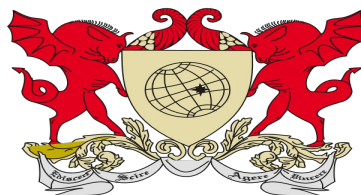




XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Resistência y Diversidad genética del café en Centroamerica



Universidade Federal de Viçosa

**Prof. Dr. Laércio Zambolim, PhD. UFV Bioagro
- Biocafé**

laerciozambolim@gmail.com



XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Roya ainda és la principal enfermedad de café en el mundo

En Brasil: 35 – 50 % daño en variedades susceptibles

Principal medida de control: hoy variedades resistentes

También se fumigan plantaciones con variedades con resistencia horizontal
por el alto precio del café

Centro America: variable 10 – 80 % (de acuerdo con la región)

Epidemia 2012-2013



Teoria gene-a-gene

Interacción

Cafe

SH1 - SH 9
Possible
SH 10,11,12

**Genes de
resistencia**



Susceptibilidad



Resistencia

Roya

V 1 – V 9
Possible
V10,11,12

**Genes de
virulencia**



El problema:

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



HDT 832/1

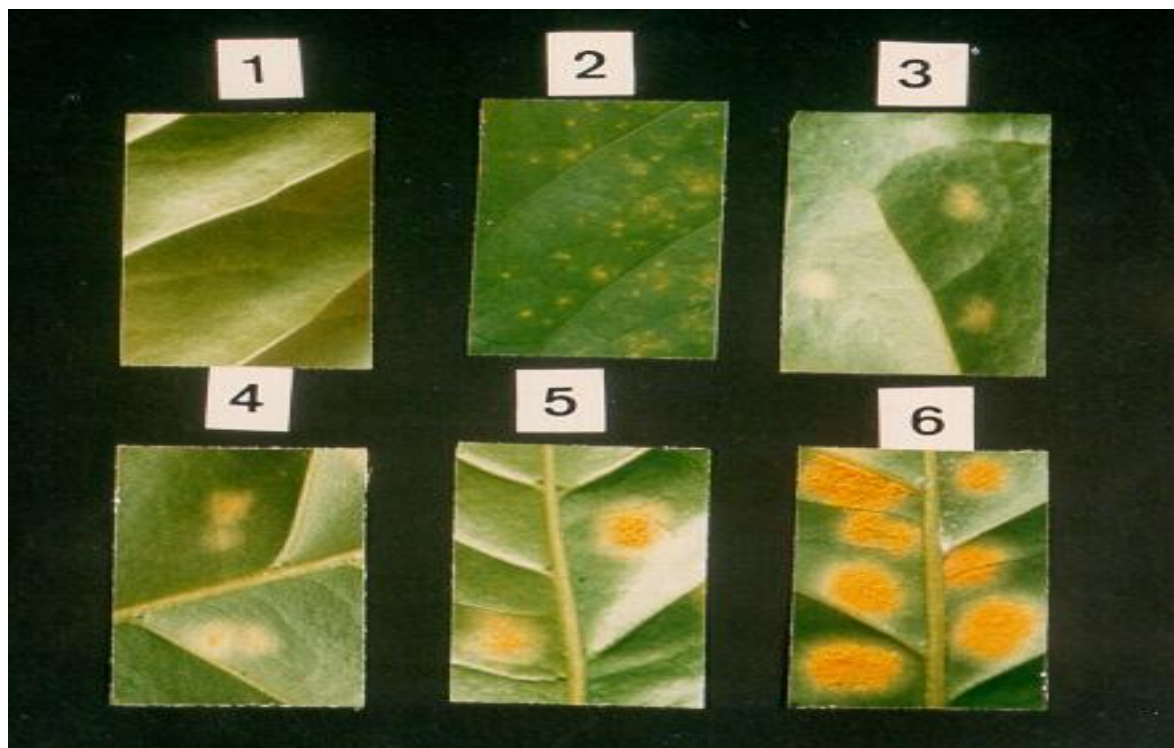


HDT 832/2

Muy raro variedades con resistencia vertical en el mundo hoy.
La mayoría de las variedades hoy tiene resistência horizontal.

Grados para diferenciación de resistência vertical y horizontal

Grados Discos de hoja de cafe con roya

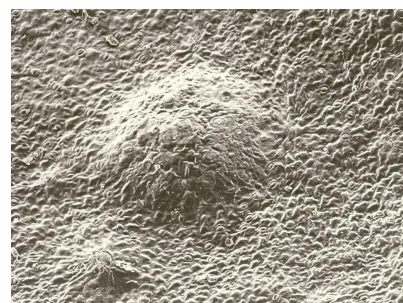
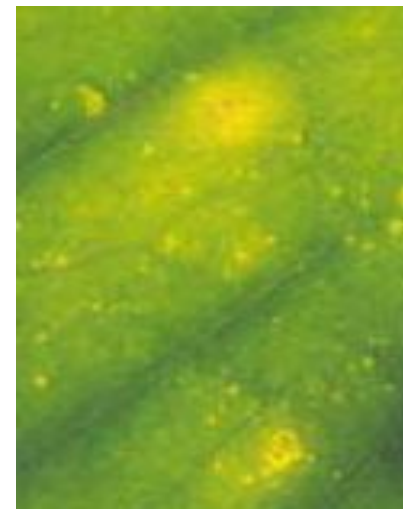


Pontuaciones cloróticas con tumefacion

Reacion de hipersensibilidad

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

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





Fuentes de resistència a la roya en el mundo (El café tiene una base genética muy estrecha)

HDT 832/1 → Caturra x HDT 832/1 - Catimor - Hw 26/5; Hw 26/7, Hw26/13

HDT 832/2 → Vila Sarchi x HDT 832/2 - Sarchimor - 361/1; H361/3; H361/4; H361/5

HDT 1343 → Caturra x HDT 1343 → Colombia

HDT 2570 → Catuaí x HDT 2570 → Brasil

ICATU – *Coffea canephora*

BA 10 – SH3 (*C. liberica*) BA 10 = *C. arábica* L. x *C. liberica* → Catuaí SH3

Selección Indiana S795 – CIFC 1344/19

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

Coffea canephora

N = 22 cromossomas

x

C. arabica cv. *Bourbon*

N = 44 cromossomas



Duplicación de cromossomas

Icatú x Catuaí = Catucaí

En el mundo: más de 50 razas

INDIA – aprox. 50 razas

BRASIL – aprox. 16 razas y patipos más de 30



¿Por cuánto tiempo mantuvieron las variedades Lempira, IHCAFE y Parainema la resistencia vertical a la roya?

Lempira 18 años IHCAFE 26 años Parainema 18 años

¿Por qué las variedades Lempira, IHCAFE y Parainema perdieron su resistencia vertical a la roya en Honduras?

Posibilidades:

1. Mutación en las razas existentes en Centroamérica;
2. Dispersión de nuevas razas de otros países por corrientes de aire.

Preocupación: Mas de 90% de las variedades resistentes de *C. arabica* cultivadas en todos los países productores de café tienen su origen en los cruzamientos realizados en el CIFC – Oeiras Portugal (832-1; 832-2).



Durabilidad de variedades resistentes a la roya

Variedad	Liberada	Intermediate resistance/Resistentes a razas emergentes	Durabilidad da resistência (años) /año de constatación
IHCAFE 90 (CIFC HdT 832/1) Catimor	1990	Intermediate Resistente	26 (2016)
Lempira (CIFC HdT 832/1) Catimor	1998	Intermediate Resistente	18 (2016)
Parainema (CIFC HdT 832/2) Sarchimor	2001	Intermediate Resistente	18 (2019)
Anacafé 14 (Guat) (CIFC HdT 832/1) Catimor	2014	Resistente	>11 (2025)

Durabilidad de variedades resistentes a la roya

Roya aún no ha aparecido

        	Catiguá MG 2, MG 3 (UFV 440-10)	Catimor	Resistente	> 21 (2004 - 2025)
	Acauãnovó	Sarchimor	Resistente	> 13 (2012 – 2025)
	Anacafé Guatemala	Catimor	Resistente	> 11 (2014 – 2025)
	MGS Paraíso I	Catimor	Resistente	> 22 (2003-2025)
	Catuaí SH 3	Coffea liberica	Resistente	> 10 (2015 – 2025)
	Acauã	Sarchimor	Resistente	> 5 (2020 – 2025)
	MGS Aranãs	Catimor	Intermediate Resistente	> 11 (2014 - 2025)



XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Objetivo de la investigación

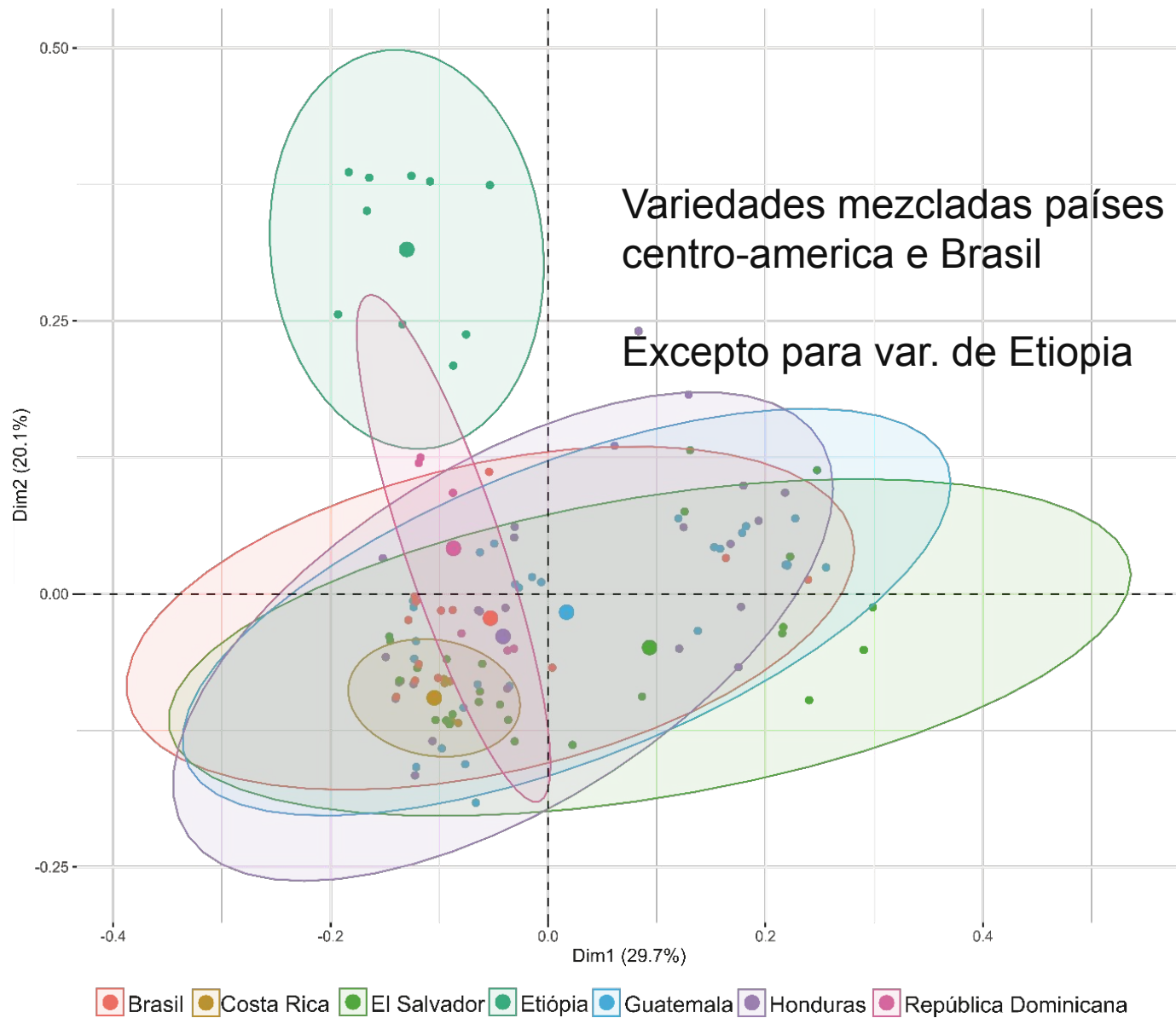
Las variedades de café resistentes a la roya importadas por Centro América han perdido la resistencia a *H. vastatrix* con el tiempo.

La pregunta es: ¿son genéticamente homogéneas las variedades que existen hoy en Centro América? ¿Será esta es una de las causas de la susceptibilidad de las variedades a la roya?

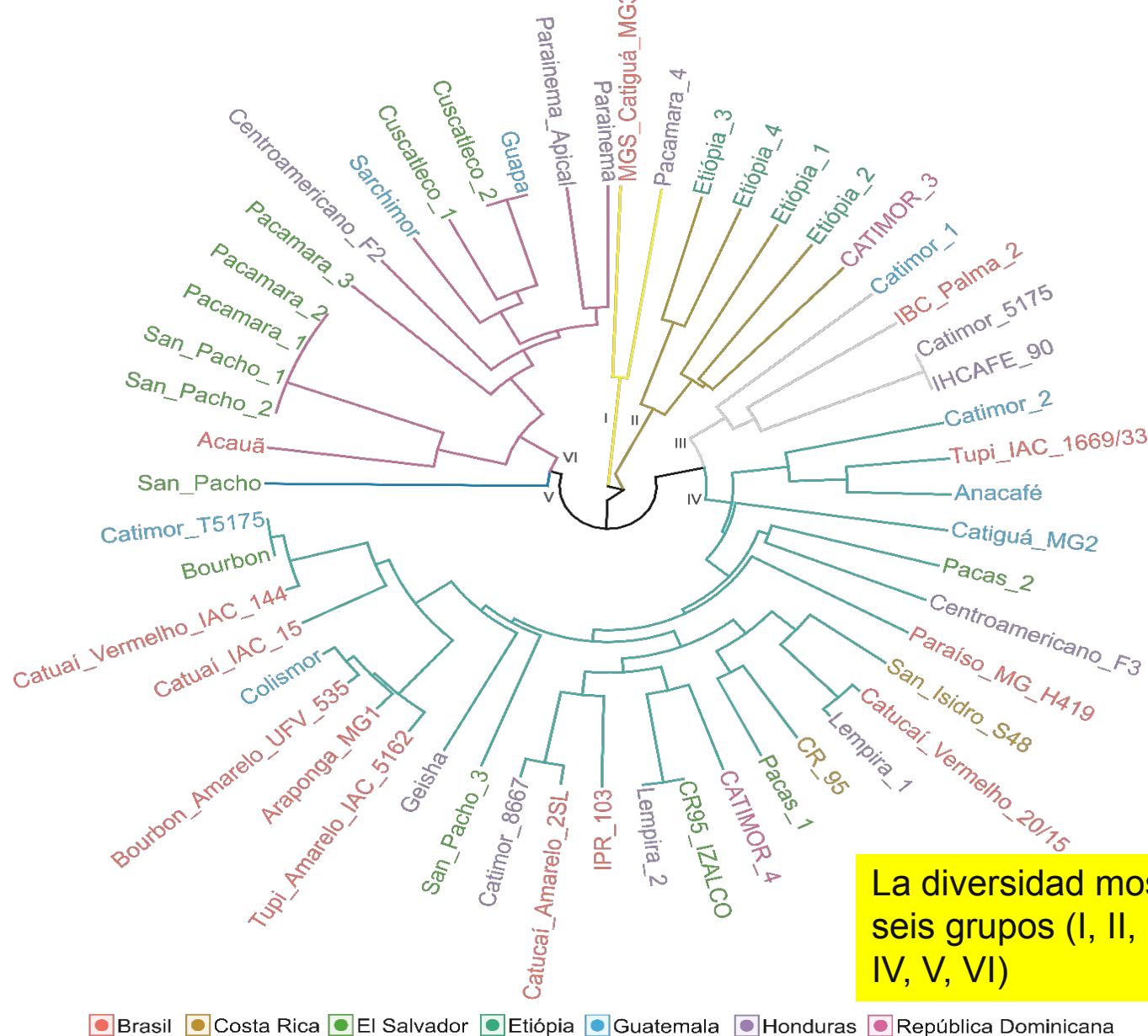
Identificar el perfil molecular (fingerprinting) de cultivares de café arábica de Centro América por medio de marcadores moleculares SSR

Estudiar la diversidad genética de los genótipos entre y dentro de cada país de Centro América.

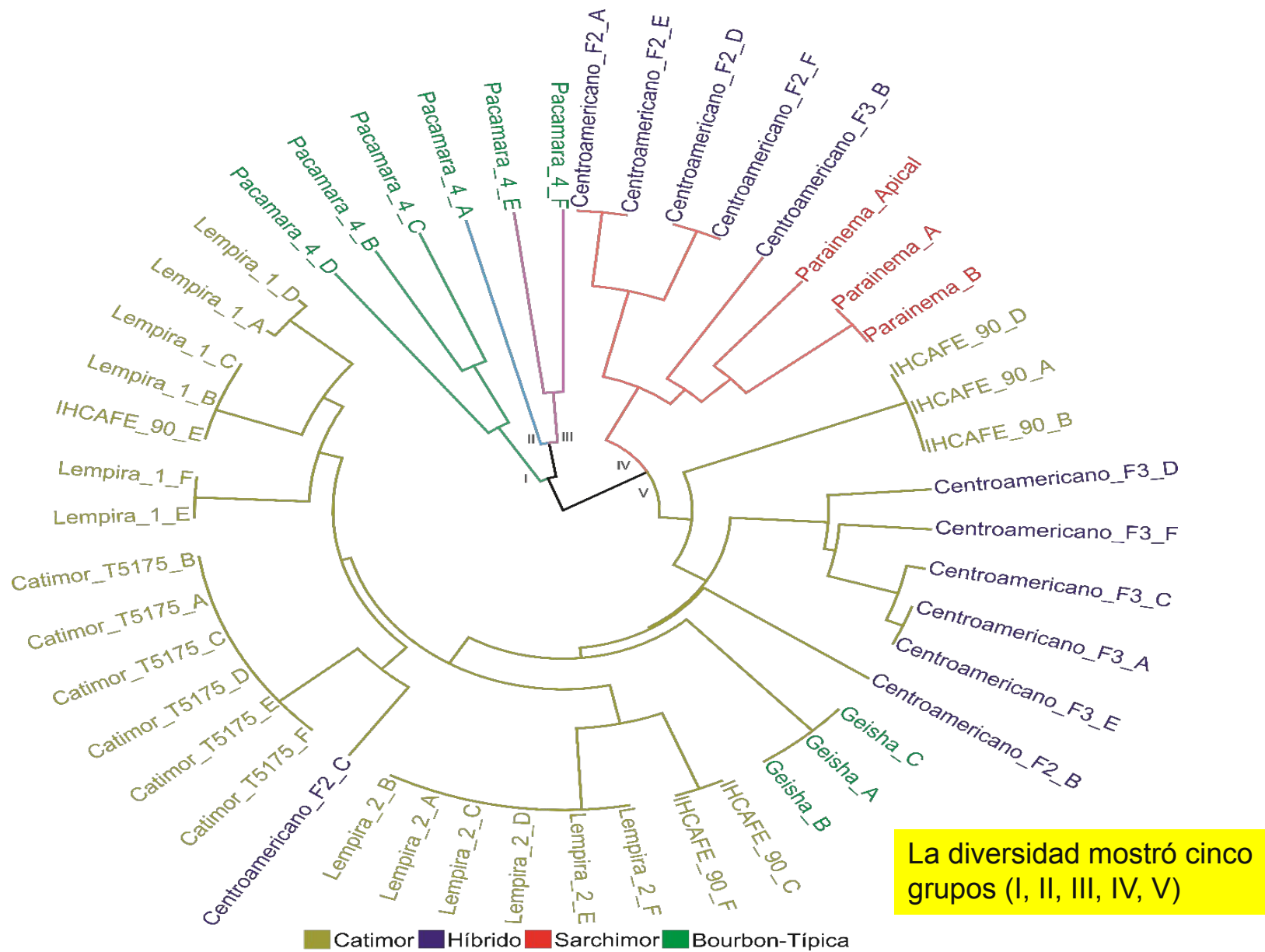
Se emplearon siete variedades de siete países de América Central
16 Primers microssatélites empleados



Analises de PCoA (Coordenadas Principais) para los 208 individuos evaluado con los 16 primers microssatélites.

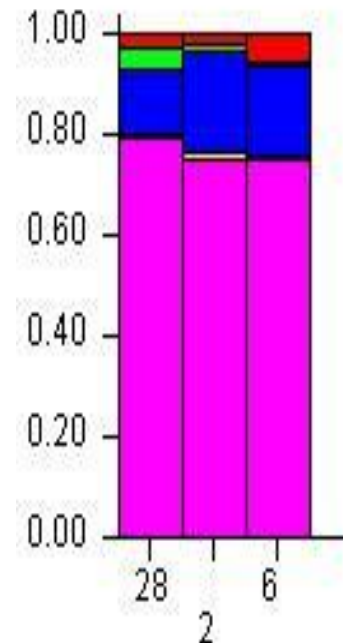
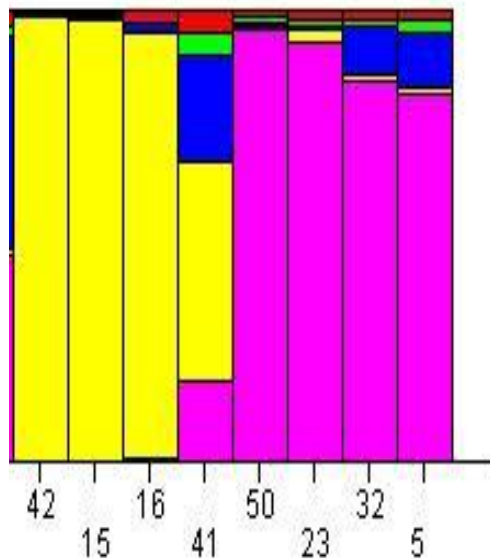
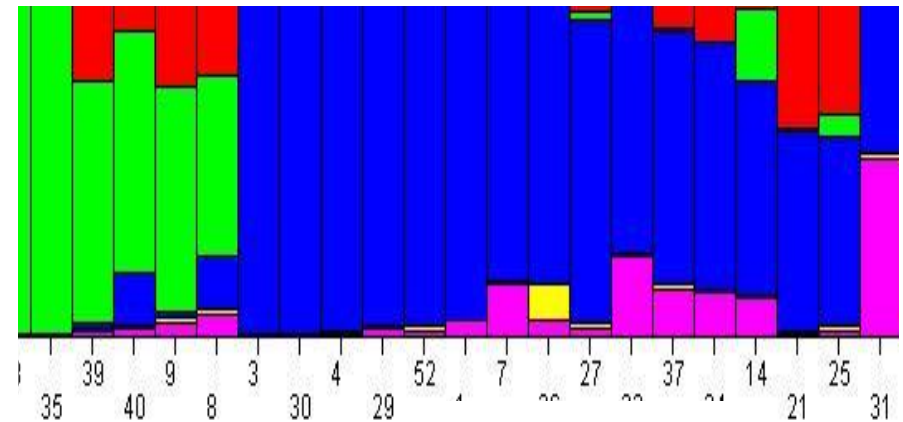
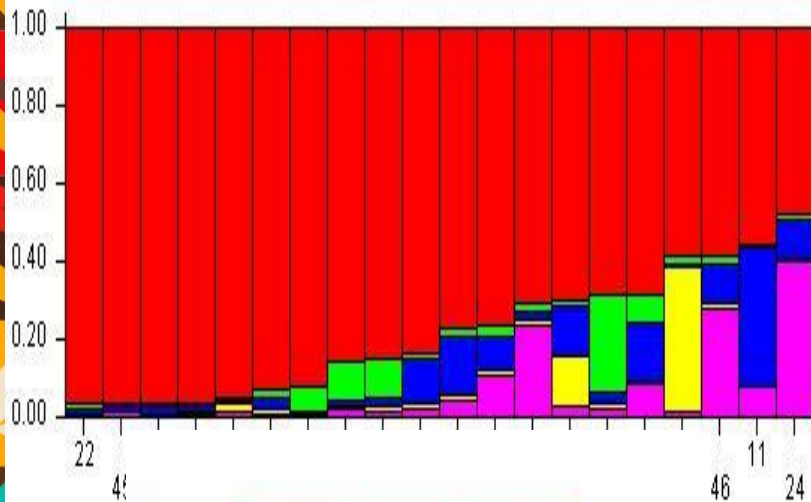


Diversidad de los diferentes genotipos de *Coffea arabica* de Centro América analizados
Primers (16) microssatélites empleados



Diversidad genética presentado pelos genótipos de Honduras, empleando 16 marcas SSR

Resultado del agrupamiento de 53 genotipos de Coffea arabica, utilizando 16 marcadores SSR. cada barra individual representa a un individuo. Las barras de diferentes colores representan diferentes grupos genéticos. La mezcla de colores en la barra representa la recombinación de material genético.



Cultivars de *Coffea rábica* L. resistentes a la roya in Brasil.

Cultivares	Origem	Reación y roya
Acauã Acauã Novo	Mundo Novo IAC 388-17 x Sarchimor IAC 1668	Resistência qualitativa
Arara	Hibridación natural Obatã y Catuaí Amarelo	Resistência qualitativa
Catiguá MG2 Catiguá MG3	Catuaí Amarillo IAC 86 x Híbrido de Timor UFV 440-10	Resistência qualitativa
IAC Catuaí SH3	Catuaí rojo IAC 46 y IAC 1110-8 (BA10).	Resistencia qualitativa
Iapar 59	Derivado del híbrido CIFC H361, resultado del cruzamiento de Villa Sarchi CIFC 971/10 y Híbrido de Timor CIFC 832/2	Resistência qualitativa
IPR 104	Sarchimor (Villa Sarchi CIFC 971/10 cruzado con Híbrido de Timor CIFC 832/2)	Resistencia qualitativa

Cultivars de *Coffea rábica* L. resistentes a la roya in Brasil.

MGS Turmalina	Catuaí Amarillo IAC 30 x Híbrido de Timor UFV 445-46	Resistência qualitativa
IAC Obatã 4739	Obtida a partir do cruce natural entre lo cafeeiro IAC 1669-20-1 C 16 B, en geración F1RC1, y lo cultivar Catuaí Amarillo IAC 62	Resistencia qualitativa (Fazuoli et al., 2018)
Paraíso MG H419-1	Cruce entre Catuaí Amarillo IAC 30 y Híbrido de Timor UFV 445-46.	Resistência qualitativa
MGS Paraíso 2	Catuaí Amarillo IAC 30 x Híbrido de Timor UFV 445-46	Resistência qualitativa
MGS Ametista	Catuaí Amarelo IAC 86 x Híbrido de Timor UFV 446-08	Resistencia qualitativa
MGS Aranãs	Catimor UFV 1603 x Icatu IAC H3851-2	Resistência qualitativa e quantitativa
Obatã IAC 1669 – 20	Derivada del híbrido CIFC H361/4, resultado del cruzamiento de Villa Sarchi y Híbrido de Timor CIFC 832/2 (Sarchimor)	Resistencia qualitativa

Variedades de America Central, genotipo y país

Loco (Ae) SH3 Loco (Ee) CBD

Loco asociado a genes de resistência do cafeeiro à ferrugem SH3 (Loco A)
 QTL para resistência as raças I, II e patótipo 001 (Loco B e C)
 GENE NB-ARC e LRR (Loco D)
 Para el gene Ck1 que confiere resistência a CDB (Loco E).

	Variedad	Genotipo	País
Loco A – SH3	Colismor A4	Aa BB cc D- Ee (3 gene)	Guatemala
	Colismor B4	Aa Bb cc dd Ee (2 gene)	Guatemala
Loco B,C – QTL R I, II	Colismor C4	Aa Bb cc dd Ee (2 gene)	Guatemala
Loco D – NB-ARC LRR RAÇAS HV	IHCAFE 90 E3	Aa BB cc dd ee (2 gene)	Honduras CBD (-)
Loco E – CK1 CBD	IHCAFE 90 F3	Aa BB C- dd Ee (3 gene)	Honduras
	SAN IZIDRO S 482	Aa BB cc D- Ee (3 gene)	Honduras

Variedades de Centroamerica, genótipo y país

Loco (Aa) SH3 Loco (Ee) CBD

Loco associado a genes de resistência do cafeeiro à ferrugem **SH3 (Loco A)**, QTL para resistência as raças **I, II e patótipo 001 (Loco B e C)**, **NB-ARC e LRR (Loco D)**, e para o gene Ck1 que Resistência a **CDB (Loco E)**.

Gene NB – ARC y LRR clonado en BIOCAFE - UFV

Variedad	Genotipo	País
Pacamara 1F	Aa bb cc dd Ee (1 gene R Hv)	R. Dominicana
Pacamara 4 D	Aa bb C- D- EE (3 gene R Hv)	Honduras
Pacas 1A	Aa Bb cc D- Ee (3 gene R Hv)	El Salvador
Pacas 2B	A- bb C- dd Ee (2 gene R Hv)	El Salvador
Pacas 2C	A- bb cc dd Ee (1 gene R Hv)	El Salvador
Gueisha C	Aa Bb C- dd Ee (3 gene R Hv)	Honduras
Catimor 8667 C	Aa Bb cc dd Ee (2 gene R Hv)	Honduras
Catimor 8667 D	Aa BB cc dd Ee (2 gene R Hv)	Honduras
Catimor 8667 F	Aa Bb C- dd Ee (3 gene R Hv)	Honduras

Variedad ANACAFE Guatemala, genótipo e país

Loco A- SH3 Loco B- C- D- razas Hv Loco E- CBD

Variedad	Genotipo	País
Anacafe A4	aa BB C- D- Ee (4 gene)	Guatemala
Anacafe B4	aa BB C- D- Ee (4 gene)	Guatemala
Anacafe C4	aa BB C- D- Ee (4 gene)	Guatemala
Anacafe D4	aa BB C- D- ee (3 gene)	Honduras CBD (-)
Anacafe F4	aa BB C- D- Ee (4 gene)	Honduras

Conclusión: Diferentes combinaciones de los alelos de resistência son encontrados cuando se analizan los cuatro locos asociados a la resistência de la roya (A-,B-,C-,D-).

Loco asociado a los genes de resistênça para el gene Ck1 que confiere resistênça a **CDB (Loco E).**

Variedades	Porcentaje Loco CBD	Variedades	Porcentaje Loco CBD
Pacamara	84	IHCAFE 90	83
Pacas	100 CBD	CR 95 IZALCO	0,0
Geisha	67	Catigua MG2	84
San Pacho	70	Centro Americano	80
Catimor	30	Sarchimor	100 CBD
Colismor	100 CBD	Cuscatleco	80
Guapa	83	San Izidro	100 CBD
Lempira	40	Parainema	50



Cruces naturales que ocurren en el campo

Anacafé 14 – Cruzamiento natural
Catimor x Pacamara

IPR 106 – Cruzamiento natural
Icatu 925 x espécie desconhecida

Acauãma – Cruzamiento natural
Catucaí amarelo x Acauã

Arara – Cruzamiento natural
Obatã x Catuaí amarelo

Catucaí amarelo 2 SL - Cruzamiento natural
Icatu x Catucaí

Japy – Seleccion de Catucaí vermelho

Sabiá una – Cruzamiento natural - Sabiá x Catucaí amarelo)



XXIV SIMPOSIO
LATINOAMERICANO
DE CAFICULTURA

Rep. Dominicana - Caturra y Catimor Resistente
Luis Nuñez

Caturra susceptible



Catimor resistente





XXIV SIMPOSIO
LATINOAMERICANO
DE CAFICULTURA

Guatemala – Esquipulas pl Resistente? Caturra abajo – Madre Tereza



Resistente



Caturra





XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Republica Dominicana – juna Rancho Arriba Resistente Catimor? 17 años



Caturra muy susceptible



Catimor Resistente
encontrados en el campo



XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Caturra y Catimor Rep. Dominicana - Alfredo Bonifácio 1300m

Caturra susceptible



Catimor resistente





XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Conclusión

De 36 cultivares de Centro America estudiadas para la resistência a la roya, 30 fueram resistentes a la raza II e la raza XXXIII.

Diferentes combinaciones de los alelos de resistência son encontrados cuando se analizan los cuatro locos asociados a la resistência de la roya (A-,B-,C-,D-).



XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Conclusión

Con base en el marcador molecular para el gene Ck -1, la mayoría de los cafés estudiados **63,25% tiene el alelo para la resistência a CBD.**

Genes piramidados de diferentes alelos para la **resistência a la roya y CBD hay presentes entre los cultivares de Centro America.**

Del total de 175 plantas de café evaluados, **18 genótipos (10,34%) presentaram el alelo de resistência para el gene SH3 (loco A), sendo todos en homosigosis (18 genótipos).**



XXIV SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA

Conclusión

En Centroamérica existe una gran diversidad genética y no existe una separación de los materiales genéticos de cada país.

En Brasil y Centro América los materiales son muy similares genéticamente si hay un problema fitosanitario con una variedad, el mismo problema ocurrirá con los otros com cultivares



Conclusión

La pregunta es: ¿es posible que una variedad de café tenga una **alta productividad con resistência vertical y un alto valor de calidad de bebida? Sí**

Paraíso MG H 419-1, Paraíso 2, Arara pero hay otros cultivares



El café de la variedad Paraíso MG H 419-1, producido en la Fazenda Londrina, en el municipio de Coromandel (Cerrado Minas Gerais) en 2023, ganó el primer lugar con un puntaje de **90,33** y tuvo el saco de **60 kg vendido en R\$ 20.717, unos US\$ 4.140**



¿Cuál es la situación de resistência a la roya ahora?

Pero en algunas regiones de los países todavía **es posible encontrar cultivares que aún no han perdido su resistência vertical. Por ejemplo: cv. Anacafé.**

Sin embargo, han surgido **plantas resistentes aisladas en el campo** entre plantas susceptibles.

La recomendación es multiplicarlas y sembrarlas en experimentos en diferentes regiones del país



Muchas gracias

**Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Bioagro**

laerciozambolim@gmail.com

+ 55 31- 99547-0203