

CONGRESO DE LA **CAFICULTURA**

2022 • Edición 31





CONGRESO DE LA **CAFICULTURA**

2022 • Edición 31

**Caracterización de la diversidad genética del
café de América Central empleando
microsatélites (SSR)**

Prof. Dr. Laércio Zambolim, PhD
Bioagro - Biocafé

Daño de *Hemileia vastatrix*



Es la principal enfermedad de café en el mundo

En Brasil: provoca 35 – 50 % daño

La principal medida de control: químico

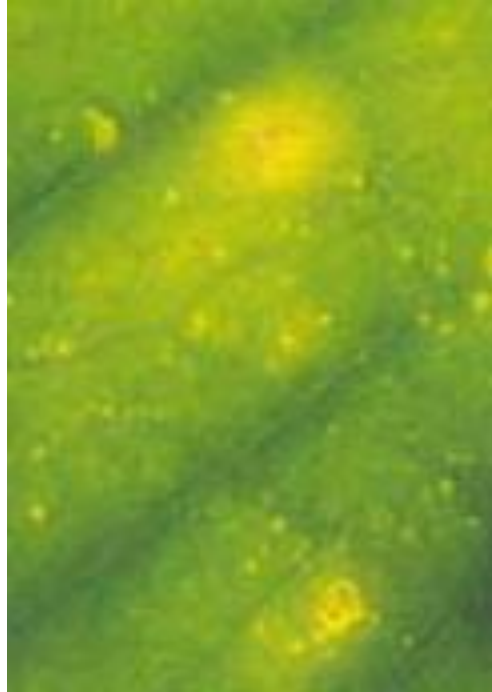
También se fumigan plantaciones con variedades resistentes por el alto precio del café

En Centro America: el daño es variable 10 – 80 %

Epidemia 2012-2013



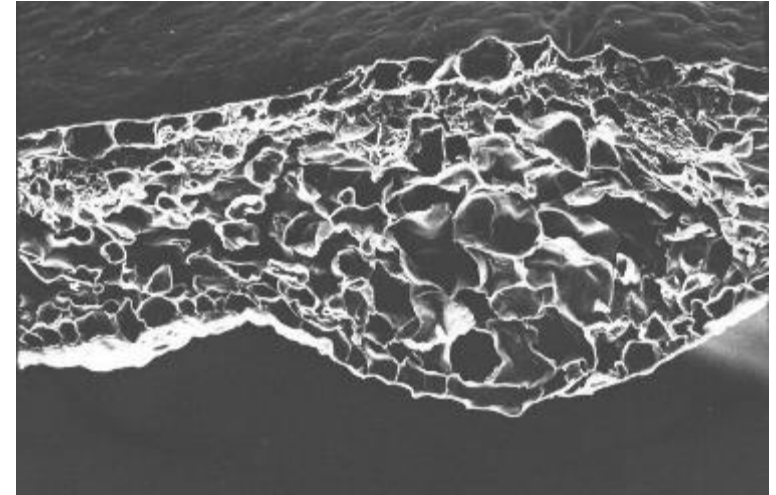
Resistencia vertical



Puntos cloróticos con tumefacción
Reacion de hipersensibilidad

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

Roya del café



MEV - Tumefacciones

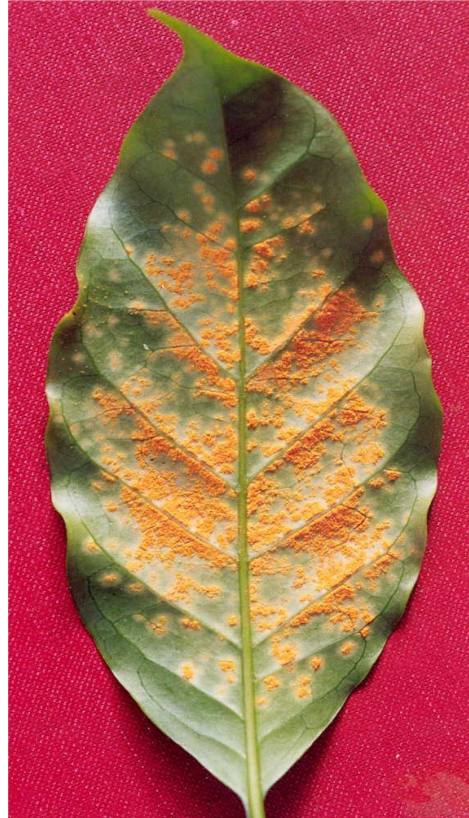
Teoria gen-a-gen

Interacción

Café

SH1 - SH 9
Posible
SH 10,11,12

**Genes de
resistencia**



Susceptibilidad



Resistencia

Roya

V 1 – V 9
Posible
V10,11,12

**Genes de
virulencia**

El problema:

Razas de *Hemileia vastatrix* caracterizadas en el CIFC* atacaron al HDT 832/1 y el HDT 832/2

Base para todo el programa de mejoramiento dirigido a la resistencia a la roya

La durabilidad de **R** las variedades resistentes están amenazadas

CIFC 3302 (v1,2,4,5,6,7,8,9,?) – HDT 832/1



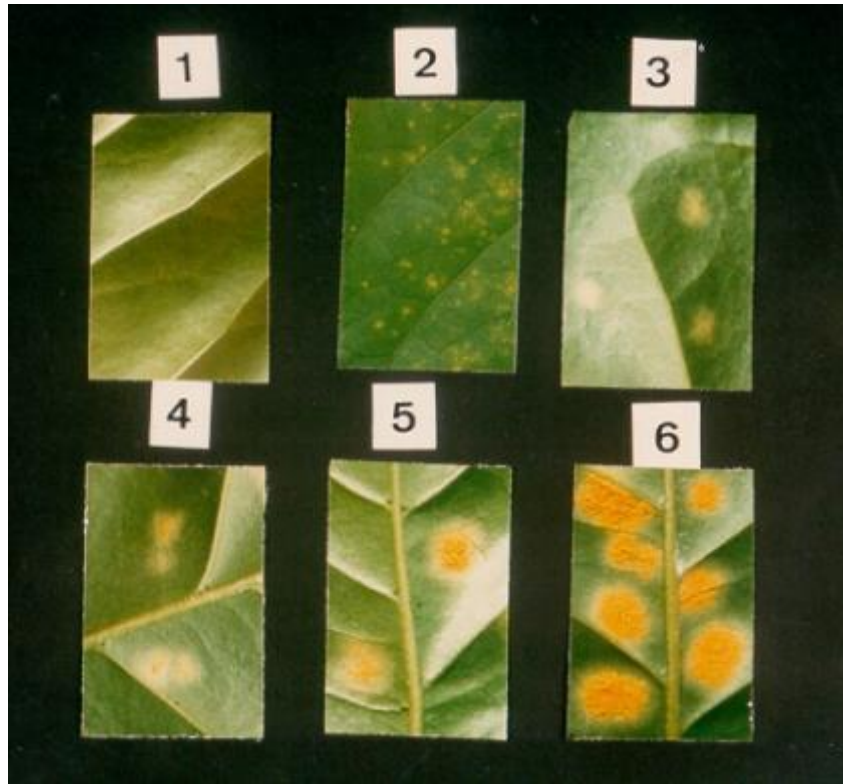
CIFC 3305 (v1,2, **3**, 4,5,6,7,8,9, ?) – HDT 832/2



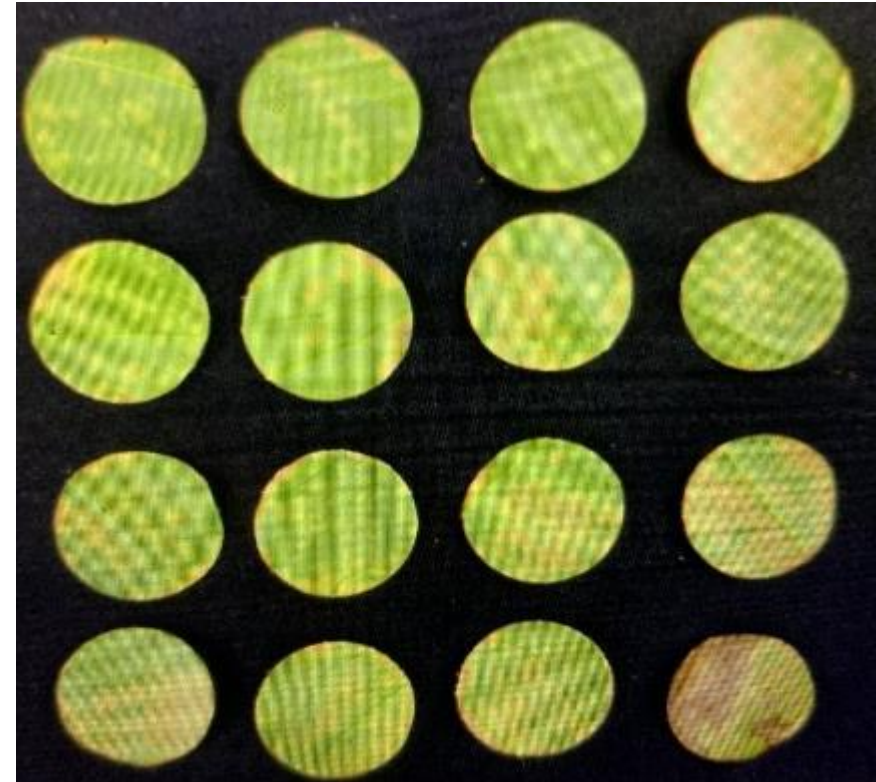
Muy raro variedades con resistencia vertical en el mundo.
La mayoría de las variedades hoy tiene resistencia horizontal.

Grados para diferenciación de resistencia vertical y horizontal

Grados



Discos de hoja de café con roya



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

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

Razas de *Hemileia Vastatrix* identificadas

En el mundo: más de 50 razas

INDIA – aprox. 50 razas

BRASIL – aprox. 16 razas y mas de patotipos

CIFC 2013 - COSTA RICA —————→ Raza II , XXII, XXIV, XXXIII, XXXVI

HONDURAS – I, II, III, XIV, XX, XXII, XXXVI.

GUATEMALA – I, II, III, XXIII, XXV.

15 nuevas combinaciones de genes de virulencia (posiblemente 15 nuevas razas de *Hemileia vastatrix* Berk. & Br.)

Brasil 16 razas en *C. arábica*:



Razas

I (v_2, v_5)

II (v_5)

III (v_1, v_5)

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

XIII (v_5, v_7)

XXIV (v_2, v_4, v_5)

XXXIII (v_5, v_7, v_9)

XVII (v_1, v_2, v_5)

XXIII (v_1, v_2, v_4, v_5)

XXII (v_5, v_6)

X (v_1, v_4, v_5)

XV (v_4, v_5)

XXV (v_2, v_5, v_6)

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

Más recientemente:

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

XXX (v_5, v_8).

Más de 35 patotipos

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)

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, 11, 12, 13... (más reciente) – Híbrido de Timor

Hay otros genes SH no caracterizados aún SH11,12,13...

Que se conoce sobre la resistencia del café a la roya

En la década de 1980 se utilizaron como fuente de resistencia HDT 832/1 y 832/2 produciendo las primeras variedades resistentes derivadas de HDT:

Catimor Sarchimor

CIFC – Oeiras Portugal

1- Caturra x Híbrido de Timor (832/1)

Catimor – UFV Zambolim & Chaves 1982

progenies

2- Vila Sarchi x Híbrido de Timor (832/2)

Sarchimor

progenies

Lo que se conoce sobre la resistencia de café a la roya

Plantas de Híbrido de Timor con resistencia a todas las razas en la década de **1980** fueron utilizadas como fuente de resistencia en el programa de mejoramiento originando las primeras variedades resistentes derivadas de HDT: **CATIMOR** e **SARCHIMOR**.

Actualmente **mas de 98 %** de las variedades resistentes de *C. arabica* cultivadas en todos los países productores de café fueron originadas de los cruzamientos realizados en el CIFC – Oeiras Portugal.

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

Fuentes de resistència a la roya en el mundo

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

ICATU – Coffea canephora

BA 10 – SH3

Selección Indiana S795 – CIFC 1344/19

El café tiene una base genética muy estrecha

Utilización del gen *SH3* como fuente de resistencia a la roya

Coffea arabica x *Coffea liberica* → cruzamiento natural

↑
SH5

↑
SH3

Variedad S288 X Cv. Kent

Variedad S795 - Sembrado en India 1960 - Resistente

Brasil (IAC 1110) – mantiene resistencia, hay mas de 50 años

Variedad Catuaí SH3 cultivadas hoy en Brasil

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 cromosomas

X

C. cv. Bourbon

N = 44 cromosomas



Desarrolló 1980-1983

Icatú

X

Mundo Novo
Caturra



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

Catucaí: Icatu x Catuai

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

Autofecundadas y Seleccionadas

El problema

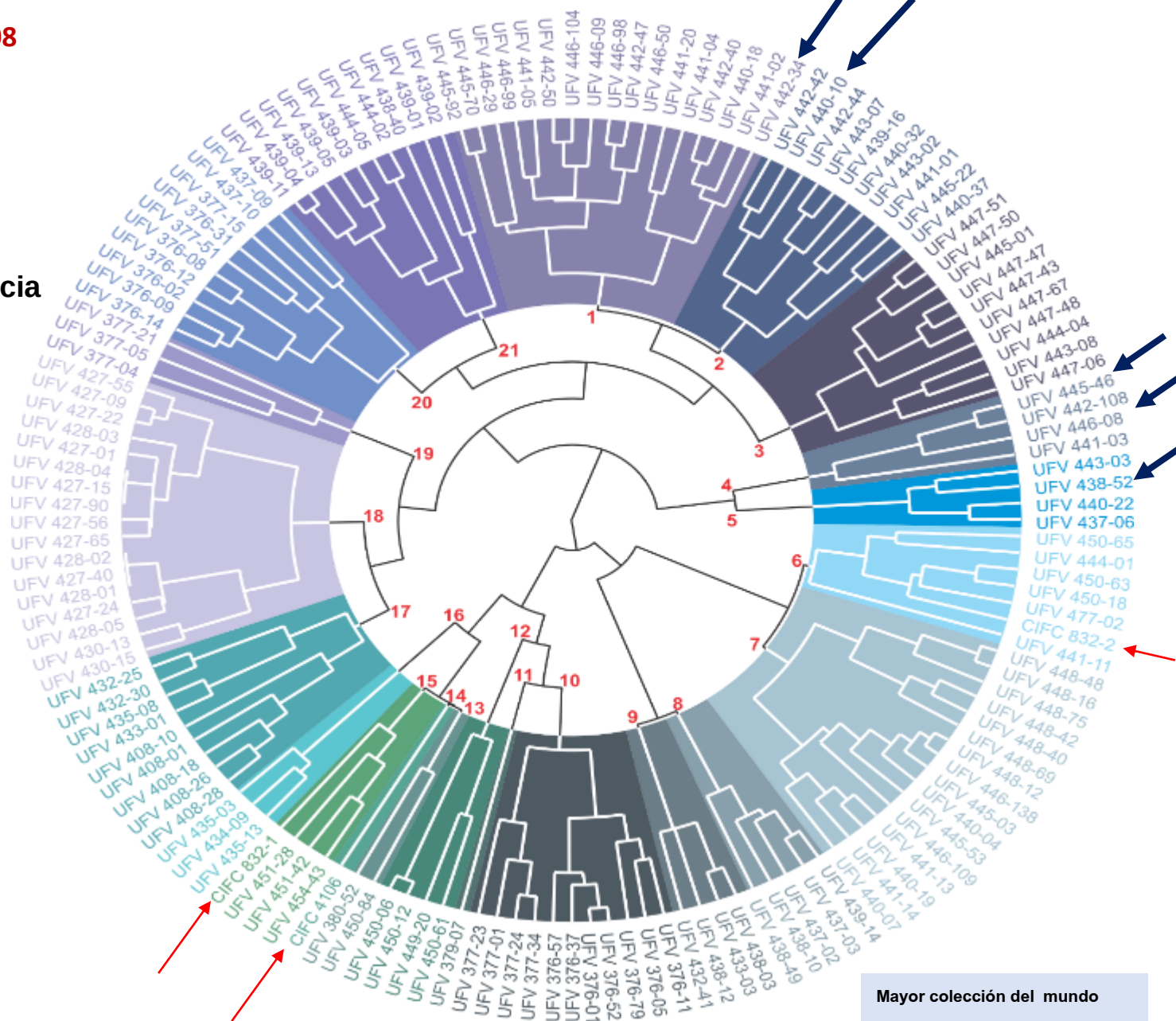
Variedades de café resistentes a la ROYA pierden la resistencia en 3 a 5 años en el campo.

razones:

1. Variedades son lanzadas en campo sin conocer si son resistentes a las razas de la región donde es 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.

Catigua MG2

Resistencia CBD



Mayor colección del mundo
Universidade Federal de Viçosa

Objetivos de la investigación – Eduardo Granado - Costa Rica

(i) 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 esto una de las causas de la susceptibilidad de las variedades a la roya?

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

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

Siete países - 53 Variedades



PAÍS	VARIEDADES	PADRES	GRUPO	
Costa Rica	Costa Rica 95	Híbrido de Timor 832/1 x Caturra	Catimor	1
	San Izidro 48	Villa Sarchí x Híbrido de Timor	Sarchímor	6
República Dominicana	CATIMOR_3	-	Catimor	6
	CATIMOR_4	-	Catimor	5
El Salvador	Pacamara_1	Pacas x Maragogipe Vermelho (Mutação de Típica)	Bourbon-Típica	6
	Pacamara_2	Pacas x Maragogipe Vermelho (Mutação de Típica)	Bourbon-Típica	6
	Pacamara_3	Pacas x Maragogipe Vermelho (Mutação de Típica)	Bourbon-Típica	1
	Cuscatleco_1	Híbrido de Timor x Villa Sarchí T5296	Bourbon-Típica	6
	Pacas_1	Mutação Bourbon	Bourbon-Típica	1
	Pacas_2	Mutação Bourbon	Bourbon-Típica	6
	San_Pacho	Caturra x San Bernardo (Mutação Típica)	Bourbon-Típica	1
	Bourbon	Bourbom	Bourbon-Típica	6
	Cuscatleco_2	Híbrido de Timor x Villa Sarchí T5296	Sarchímor	6
	San_Pacho_1	Caturra x San Bernardo (Mutação Típica)	Bourbon-Típica	6
	San Pacho_2	Caturra x San Bernardo (Mutação Típica)	Bourbon-Típica	6
	CR95_IZALCO	Híbrido de Timor 832/1 x Caturra	Catimor	6
	San_Pacho_3	Caturra x San Bernardo (Mutação Típica)	Bourbon-Típica	6
Guatemala	Sarchímor	Híbrido de Timor CIFC 832/2 x Villa Sarchí	Sarchímor	6
	Guapa	Catuaí x Catimor	Catimor	6
	Colismor	Pache Colis x Catimor T-5175	Catimor	6
	Catimor_1	Catimor T-5175	Catimor	2
	Catimor_2	Catimor T-5175	Catimor	6
	Catigua_MG2	Catuaí Amarelo IAC 86 x Híbrido de Timor UFV 440-10	Híbrido	6
	Catimor_5175	Catimor T-5175	Catimor	2
	Anacafé	(Catimor T-5175 x Caturra) x Pacamara	Catimor	6

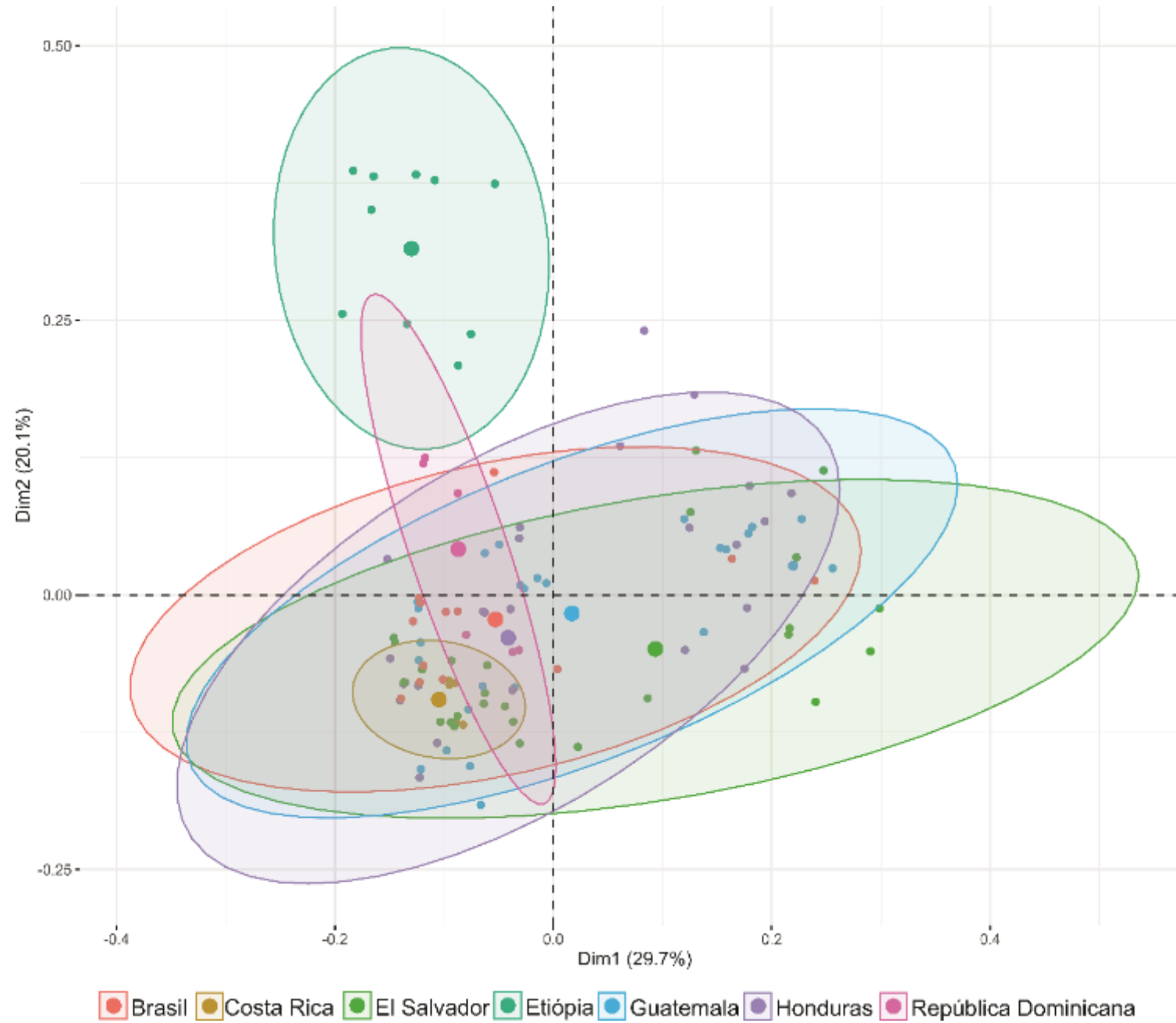
PAÍS	VARIEDADES	PADRES	GRUPO	
Honduras	Catimor_8667	Catimor	Catimor	6
	Lempira_1	Híbrido de Timor 832/1 x Caturra	Catimor	6
	Geisha	Geisha	TÍPICA	3
	Parainema_Apical	T5296	Sarchímor	1
	IHCAFE_90	Híbrido de Timor 832/1 x Caturra IHCAFE 90	Catimor (introgressão)	6
	Parainema	T5296	Sarchímor	2
	Centroamericano_F3	T5296 x Rume Sudan	Híbrido	6
	Centroamericano_F2	T5296 x Rume Sudan	Híbrido	6
	Lempira_2	Híbrido de Timor 832/1 X Caturra	Catimor	6
	Pacamara_4	Pacas x Maragogipe Vermelho (Mutação Típica)	Bourbon-Típica	6
	Catimor_T5175	Híbrido de Timor 832/1 X Caturra	Catimor	6
Etiópia	Etiópia_1	-	Bourbon-Típica	6
	Etiópia_2	-	Bourbon-Típica	5
	Etiópia_3	-	Bourbon-Típica	5
	Etiópia_4	-	Bourbon-Típica	4
Brasil	Catuaí Vermelho IAC 144	Caturra Amarelo, IAC 476-11 x Mundo Novo IAC 374-19	Bourbon-Típica	1
	IBC-Palma 2	Catuaí Vermelho IAC 81' x Catimor UFV 353	Catimor	1
	MGS Catigua MG3	Catuaí Amarelo IAC 86 x Híbrido de Timor UFV 440-10	Híbrido	1
	IPR-103	Catuaí x Icatú	Icatú	1
	Catuaí IAC 15	Caturra Amarelo, IAC 476-11 x Mundo Novo IAC 374-19	Bourbon-Típica	1
	Bourbom Amarelo UFV-535	Bourbom Amarelo UFV-535	Bourbon-Típica	1
	Catuaí Vermelho 20/15	Icatú x Catuaí	Catimor	1
	Catuaí Amarelo 2SL	Icatú x Catuaí	Catimor	1
	Acagua	Mundo Novo IAC 388-17 x Sarchímor IAC 1668	Sarchímor	1
	Tupí Amarelo IAC 5162	Tupí IAC 1669-33 Vermelho x Catuaí Amarelo.	Sarchímor	1
	Tupí IAC 1669/33	Híbrido H 361/4 ('Villa Sarchi' x Híbrido de Timor CIFIC 832/2)	Sarchímor	1
	Paraíso MG H419	Catuaí Amarelo IAC 30 x Híbrido Timor UFV 445-46	Híbrido	1
	Araponga MG1	Catuaí Amarelo IAC 86 x Híbrido de Timor UFV 446-08	Híbrido	1

Primers (16) microsatélites empleados.

Primer	Sequencia	
	Forward	Reverse
CaEST-001 ^a	GAAGACCAAGCACCTCAAC	ACACCAACTACGGGCAGACA
CaEST-002 ^a	GAAGGGACAAAGACGCCTAA	CGACAGATGCAGGAATAAACT G
CaEST-022 ^a	GCCATTTCACAATCTCACCTC	AGACCCAGCAGACAACAACA
CaEST-024 ^a	AGATACCCACCGCCTAATCCT	GCAACAACCTTCTGCTCATCC
CaEST-028 ^a	TTAACCTCCTGCCACACA	GCCCAAATAAATCCCTCCA
CaEST-029 ^a	AGGAGATGCCTGTGACGAAC	GGACGGAAAGATTCTGGCTTT
CaEST-030 ^a	CCCATGAAGACTTGCCAATA	GGGAAATACAAGTGTTGCTG
CaEST-031 ^a	CGGAGCAAGTGAATTGAACAGA	AAAGGGAAAGGAAGAAGGA G
CaEST-034 ^a	GATACTTCCATGAGGATCGTTG	GATCATACAATGTGGGAAGG
CaEST-058 ^a	GTCGATGGCTGGTTGTTGTT	GCCCTGAAATATGATCGCTGT
CaEST-071 ^a	ATGGAGAGGAAGACGCAACA	CCTTATTGAAGACGCCCAA
CaEST-072 ^a	TTGCTTGCTCCGCATCCTAC	ATCGCTTCCAAGAGGCTTTC
CaEST-045 ^a	GCATCCTACCGAGTACATACAA	TCCATCAACAACAACCGAAG
CaEST-048 ^a	TGAGACAAGCTATGGAGGAGGA	AACCAGATCAACAGGGTAGGG
SSR 16 ^b	ACCCGAAAGAAAGAACCAAG	CCACACAACCTCCTCATTC
SSR 95 ^c	TAAGAAGCCACGTGACAAGTAAGG	TATGGCCCTTCTCGCTTTAGTT



Diversidad de los diferentes genotipos de *Coffea arabica* de Centro América analizados con 16 marcadores microsatélites.

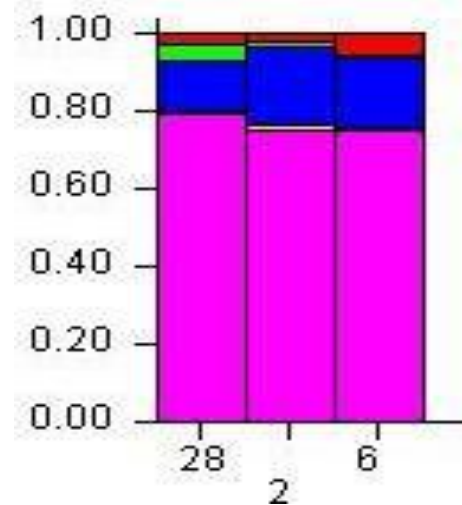
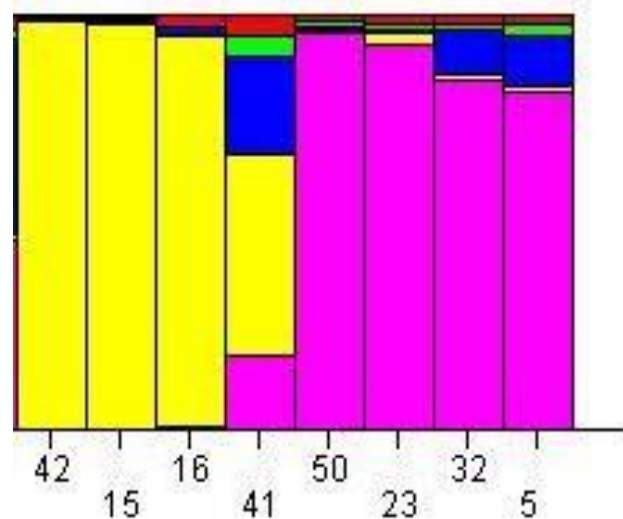
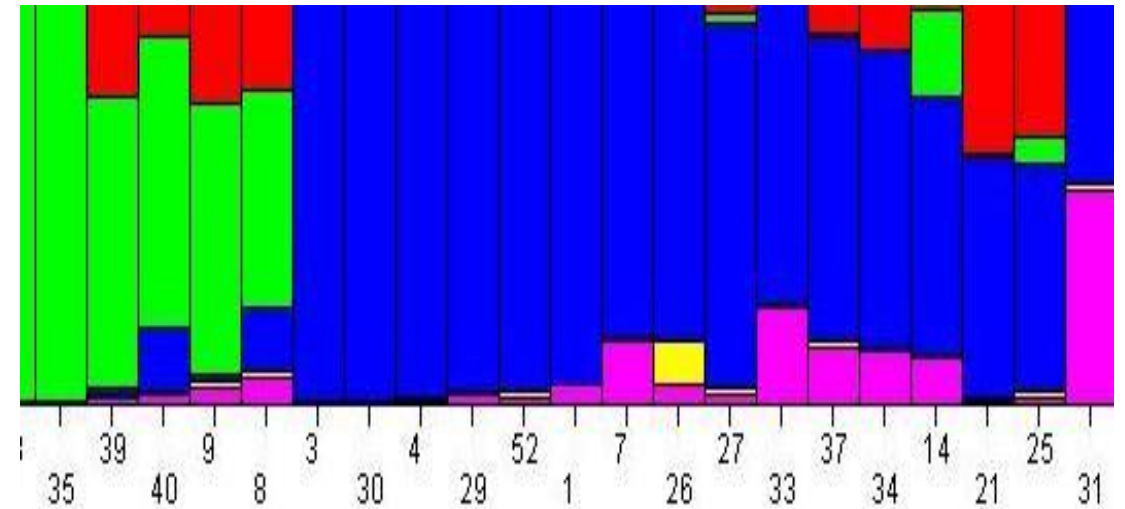
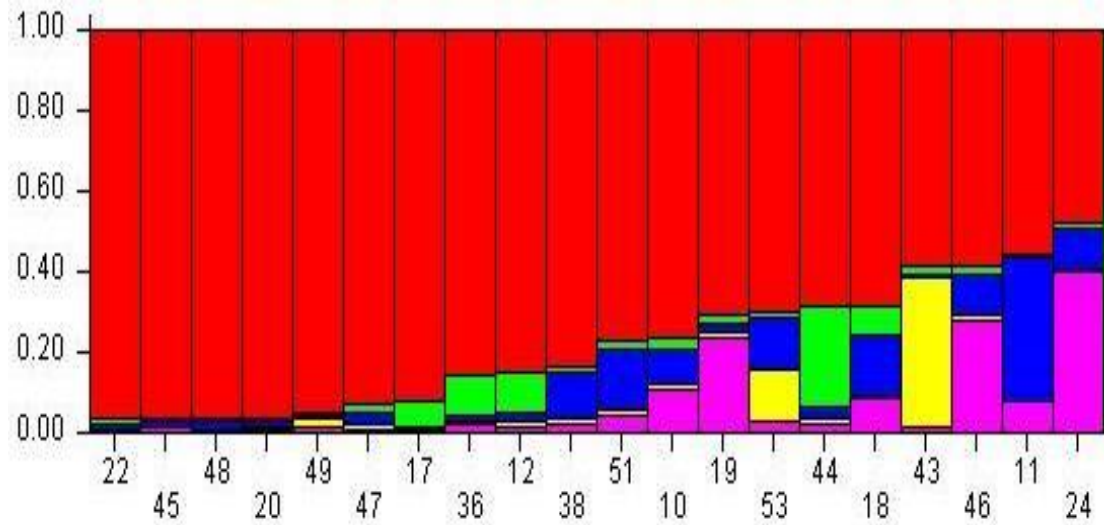


Análisis de PCoA (Coordenadas principales) para los 208 individuos evaluados con los 16 marcadores microsatélites.

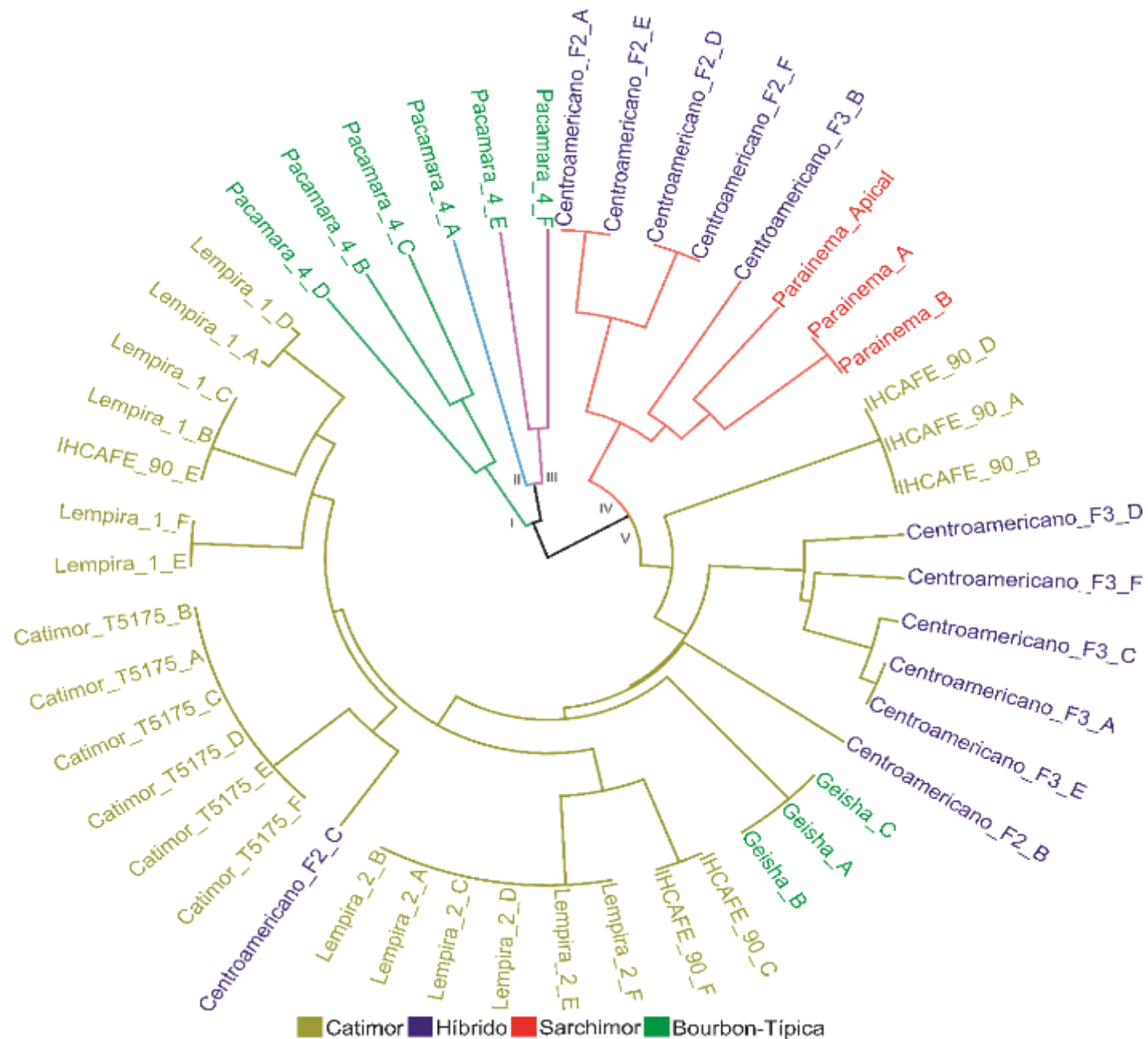


Analisis de PCoA (Coordenadas Principales) para los 208 individuos evaluados con base en 16 marcadores microsatélites.

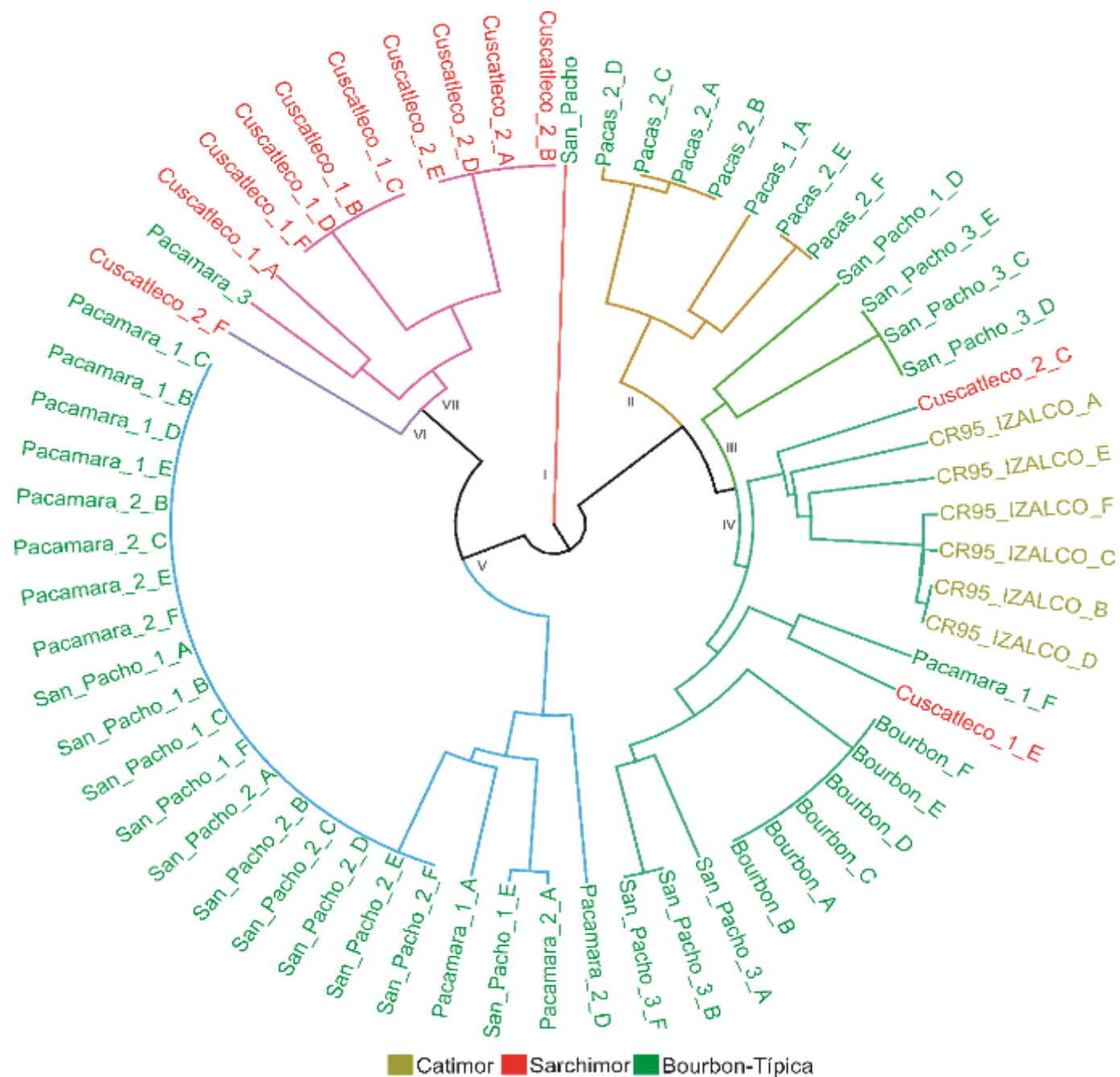
Resultado del agrupamiento de 53 genotipos de *Coffea arabica*, utilizando 16 marcadores SSR. Cada barra individual representa a un individuo. Las barras de diferentes colores representan diferentes grupos genéticos. La mezcla de colores en la barra representa la recombinación de material genético.



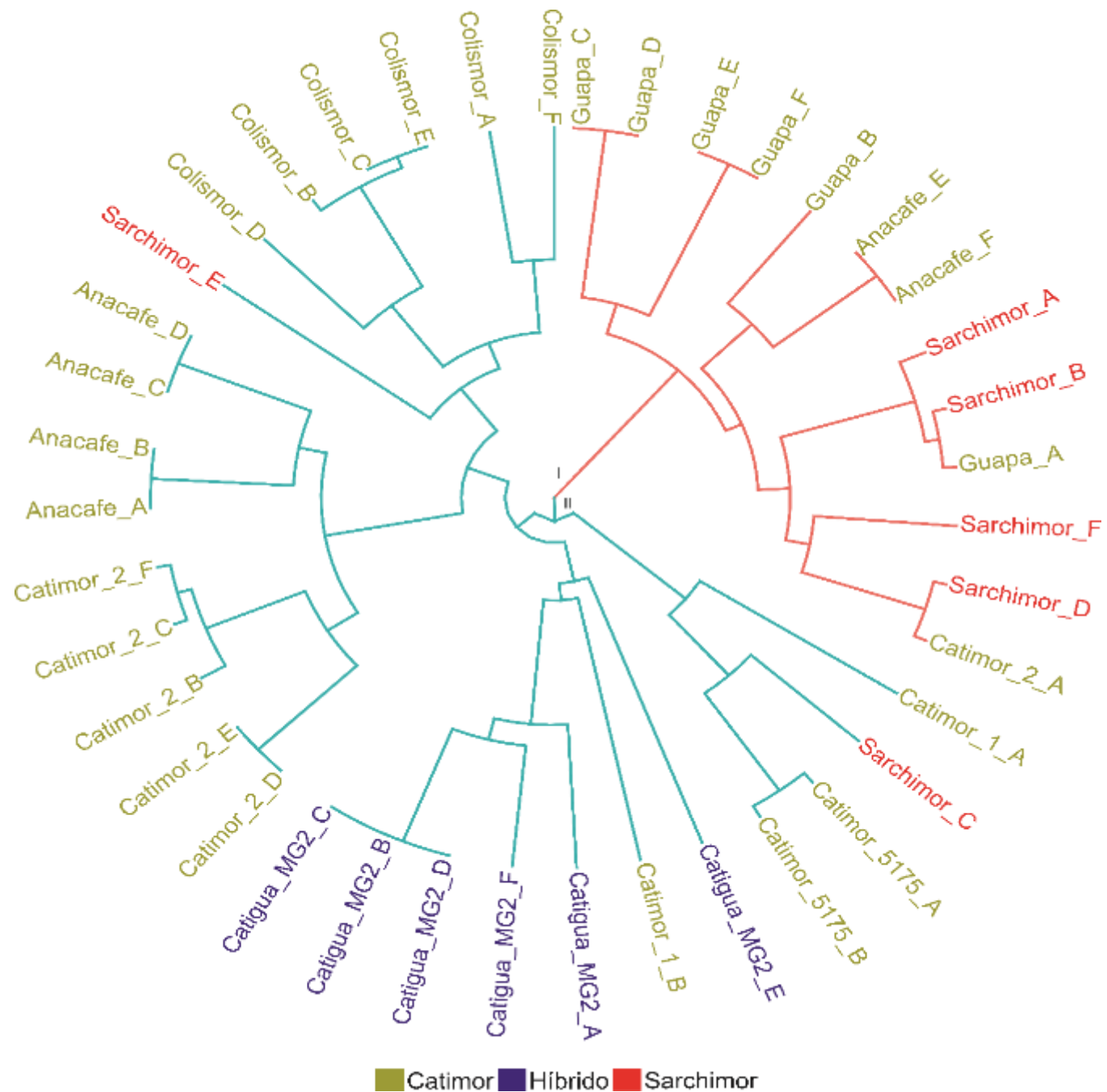
**Diversidad genética de los genótipos
de Honduras, empleando 16 marcas SSR**



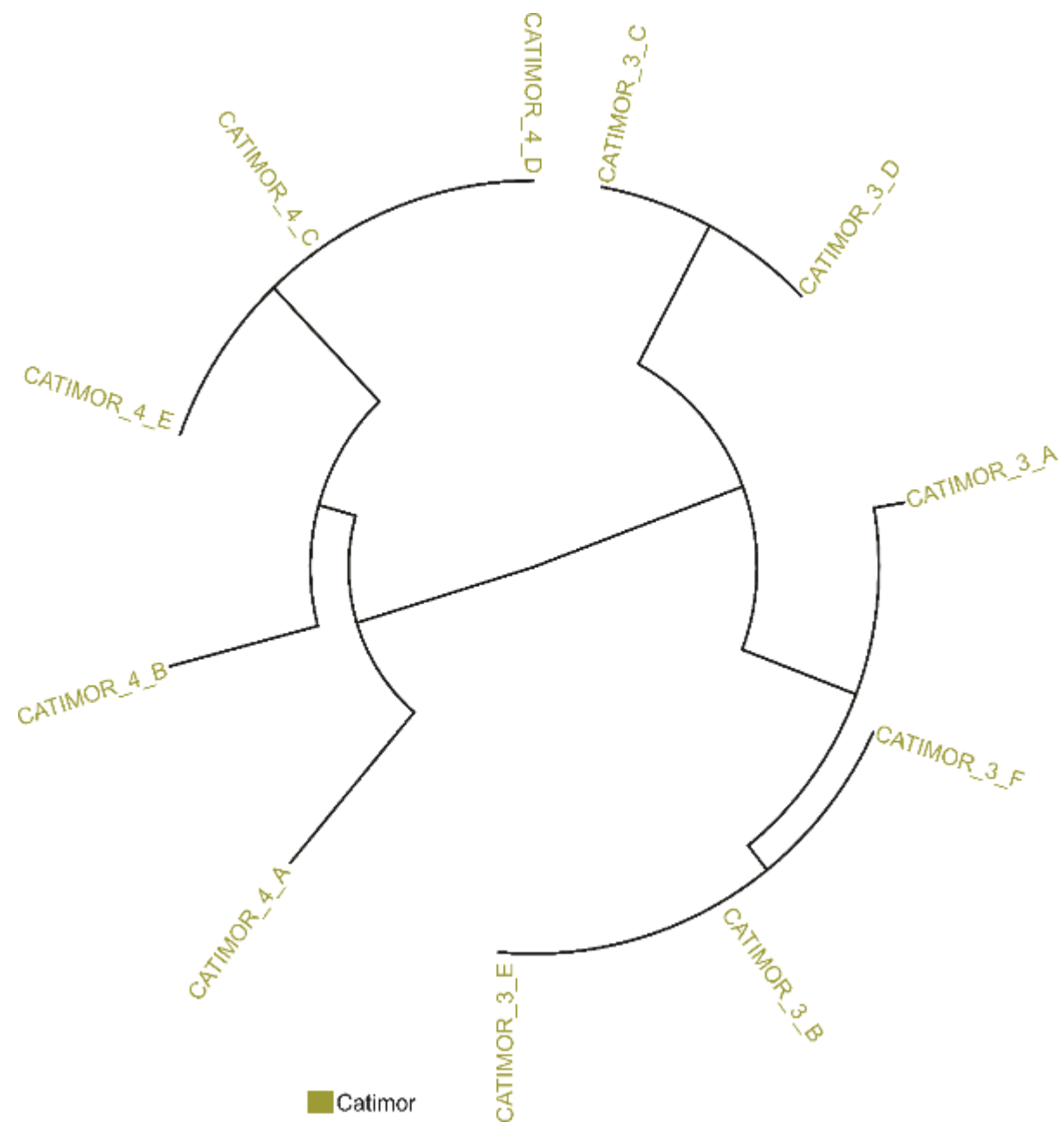
Diversidad genética de los
genótipos de El Salvador,
empleando 16 marcas SSR



Diversidad genética de los
genótipos de Guatemala, empleando
16 marcas SSR

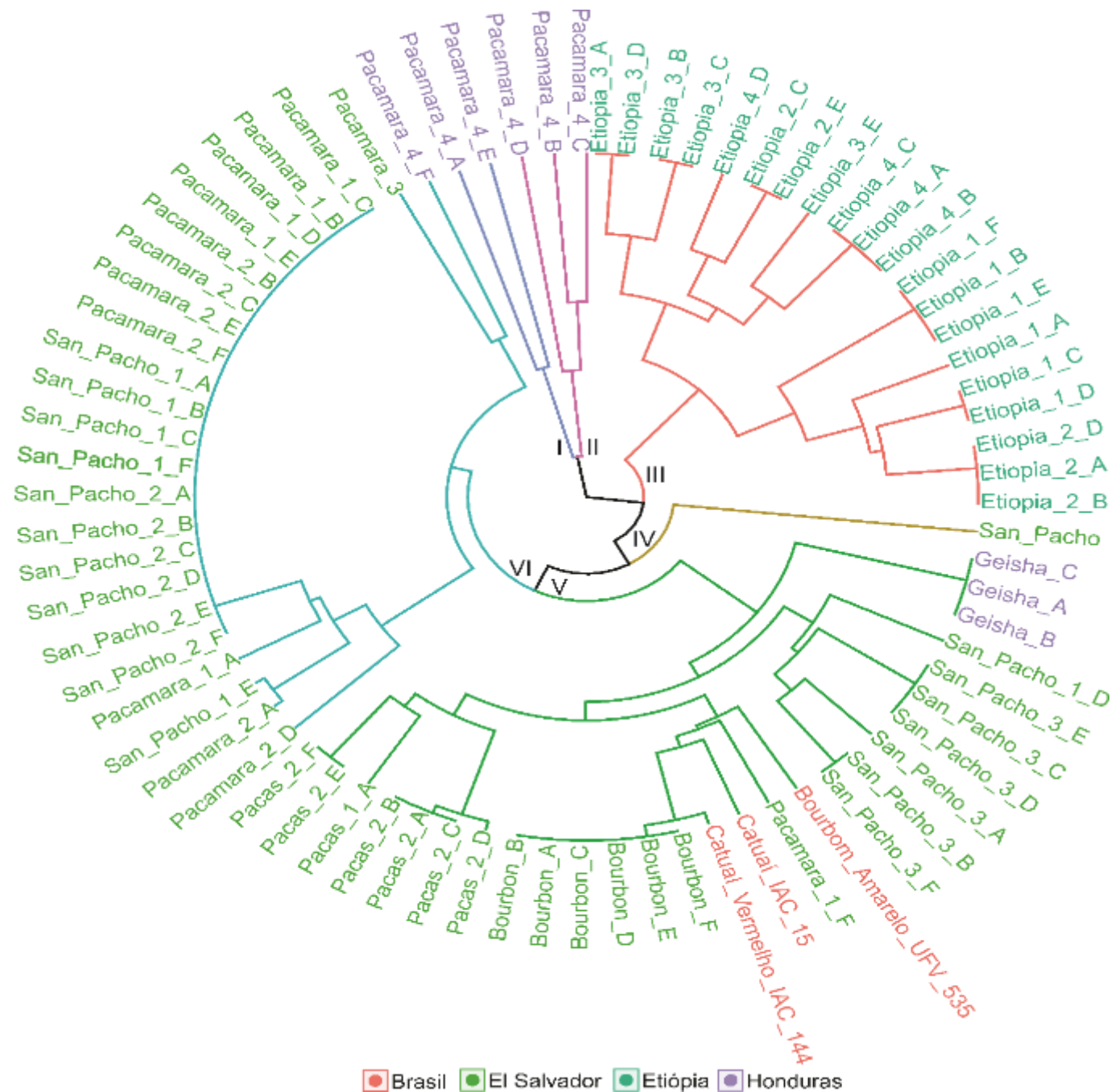




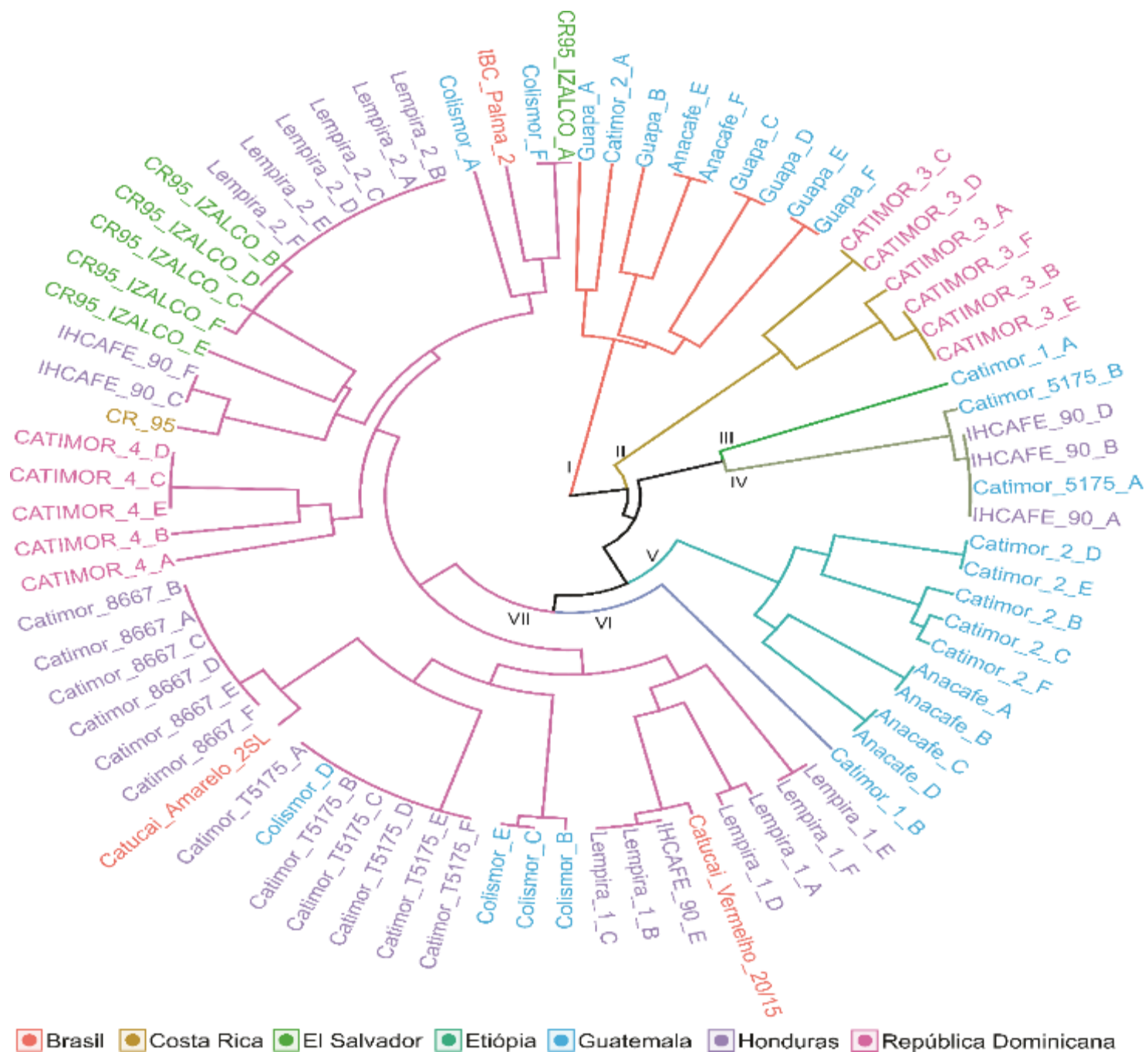


Diversidad genética de los genótipos de Republica Dominicana, empleando 16 marcas SSR

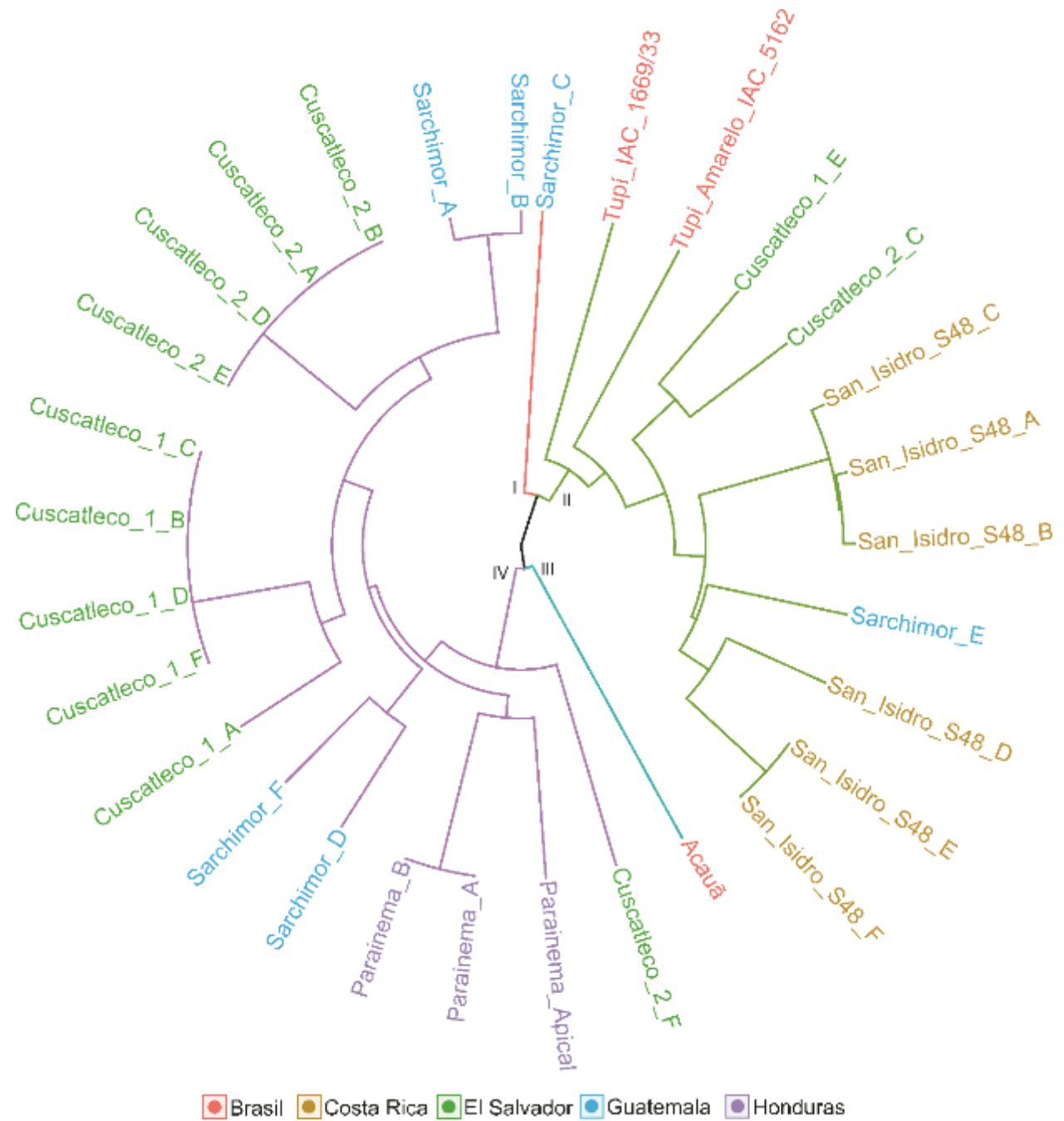
Diversidad genética del grupo Bourbom -Typica de Brasil, El Salvador, Etiópia y Honduras, empleando 16 marcas moleculares SSR.

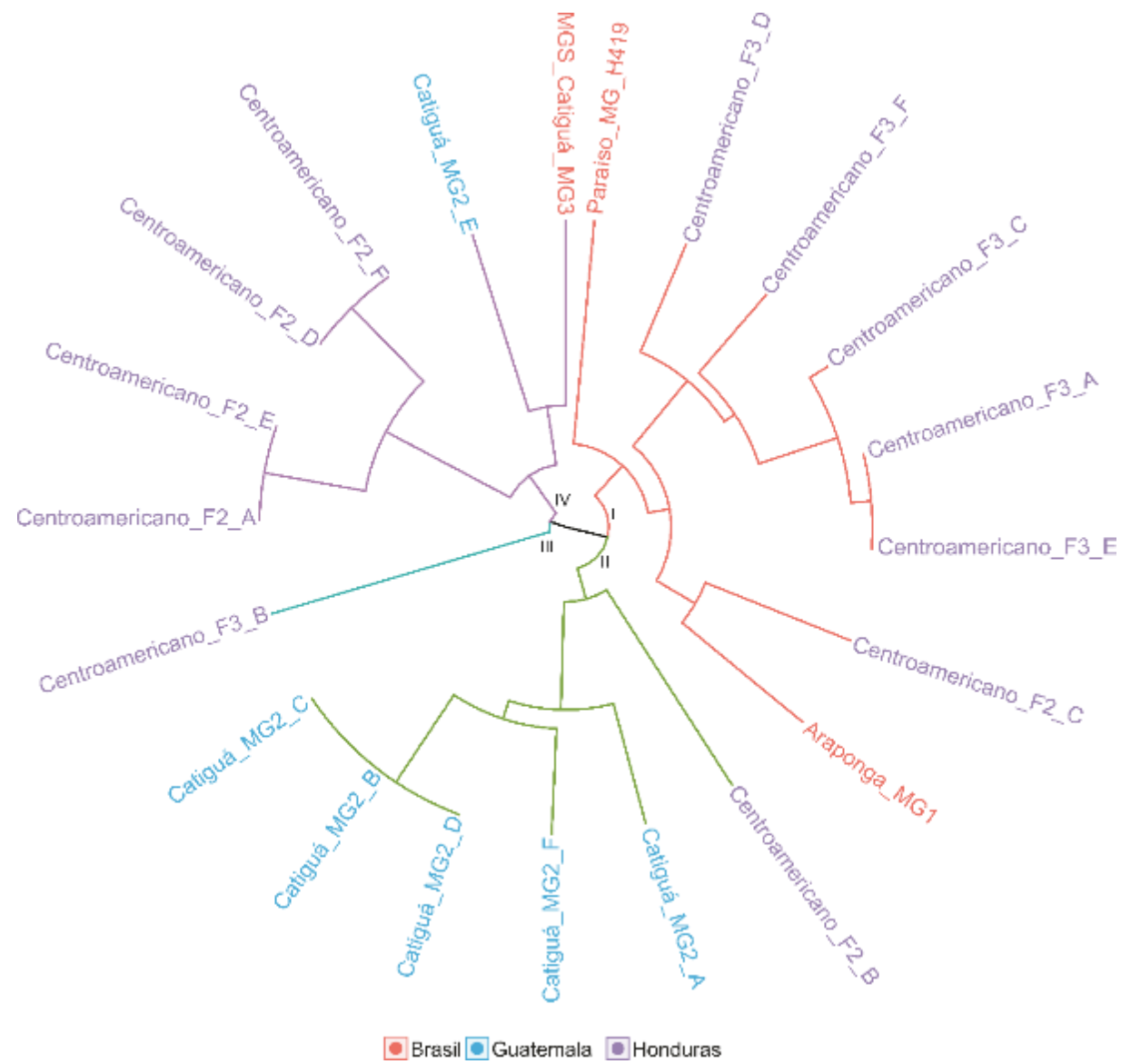


**Diversidad genética del grupo Bourbon -
Typica de Brasil, Costa Rica, El Salvador, Etiópia,
Guatemala, Honduras y Republica Dominicana,
empleando 16 marcas moleculares SSR.**



**Diversidad genética del
Grupo Sarchimor empleando 16
marcas moleculares SSR.**

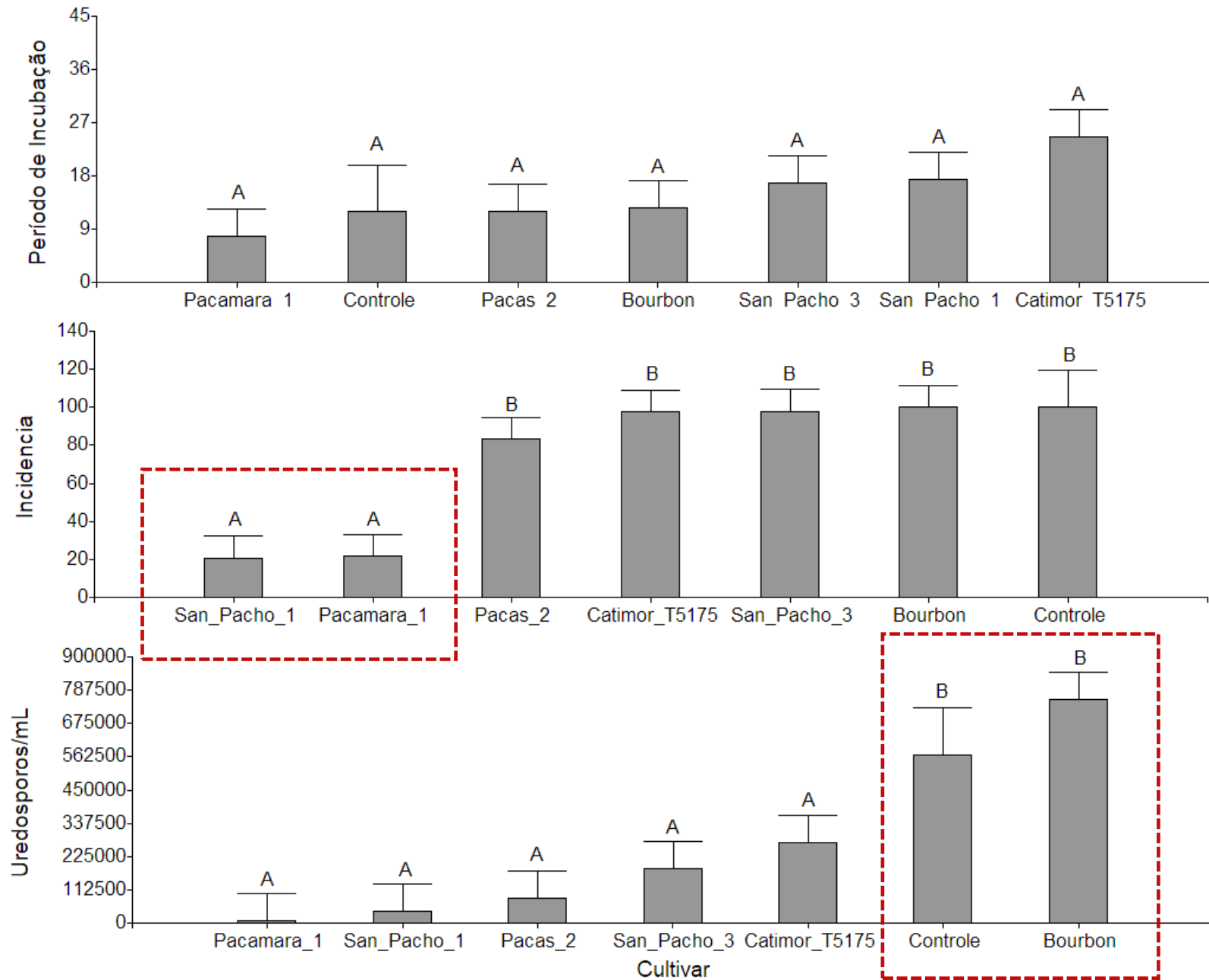




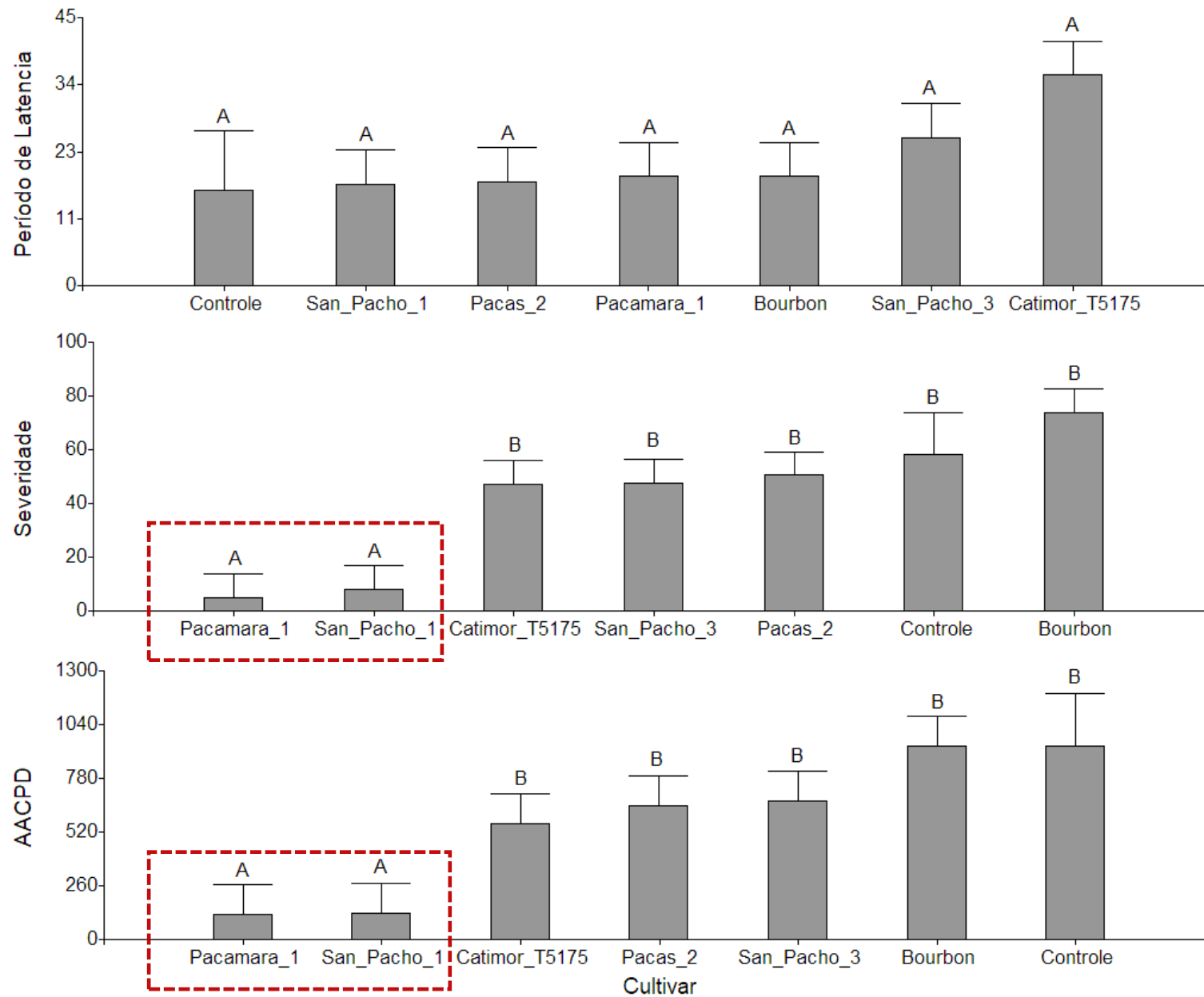
Diversidad gentica del grupo híbrido dos países empleando 16 marcas moleculares SSR.

Cultivar	Raça XXXIII V5,v7,v9	Raça II v5	Cultivar	Raça XXXIII V5,v7,v9	Raça II v5
RD Catimor_3	R	R	Gua Catimor_1	R	R
RD Catimor_4	S	R	Gua Catimor_2	R	R
CR CR_95	R	R	Gua Catigua_MG2	R	R
CR San Isidro_S48	R	R	Gua Catimor_5175	R	R
Hon Catimor_8667	R	R	Gua Anacafe	R	R
Hon Lempira_1	R	R	El Sal Pacamara_1	S	S
Hon Lempira_2	S	R	El Sal Pacamara_2	R	R
Hon Parainema_Apical	R	R	El Sal Pacamara_3	R	R
Hon IHCAFE_90	R	R	El Sal Cuscatleco_1	R	R
Hon Parainema	R	R	El Sal Cuscatleco_2	R	R

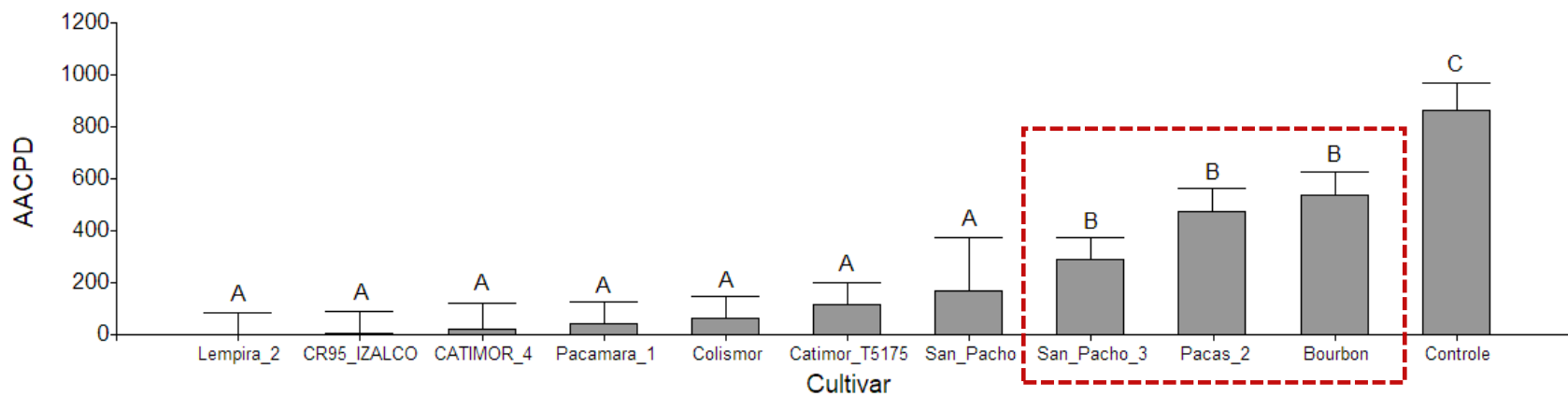
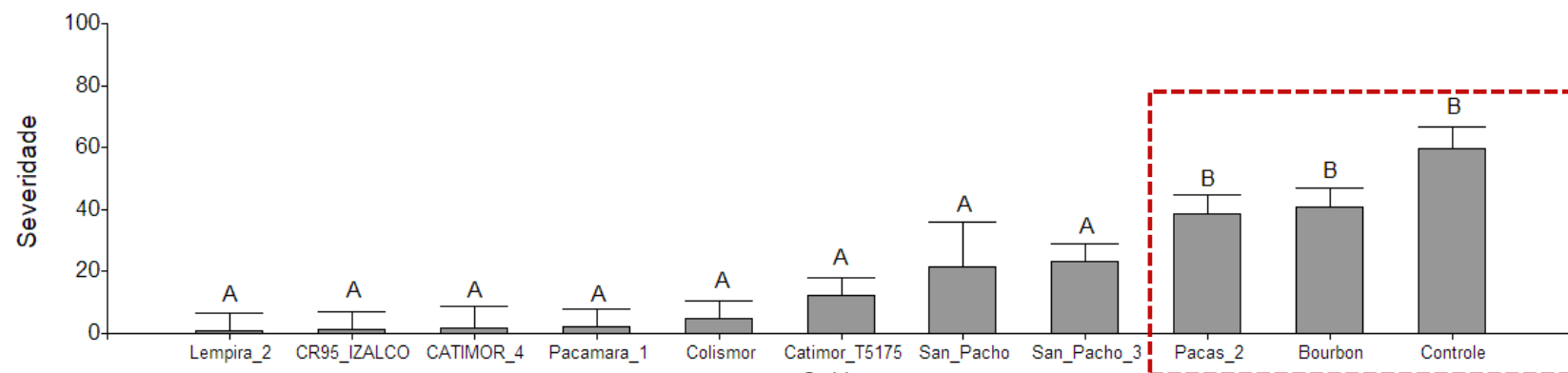
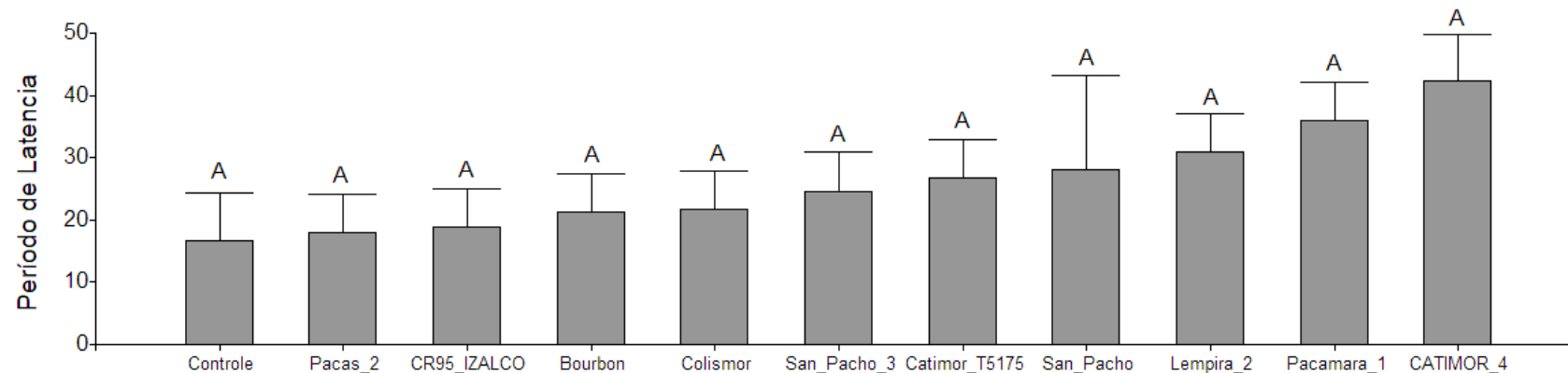
Cultivar	Raça XXXIII	Raça II	Cultivar	Raça XXXIII	Raça II
Hon Parainema	R	R	El Sal Cuscatleco_2	R	R
Hon Pacamara_4	R	R	El Sal Pacas_1	R	R
Hon Centroamericano_F3	R	R	El Sal Pacas_2	S	S
Hon Centroamericano_F2	R	R	El Sal San_Pacho	S	R
Hon Geisha	R	R	El Sal San_Pacho_1	R	S
Hon Catimor_T5175	S	S	El Sal San_Pacho_2	R	R
Gua Sarchimor	R	R	El Sal San_Pacho_3	S	S
Gua Guapa	R	R	El Sal CR95_Izalco	S	R
Gua Colismor	S	R	Bourbon	S	S



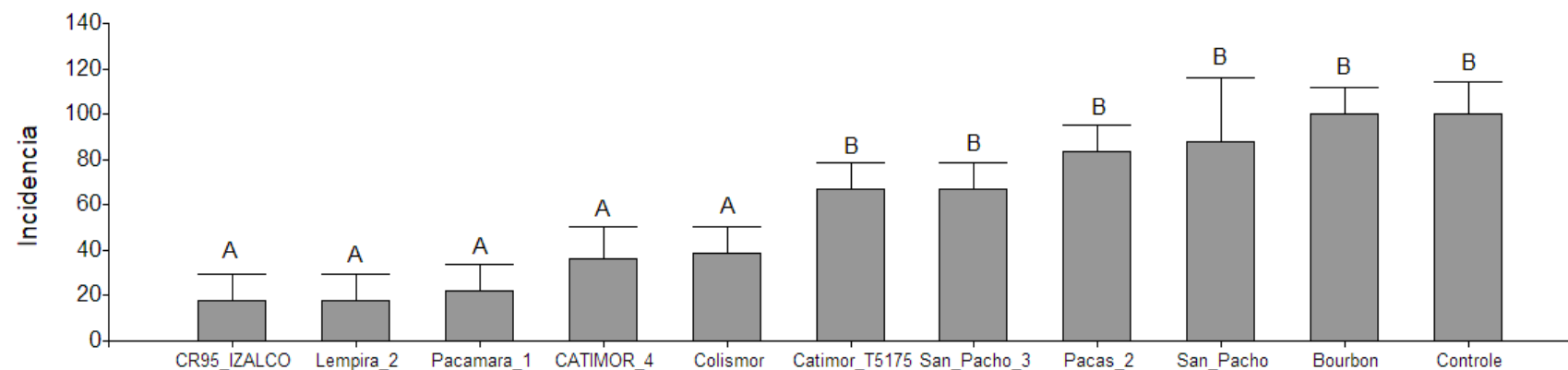
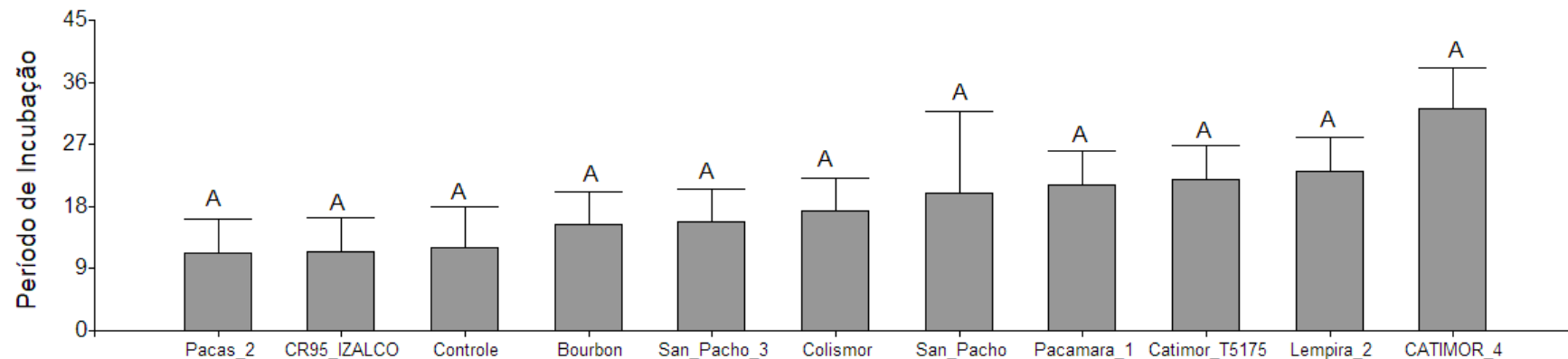
RAZA II



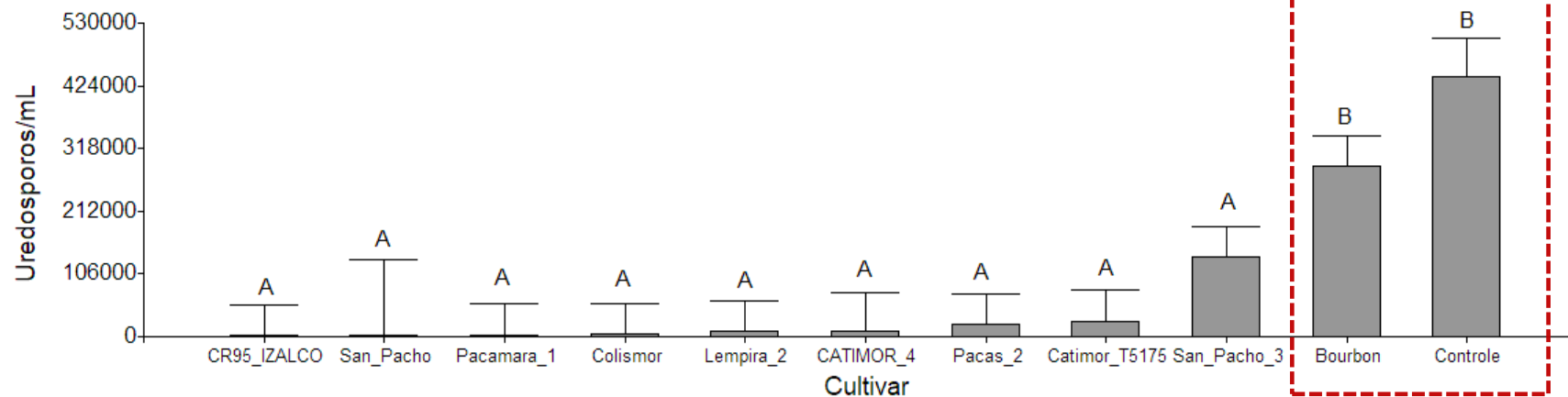
RAZA II



RAZA XXXIII



RAZA XXXIII



Variedades de América Central, genótipo y país

Loco (Aa) SH3 Loco (Ee) CBD

Loco asociado a genes de resistencia del café a roya SH3 (Loco A), QTL para resistencia de las razas I, II e patótipo 001 (Loco B e C), NB-ARC e LRR (Loco D), y para el gen Ck1 que confiere resistencia 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

Variedades de América Central, genotipo y país

Loco (Ae) SH3 Loco (Ee) CBD

Loco asociado a genes de resistencia del café a roya SH3 (Loco A)
QTL para resistência a las razas I, II e patótipo 001 (Loco B e C) NB-ARC e LRR (Loco D)
Para el gen Ck1 que confiere resistencia a CDB (Loco E).

Variedad	Genotipo	País
Colismor A4	Aa BB cc D- Ee	Guatemala
Colismor B4	Aa Bb cc dd Ee	Guatemala
Colismor C4	Aa Bb cc dd Ee	Guatemala
IHCAFE 90 E3	Aa BB cc dd ee	Honduras CBD (-)
IHCAFE 90 F3	Aa BB C- dd Ee	Honduras
SAN IZIDRO S 482	Aa BB cc D- Ee	Honduras

Variedad ANACAFE 14 Guatemala, genótipo e país

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

Loco asociado a genes de resistência del cafe a la roya SH3 (Loco A), QTL para resistência a las razas I, II y patótipo 001 (Loco B e C), NB-ARC e LRR (Loco D), y para el gene Ck1 que confiere resistência a CBD (Loco E).

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

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

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

GENOTIPO						
Resistencia	Loco	Gene	Marcador	Tipo	Distancia (cM)	Marcación
<i>H. vastatrix</i>	A	SH3	SAT 244	SSR	0	Codominante RR Rr
<i>H. vastatrix</i>	A	SH3	BA – 124 -12K-1	SCAR	0	Dominante R- Marca solamente o R dominante
<i>H. vastatrix</i>	B	Gene QTL –GL2	CaRHv8	SCAR	3	Dominante R-
<i>H. vastatrix</i>	B	Gene QTL –GL2	SSR 016	SSR	3,7	Codominante RR Rr Marca o R dominante y r recesivo (mejor).
<i>H. vastatrix</i>	C	Gene QTL –GL5	CaRHv9	SCAR	2,3	Dominante R-
<i>H. vastatrix</i>	D	NB-ARC e LRR	CARF 005	Específico	-	Dominante R-
<i>C. kahawae</i>	E	Ck -1	SAT 235	SSR	0	Codominante RR Rr
<i>C. kahawae</i>	E	Ck -1	SAT 207	SSR	17,2	Codominante RR Rr

Conclusiones

1. De 36 cultivares de Centro América estudiados para la resistencia a la roya, 30 fueron resistentes a la raza II y la raza XXXIII.
2. En el genotipado los cafés presentaron alta variabilidad y poseen alelos que confieren resistencia a la roya complementando resultados de la fenotipado.
3. Diferentes combinaciones de los alelos de resistencia son encontrados cuando se analizan los cuatro locos asociados a la resistencia de la roya. Genotipos fueron obtenidos conteniendo alelos de la resistencia en todos los locos hasta genótipos sin algún alelo de resistencia.
4. Con base en el marcador molecular para el gene Ck -1, la mayoría de los cafés estudiados (63,25%) tiene el alelo para la resistencia a CBD.
5. Genes piramidados de diferentes alelos para la resistencia a la roya y CBD hay presentes entre los cultivares de Centro América.

Conclusiones



6. Del total de 175 plantas de café evaluadas en 18 genótipos (10,34%) presentaron el alelo de resistencia para el gen SH3 (loco A), siendo todos en homocigosis.

7. Del total de 147 plantas de café evaluadas presentaron el alelo de resistencia en por lo menos uno de los locos que confieren resistencia a las razas I, II, o patotipo 001 de *H. vastatrix*.

8. Para el gene RGA clonado, se observó la presencia del alelo de resistencia en 62,86% de los genótipos (D-) para resistencia a roya.

9. Los resultados presentaron que el 63% de los genótipos tiene el alelo de resistencia a *Colletotrichum kahawae* (CBD).

Conclusiones



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

Muchas gracias

laerciozambolim@gmail.com

Prof. Dr. Laércio Zambolim, PhD
Bioagro - Biocafé