e possibilidades de cultivo*. <https://books.google.hn/books?id=PkgfHQAACAAJ>
- Bettencourt, A. J., & Carvalho, A. (1968). Breeding for resistance to leaf rust disease in *C. arabica*. *Bragantia*, 27(1), 35–68. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0006-87051968000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es%5Cnhttp://www.scielo.br/pdf/brag/v27n1/04.pdf%5Cnhttp://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87051968000100004&script=sci_arttext&tlng=es

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Capucho, A. S., Caixeta, E. T., Zambolim, E. M., & Zambolim, L. (2009). Herança da resistência do Híbrido de Timor UFV 443-03 à ferrugem-do-cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(3), 276–282. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2009000300009>
- Carvalho, C. R., Fernandes, R. C., Carvalho, G. M. A., Barreto, R. W., & Evans, H. C. (2011). Cryptosexuality and the Genetic Diversity Paradox in Coffee Rust, *Hemileia vastatrix*. *PLoS ONE*, 6(11), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026387>
- Carvalho, P. F. (2014). *CULTIVARES Catuaí COM GERMOPLASMA Icatu E Híbrido de Timor*.
- Conceição, A. D. S., Fazuoli, L. C., & Braghini, M. T. (2005). Avaliação e seleção de progênies F3 de cafeeiros de porte baixo com o gene SH3 de resistência a *Hemileia vastatrix* berk. et br. *Bragantia*, 64(4), 547–559. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000400004>
- Fazuoli, L. C., Braghini, M., Bernadete Silvarolla, M., Gonçalves, W., César Mistro, J., Boller Gallo, P., & Guerreiro Filho, O. (2019). IAC Catuaí SH3-a dwarf Arabica coffee cultivar with leaf rust resistance and drought tolerance CULTIVAR RELEASE. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 19, 356–359. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332019v19n3c48>
- Garbossi, A., Ariyoshi, C., Shigueoka, L. H., Carducci, F. C., & Theodoro, C. (2019). Seleção Assistida Por Marcadores Associados Ao Gene S H 3 De Resistência À Ferrugem Alaranjada Em Genótipos De Café. *X Simpósio de Pesquisa Dos Cafés Do Brasil – ISSN: 1984-9249*, 3–9.
- IHCAFE. (2013). *Informe estadístico anual cosecha 2012-2013*. 78. <https://www.ihcafe.hn/?mdocs-posts=informe-anual-2012-2013>
- Lashermes, P., Combes, M. C., Ribas, A., Cenci, A., Mahé, L., & Etienne, H. (2010). Genetic and physical mapping of the SH3 region that confers resistance to leaf rust in coffee tree (*Coffea arabica* L.). *Tree Genetics and Genomes*, 6(6), 973–980. <https://doi.org/10.1007/s11295-010-0306-x>
- Pereira, A. A. (1995). *Herança da resistência a Hemileia vastatrix Berk. et Br. em cafeeiros derivados do Híbrido de Timor*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Pestana, K. N., Capucho, A. S., Caixeta, E. T., de Almeida, D. P., Zambolim, E. M., Cruz, C. D., Zambolim, L., Pereira, A. A., de Oliveira, A. C. B., & Sakiyama, N. S. (2015). Inheritance study and linkage mapping of resistance loci to *Hemileia vastatrix* in Híbrido de Timor UFV 443-03. *Tree Genetics and Genomes*, 11(4). <https://doi.org/10.1007/s11295-015-0903-9>
- Prakash, N. ., Combes, M. C., Somanna, N., & Lashermes, P. (2002). AFLP analysis of introgression in coffee cultivars (*Coffea arabica* L.) derived from a natural interspecific hybrid. *Euphytica*, 124(3), 265–271. <https://doi.org/10.1023/A:1015736220358>
- Prakash, N. S., Marques, D. V., Varzea, V. M. P., Silva, M. C., Combes, M. C., & Lashermes, P. (2004). Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *C. arabica* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 109(6), 1311–1317. <https://doi.org/10.1007/s00122-004-1748-z>
- Prakash, N. S., Muniswamy, B., Hanumantha, B. T., Sreenath, H. L., Sundaresha, Kumar, D., Suresh, N., Santhosh, P., Soumya, P. R., Bhat, A. M., Bhat, S. S., & Jayarama. (2011). Marker assisted selection and breeding for leaf rust resistance in coffee (*Coffea arabica* L.) -some recent leads. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 71(2 SPEC. ISSUE), 185–189.
- Rodrigues, C. J., Bettencourt, A. J., & Rijo, L. (1975). Races of the Pathogen and Resistance to Coffee Rust. *Annual Review of Phytopathology*, 13(1), 49–70. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.13.090175.000405>
- Sera, G. H., Sera, T., Ito, D. S., De Azevedo, J. A., Da Mata, J. S., Dói, D. S., Filho, C. R., & Kanayama, F. S. (2007). Resistance to leaf rust in coffee carrying SH3 gene and others SH genes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(5), 753–757. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132007000500002>
- Setotaw, T. A., Caixeta, E. T., Pena, G. F., Zambolim, E. M., Pereira, A. A., & Sakiyama, N. S. (2010). Breeding potential and genetic diversity of “Híbrido do Timor” coffee evaluated by molecular markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 10(4), 298–304. <https://doi.org/10.1590/s1984-70332010000400003>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Setotaw, T. A., Caixeta, E. T., Zambolim, E. M., Sousa, T. V., Pereira, A. A., Baião, A. C., Cruz, C. D., Zambolim, L., & Sakiyama, N. S. (2020). Genome Introgression of Híbrido de Timor and Its Potential to Develop High Cup Quality C. arabica Cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 12(4), 64. <https://doi.org/10.5539/jas.v12n4p64>
- Silva, R. A., Zambolim, L., Castro, I. S. L., Rodrigues, H. S., Cruz, C. D., & Caixeta, E. T. (2018). The Híbrido de Timor germplasm : identification of molecular diversity and resistance sources to coffee berry disease and leaf rust. *Euphytica*, 2. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2231-2>
- Valencia, A., Morales, A. Y., Moncada, P., Alfonso, H., & Herrera, J. C. (2017). Introgresion of the SH3 gene resistant to rust (Hemileia vastatrix) in improved lines of CASTILLO ® variety (Coffea arabica L .). *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 9(August), 130–138. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2017.0664>
- Van Der Vossen, H. A. M. (2009). The cup quality of disease-resistant cultivars of arabica coffee (coffea arabica). *Experimental Agriculture*, 45(3), 323–332. <https://doi.org/10.1017/S0014479709007595>
- Várzea, V. M. P., & Marques, D. V. (2005). Population variability of Hemileia vastatrix vs. coffee durable resistance. *Durable Resistance to Coffee Leaf Rust*, 53–74.
- Várzea, V., Marques, V., Pereira, A., & Silva, M. (2009). The use of Sarchimor derivatives in coffee breeding resistance to leaf rust. *Proceedings of the 22nd International Conference on Coffee Science (ASIC), March 2009*, 1424–1429.
- Zambolim, L. (2016). Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 41(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0065-9>

