



Mejoramiento genético convencional del café aplicado a la  
productividad y calidad  
Curso Caficultura, IHCAFE-PROMECAFE,  
Honduras, Oct-Nov. 2018  
Francisco Anzueto, Coordinador Investigación WCR-C.A.

# FACTORES QUE INFLUENCIAN LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD



CLIMA

VARIEDAD



AGRONOMÍA

COSECHA

POSCOSECHA  
/ PROCESOS

TUESTE /  
MÉTODOS TAZA

# CLIMA

## LLUVIA Y DISTRIBUCIÓN



## LATITUD

## ALTITUD~Temperatura



## Densidad del grano

### “Densidad aparente” gramos / litro

Altitud	Bourbón	Caturra
> 1,463 m	732	728
1,220 – 1,463 m	714	721
< 1,220 m	708	718

- Uno de los principales factores de la calidad de bebida es la densidad del grano.
- A mayor altitud, mayor densidad del grano.

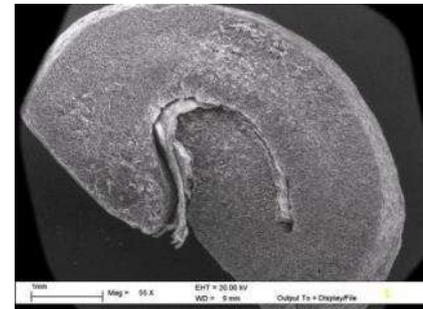
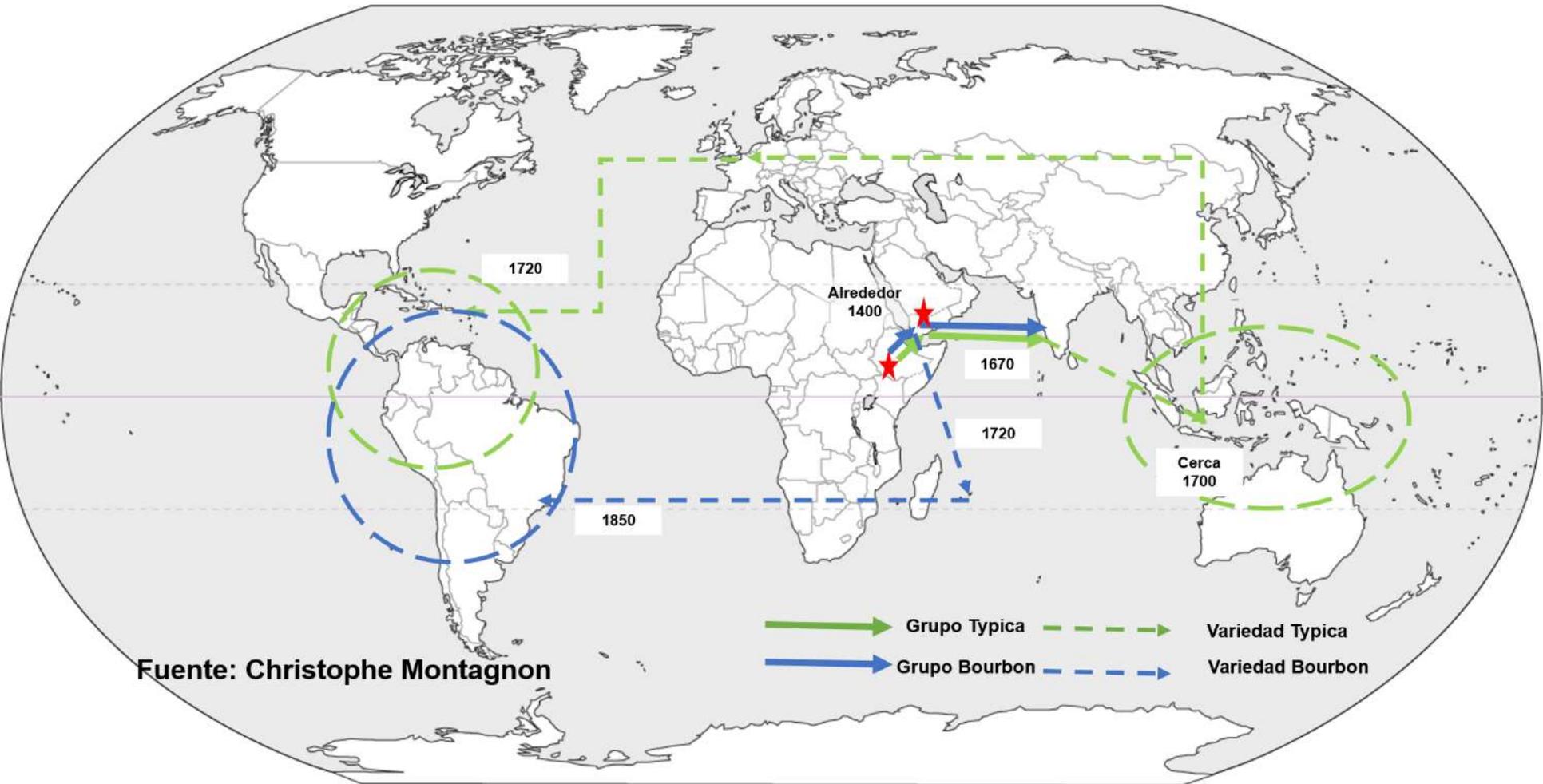


Foto: Illycaffe

Datos: Figueroa, P. 1997

# *Coffea arabica* rumbo a las Américas...



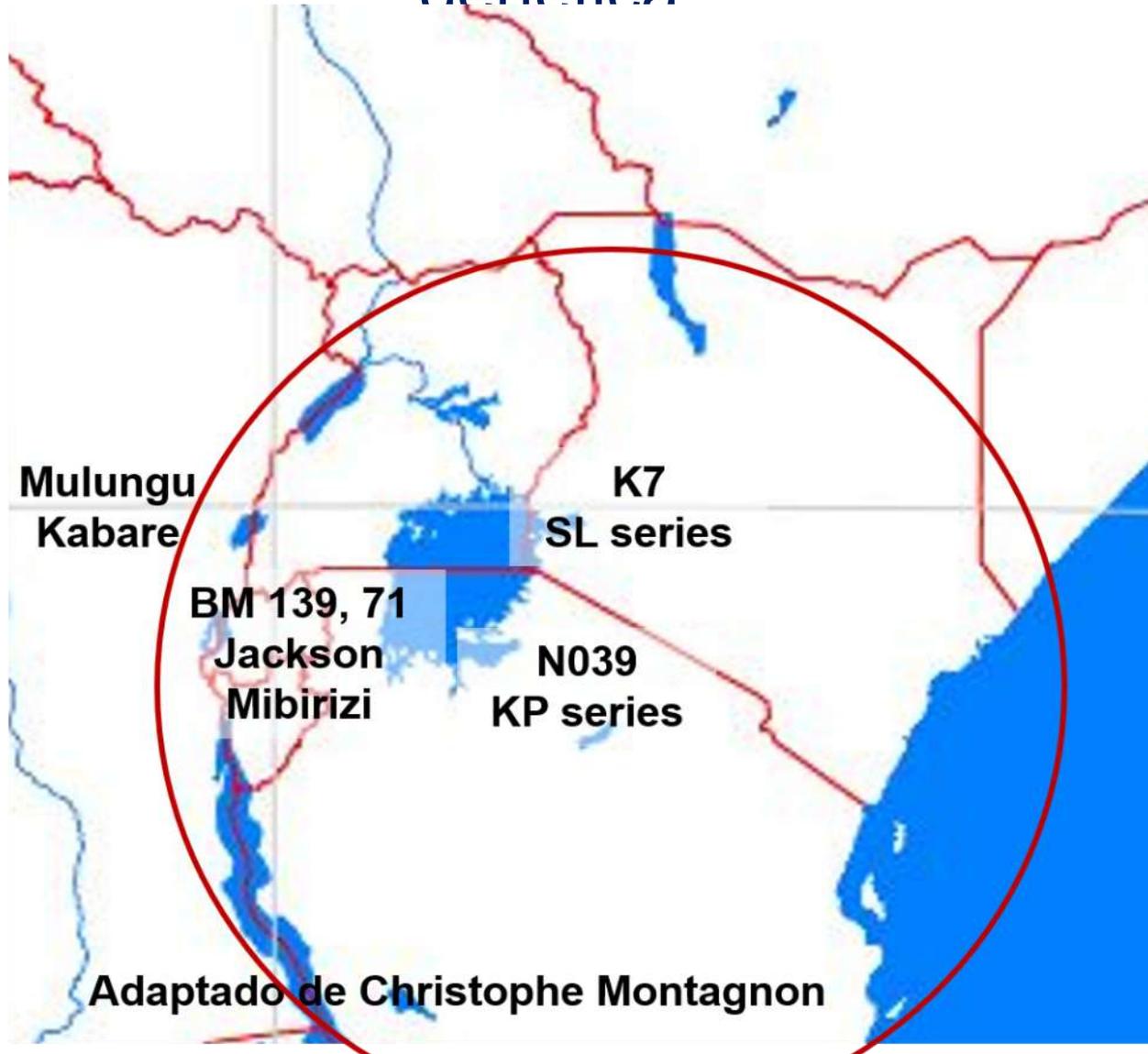
# *Coffea arabica* y África del Este, tan cerca y tan lejos...

- Mientras que el café ya se había cultivado durante casi dos siglos en Asia y las Américas...
- el café aún no había entrado al África del Este... (excluyendo Etiopía)



## África del Este.

Desarrollo varietal más tardío que en Latinoamérica, pero con una mayor variabilidad genética



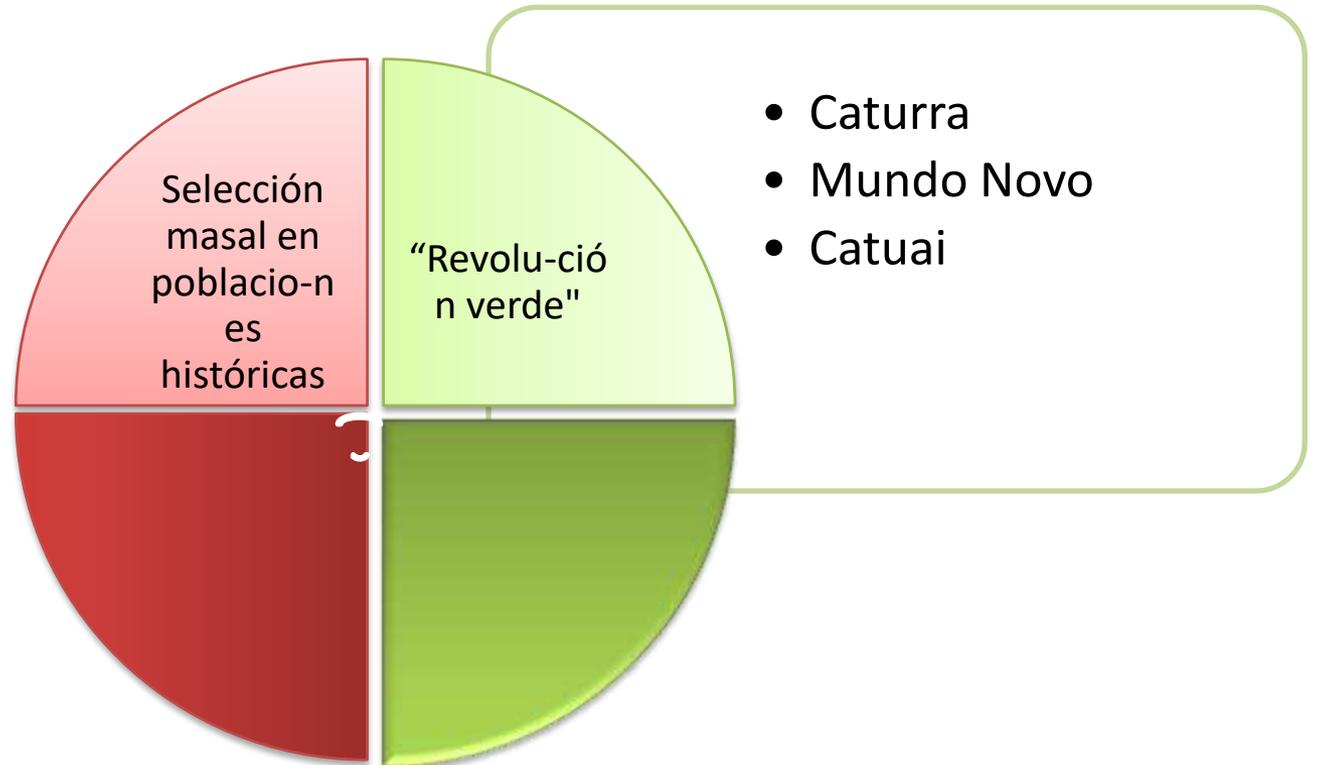
# DESARROLLO VARIETAL EN ARÁBICA

- Bourbon and Typica in L. América  
*Blue Mountain* = *Typica* in Jamaica;
- Kent and S288 in India;
- SL28 in Kenya
- Java in Cameroon;
- N39 in Tanzania;
- Geisha (East Africa)



(B. Bertrand)

# DESARROLLO VARIETAL EN ARÁBICA



(B. Bertrand)

# Selección genealógica

Generación

Padres

1ª F1

2ª F2

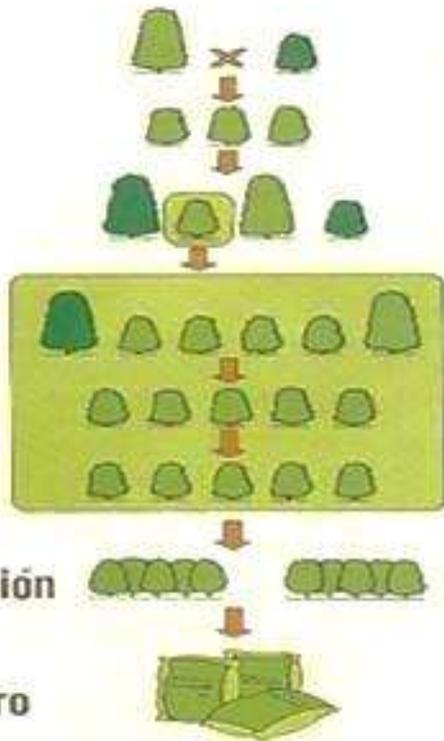
3ª F3

4ª F4

5ª F5

Propagación

Suministro



Característica	Generación de autofecundación				
	F1	F2	F3	F4	F5
Vigor	X	X	X	X	X
Porte de la planta	X	X	X		
Similitud con la var. Caturra (Fenotipo)	X	X	X	X	X
Defectos de las semillas	X	X	X	X	X
Producción		X	X	X	X
Adaptación			X	X	X
Calidad en taza				X	X
Resistencia a la roya		X	X	X	X
Resistencia al CBD*				X	X

\* CBD = Enfermedad de las cerezas del café.

Esquema CENICAFE / FNC – Vars. Colombia & Castillo  
Caturra amarillo x HdT CIFIC 1343

# Grupos derivados del Híbrido de Timor (HdT)

**Caturra x HdT**  
**CIFC 832/1**

**Villa Sarchí x HdT**  
**CIFC 832/2**

**Caturra A. x HdT**  
**CIFC 1343**

**Catuaí x HdTs**



## Catimores

- CR-95
- Lempira
- Oro Azteca
- Catisic
- T-5175
- IHCAFE-90
- ANACAFE-14

## Sarchimores

- Parainema
- Cuscatleco
- Obatá
- Marsellesa
- Tupí
- IAPAR-59
- T-5296

Colombia  
Castillo R

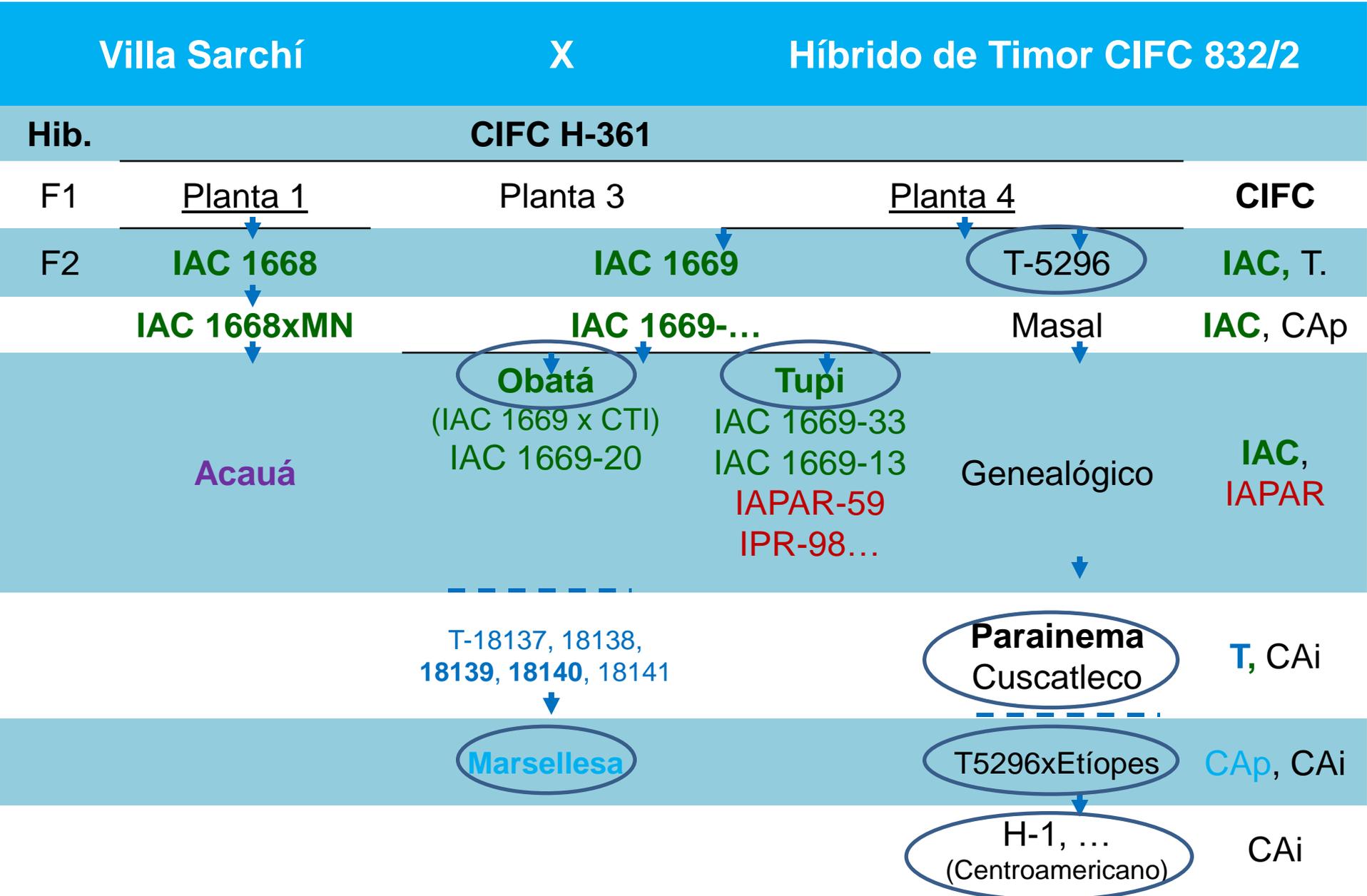
## Cavimores

- (Brasil)
- Catiguá
  - Paraiso
  - Pau-Brasil
  - Otros

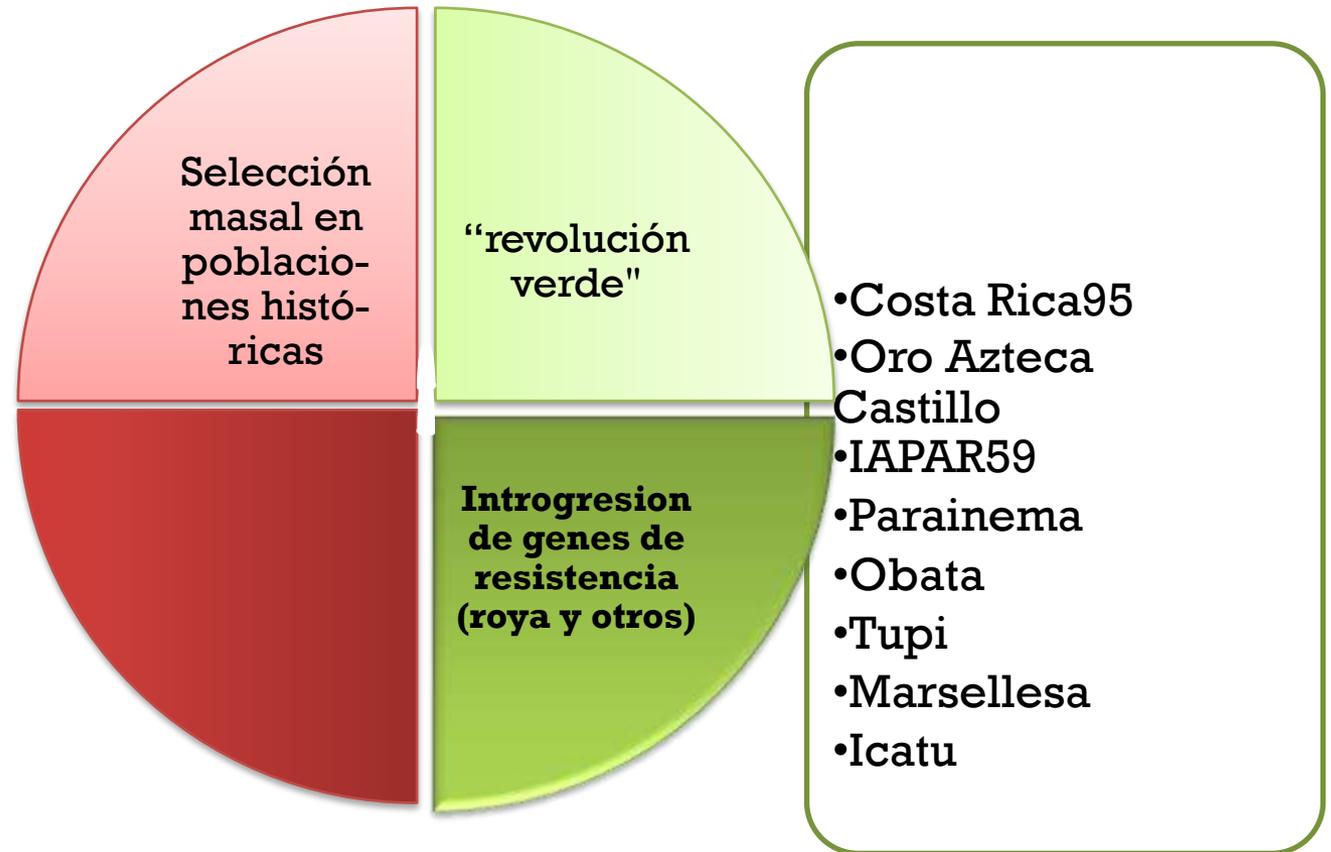
# CATIMORES

Caturra				X	Híbrido de Timor CIFC 832/1		
<b>Hib.</b>				<b>HW-26</b>			
F1	<u>Planta 13</u>				<u>Planta 5</u>		CIFC
F2	P.I. 361030				<u>Planta 3</u>		CIFC
F3	↓	T-5269	T-5175	T.	<u>Planta 58</u>	<u>Planta 45</u>	UFV, Br.
F4	6-28	Masal	Masal	Ni.Gu.CR	<u>Planta 150</u>	<u>Planta 43</u>	UFV, Br.
F...	Catrenic	↓	Genealógica	Ni. Hon.	T-8667	T-8659 al T-8664	T. Catie
		↓			T-8667 (1-1) T-8667 (2-1) T-8667 (1-2) T-8667 (1-4) T-8667 (3-2)		
			IHCAFE-90	Hon.			
			Pacamara x T-5175 = Anacafé14	Gu.	Costa Rica95 Lempira	Oro Azteca Catisic	

# SARCHIMORES



# DESARROLLO VARIETAL EN ARÁBICA



Rol esencial del CIFC (Portugal)

(B. Bertrand)

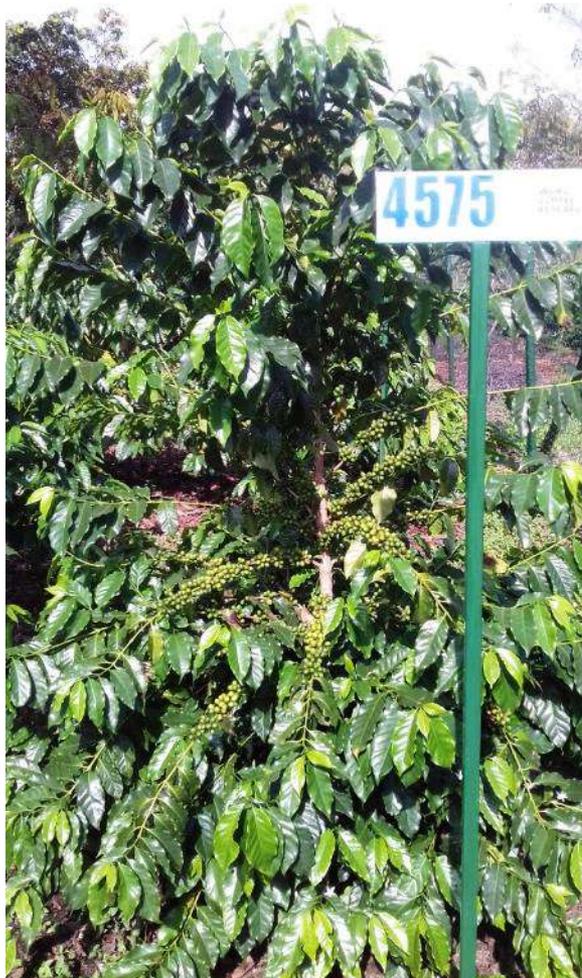
# Híbridos F1: Incorporar vigor y calidad por hibridación



CAFE  
COLECCION DE ETIOPIA  
(FAO)

# Mejoramiento Genético

## Core Collection



### WCR-CIRAD análisis genético

Secuenciando SPNs de 947 accesiones, la mayoría de la colección de CATIE.

- **100 accesiones seleccionadas** que pueden representar 90% de la diversidad genética de la colección del CATIE.
- **3 parcelas Core Collection** establecidas en campo (Alsacia y CATIE, CR, Flor Amarilla, ES, ahora en proceso de colecta de datos.
- **Opciones para seleccionar padres:**
  - escoger padres al azar
  - ✓ usar la distancia genética e ideotipos para seleccionar los padres.



# Antecedentes Híbridos Promecafé

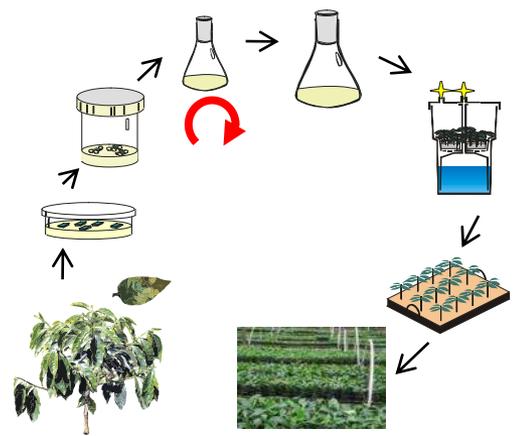
Años 90's los institutos CIRAD y ORSTOM de Francia proponen a PROMECAFÉ un programa de **mejoramiento orientado a ampliar la base genética** de los “Arábicas” cultivados:

- Progenitores:
  - Variedades “domesticadas”: Sarchimor, Catimor, Caturra.
  - “Arábicas silvestres” colectados en Etiopia en 1964 por FAO, y 1966 por ORSTOM-IFCC, y Rume Sudan también silvestre.
- Interés en aprovechar el vigor híbrido o heterosis al cruzar padres genéticamente distantes.
- Posibilidad de combinar la resistencia completa de los derivados del Híbrido de Timor y la resistencia de algunos “Arábicas” (parcial a roya y CBD), y resistencia a especies de *Meloidogyne*.
- Expectativa de obtener materiales con excelentes características de taza.
- Necesidad de contar con un método de multiplicación vegetativa (cultivo de tejidos) para estas variedades híbridas, socio estratégico el CATIE.

# Híbridos F1: Búsqueda de vigor usando Arábicas silvestres



## Micropropagación por embriogénesis somática



(B. Bertrand, H. Etienne)

**Cuadro 1: Lista de clones testados en la red de PROMECAFE**

	Clon	#Clon	Madre	Padre	Brotos(madre)	#BB
	C1_L02A11	1	T05296	ET06	bronce claro	8
	C1_L02A30	2	Caturra9	ET15	verde	2
	C1_L03A07	3	Caturra	E416	verde	7
	C1_L03A15	4	Caturra	E416	verde	6
	C1_L03A17	5	Caturra9	ET15	verde (B)	3
	C1_L13A12	6	T05296	ET06	verde	9
	C1_L13A22	7	Caturra	E531	verde	5
	C1_L22A08	8	CR95	ET06	bronceado	13
	LI_L04A05	9	T05296	ET25	??????????	21
	LI_L04A20	10	CR95	RS	bronceado (B)	25
Casiopea	LI_L04A34	11	Caturra7	ET41	bronceado (B)	1
	LI_L04A42	12	Catuai10	ET41	bronceado (B)	19
	LI_L05A26	13	Caturra7	E531	verde(B)	4
	LI_L05A27	14	T05296	ET35	verde(B)	22
	LI_L09A22	15	Caturra7	Anfilo	verde(B)	-
	LI_L10A23	16	T05296	ET35	verde(B)	-
	LI_L10A25	17	Catuai10	RS	verde(B)	24
	LI_L11A26	18	Caturra7	ET41	bronceado (B)	23
	LI_L12A05	19	CR95	RS	???????	11
Milenio	LI_L12A28	20	T05296	RS	?????????	18
Centroamericano	LI_L13A44	21	T05296	RS	verde	10
	LI_L14A08	22	CR95	RS	????	12

**Cuadro : Evaluación global de los clones promisorios, reunión final de los mejoradores del proyecto FONTAGRO, 31/5/05**

	Variables importantes	Producción	Preferencia	Tamaño granos	Vanos	Plagas	Fenotipo/Arq uitectura	Precocidad	Vigor / Adaptabilidad	Total	Aptitud a la multiplicación
	<i>PESO RELATIVO</i>	25	24	10	10	8	8	7	9	100	
Centroamericano	L13A44	23	21	9	10	8	6	7	8	92	2
Casiopea	L04A34	24	24	8	8	6	8	7	8	92	?
	L02A11	24	20	8	9	8	7	6	8	90	3
Milenio	L12A28	22	22	9	7	8	6	6	7	88	3
	L05A27	21	24	8	9	5	7	7	7	88	2
	L05A26	21	21	8	10	4	7	7	7	85	3
	L04A05	19	18	8	9	8	7	5	8	83	2
	L13A22	19	20	8	9	4	8	7	7	82	3
	L13A12	18	20	8	8	7	7	6	8	82	3



Ensayo CATIE, C.R., F1 atrás y Caturra adelante. Tratamiento BO + Poró, establecido en 2000 (foto 2016)

## Manejo bajo orgánico (1kg de pulpa de café por planta/año)

Cafetal con sombra regulada de poró dos veces al año ( <i>E. poeppigiana</i> )											
Variedades de Café	Años de producción										Producción promedio en 10 cosechas
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Hibrido Milenio*	107,3	109,76	34,9	55,04	71,87	43,6	64,44	46,47	65,2	29,72	62,8
Híbrido Centroamericano*	76,21	78,63	43,6	33,83	35,38	17,63	42,08	10,63	17,5	15,42	37,1
Costa Rica 95**	54,11	62,13	25,9	51,35	25,06	21,5	32,02	17,79	26,5	20,84	33,7
Caturra **	25,86	26,33	25,4	42,61	10,78	26,4	29,96	20,88	22,77	2,8	23,4

Fuente: Virgilio Filho; Astorga 2015.

Notas: \* producción sitio 3 de experimento; °Sitio3; \*\*promedio sitio 2 y 3

Ensayo Sistemas Agro-forestales, manejo y variedades de café, CATIE, C.R., Virgilio Filho y Astorga, 2015.

# Alternativas para multiplicación de híbridos (F1)

CIV embriogénesis somática  
y aclimatación



Reproducción vegetativa por  
micro-estaca (*micro-cutting*)





# Alternativas para multiplicación de híbridos (F1)



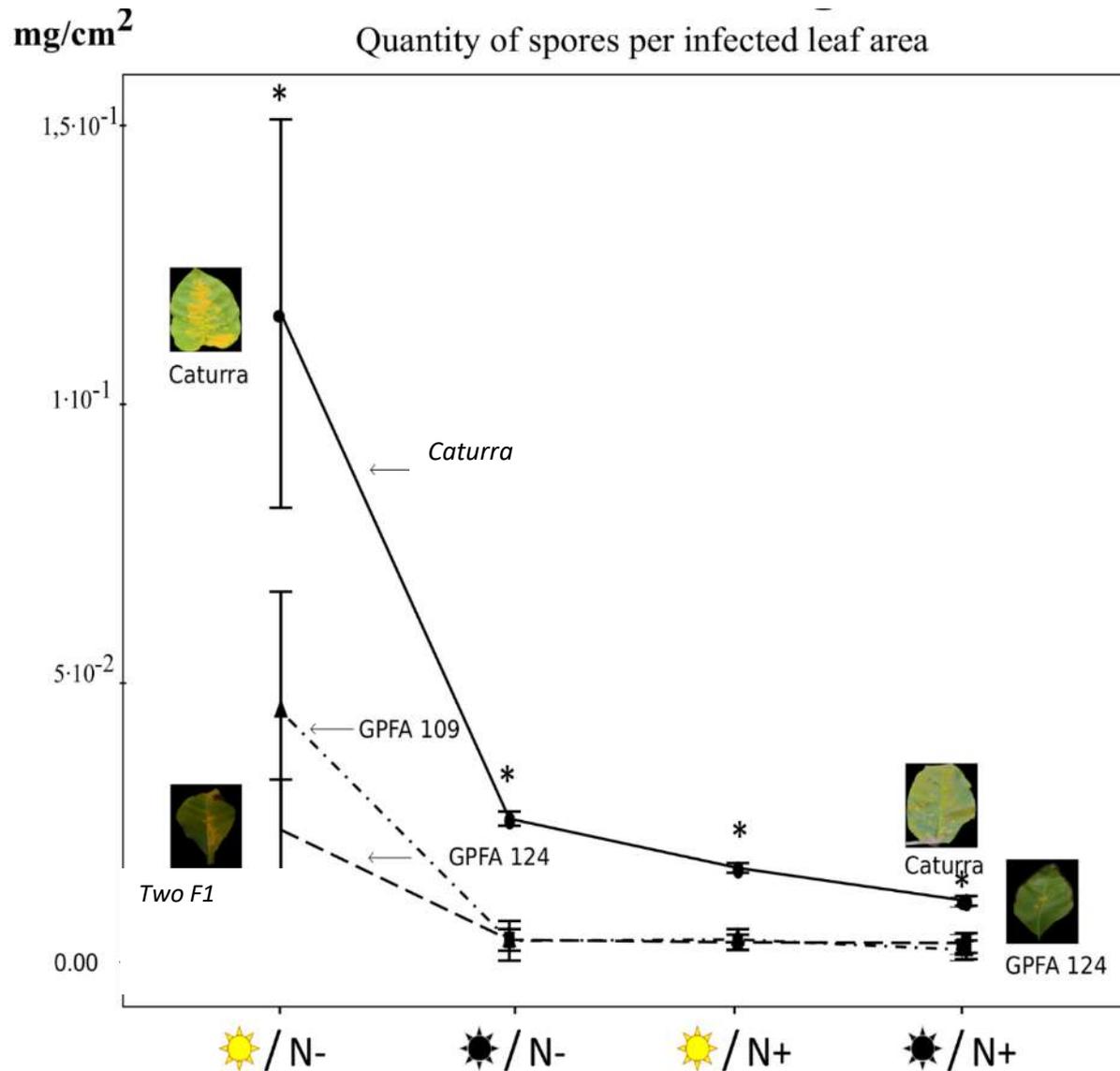
Entrega plantas del Híbrido Centroamericano a beneficiarios, agosto 2016.  
Proyecto F. Starbucks-WCR-ANACAFE, Yepocapa, Guatemala.





Híbrido Centroamericano, 19 meses de campo. Proyecto F. Starbucks-WCR-ANACAFE, Yepocapa, Guatemala.

# VIGOR HÍBRIDO Y RESPUESTA A LA ROYA

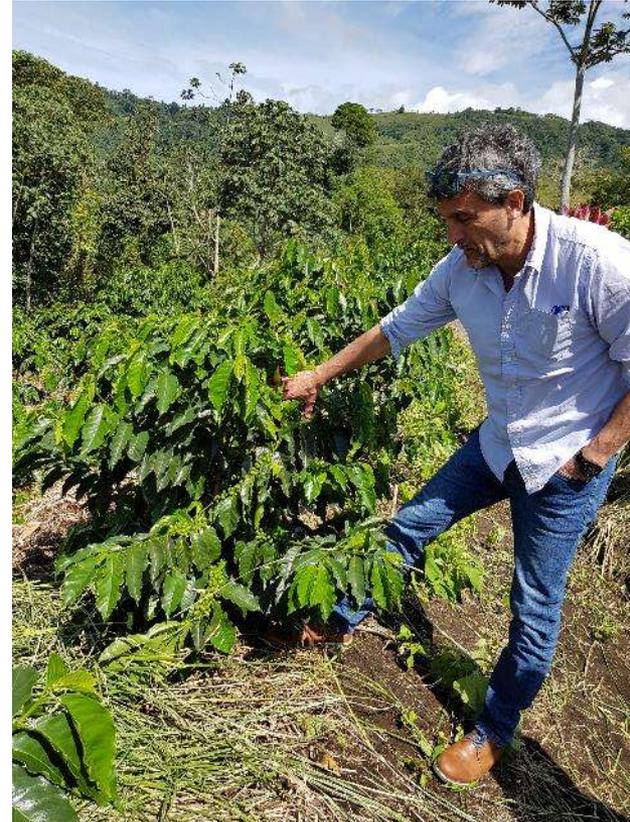


Toniutti et al, 2017

# Mejoramiento Genético

## Nuevos híbridos F1 (46)

Males		Females
T-4550	X	Obatá
T-4602		Iapar 59
T-4679		Marsellesa
T-4863		
T-4873		
T-4877		
T-16691		
T-16728		
Geisha LL		
Geisha Her		
Males		Females
T-4550	X	Geisha LL
T-4602		Geisha Her
T-4679		
T-4863		
T-4873		
T-4877		
T-16691		
T-16728		



- JHill-WCR, El Salvador (Sept. 2016)
- Aquiares, Costa Rica (abril 2017)
- Alsacia, Costa Rica (mayo 2017)

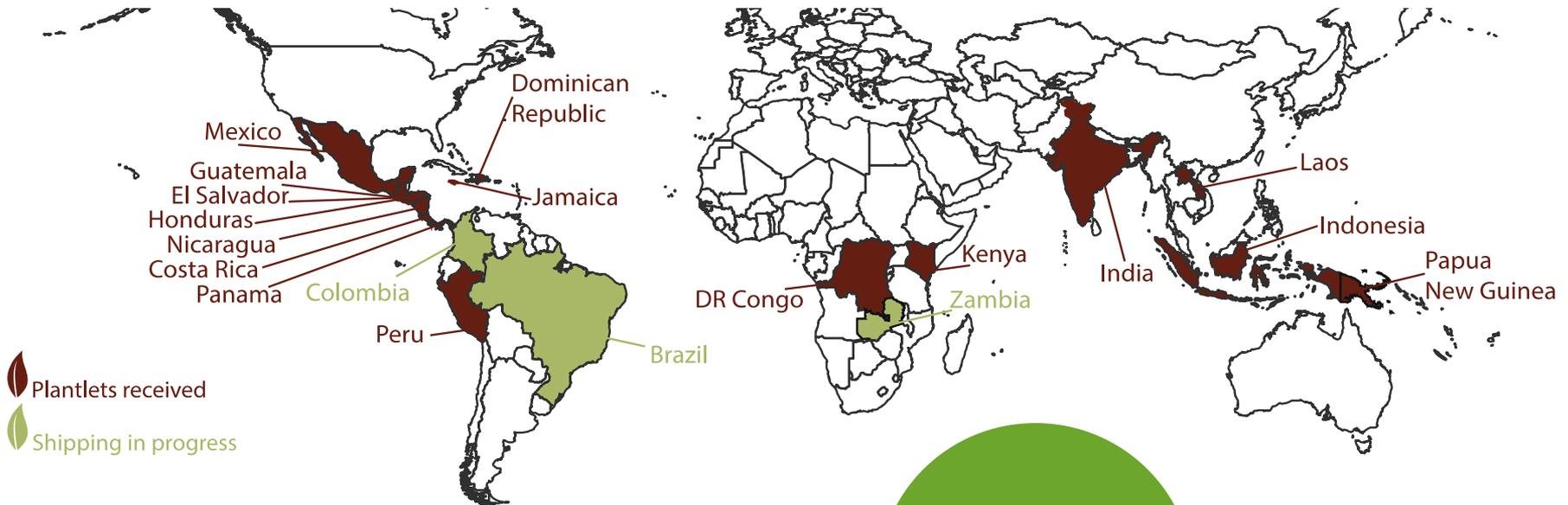
# DESARROLLO VARIETAL EN ARÁBICA

- Ruiru 11
- N39-3, KP423-1 (Tanz.)
- H1, híbridos Promecafe...
- ECOM
- NESTLÉ
- WCR



# Ensayo Multilocal de Variedades (EMLV)

El primer intercambio de semillas mundial de café que nos permitirá identificar las variedades existentes de mayor calidad y ver donde dan mejor rendimiento.



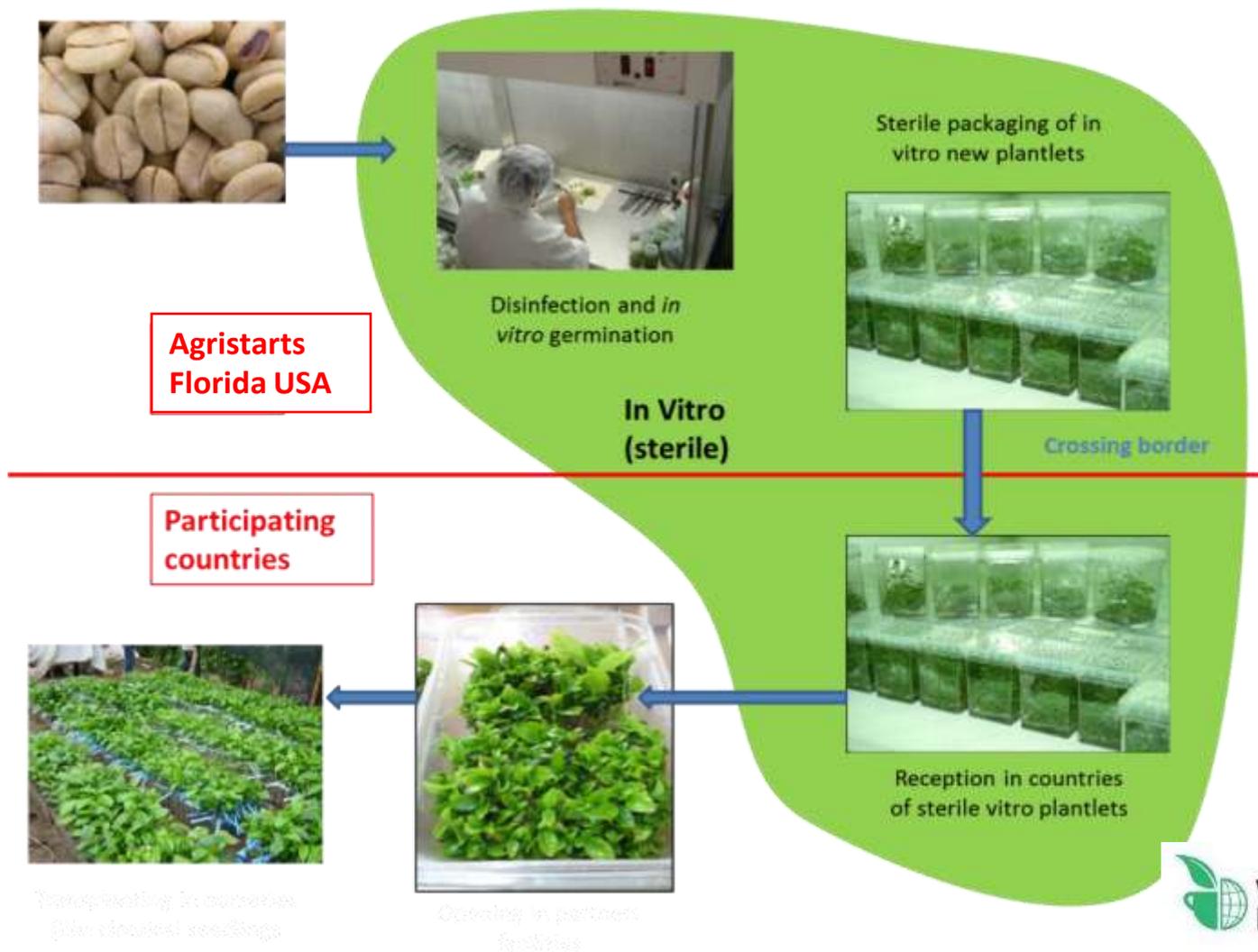
35

19  
PAÍSES: 81% café Arábica

VARIETADES • 50,000 PLANTAS

# Ensayo Multilocal de Variedades

35 variedades



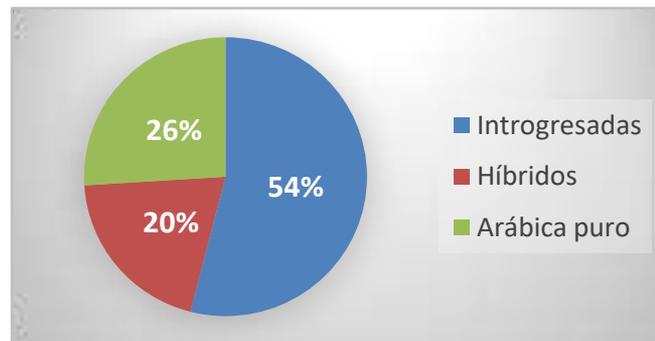
# Ensayo Multilocal de Variedades

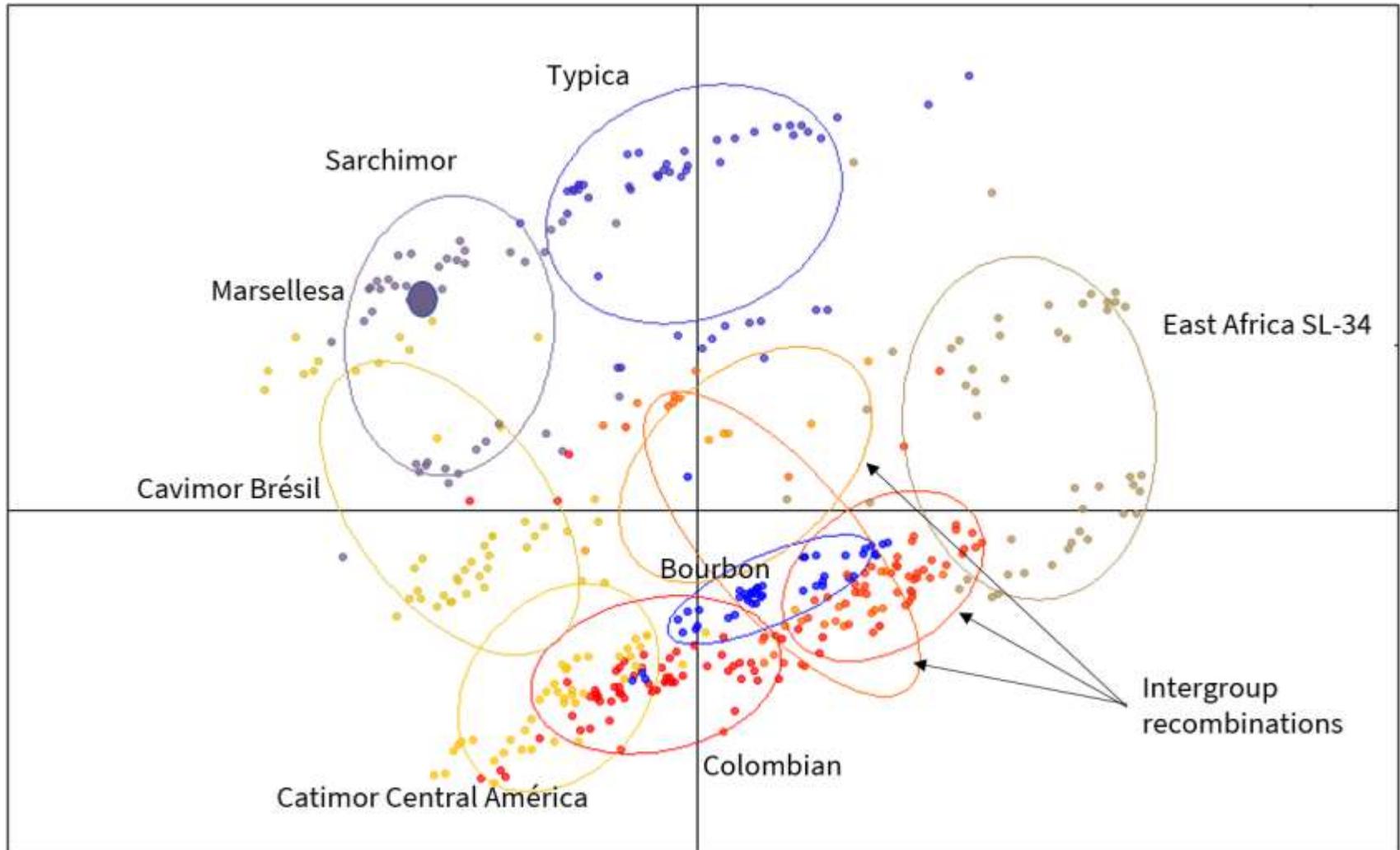
## 22 Porte Bajo

Brasil	Paraiso
Brasil	Catigua MG2
Brasil	IPR103
Brasil	Catuai V IAC144
Brasil	IPR107
Colombia	Col1
Colombia	Col2
Colombia	Col3
Colombia	Col4
Colombia	Col5
Ecom Cirad	EC16
Ecom Cirad	EC15
Ecom Cirad	Marsellesa
El Salvador	Pacamara
Honduras	Lempira
Honduras	Parainema
India	S4808
Indonesia	Kartila 1
Indonesia	Andungsari
Kenya	Ruiru 11
Mexico	Oro Azteca
Promecafe	Centroamericano (F1)

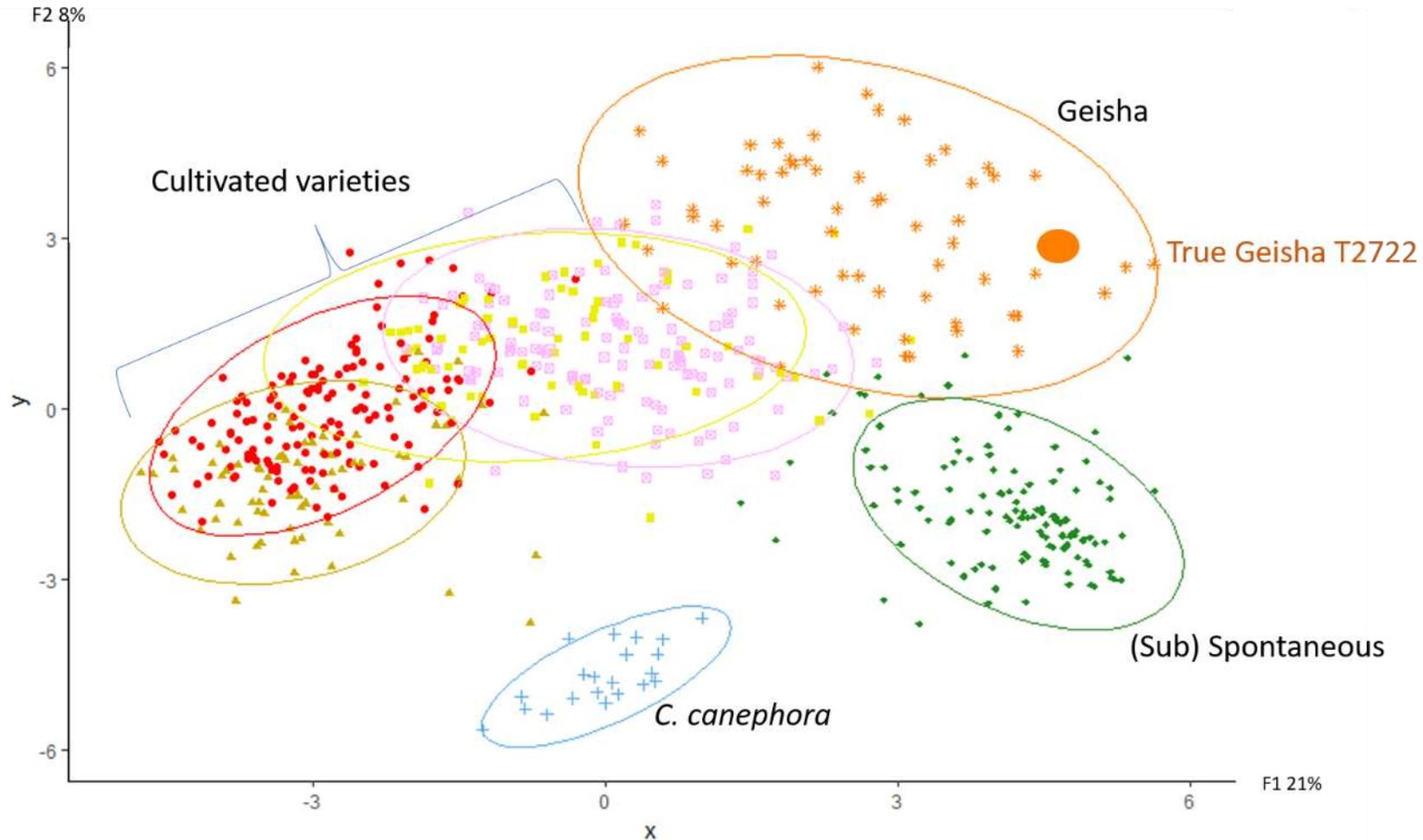
## 13 Porte Alto

Brasil	Mundo Novo 379/19
India	S.795
India	SIn.6
India	SIn.5B
Indonesia	BP432A
Indonesia	BP429 A
Indonesia	USDA762
Indonesia	AB3
Indonesia	BLP10
Kenya	Batian
Kenya	SL28
Kenya	K7
Panama	Geisha



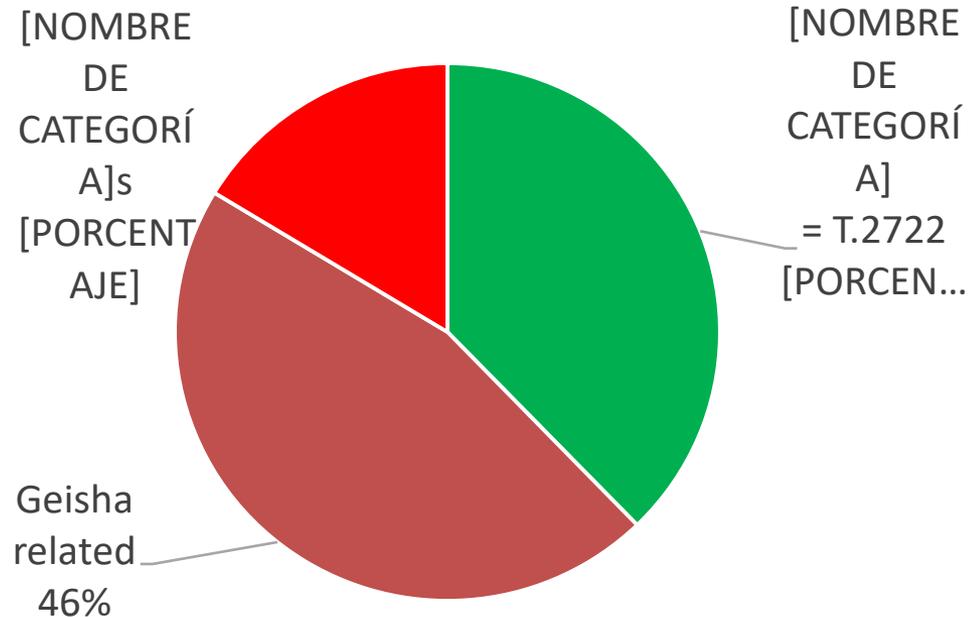


Pruvot-Woehl et al, 2018. Wide *C. arabica* genetic study brings new insights on movements and breeding history of the species. 27th ASIC Conference 2018, Portland



Pruvot-Woehl et al, 2018. **Wide *C. arabica* genetic study brings new insights on movements and breeding history of the species.** 27th ASIC Conference 2018, Portland

## “Geisha” supposed variety



### Case by case analysis

- *Geisha cluster / Same mother population*
- *Recombination with other groups*



Pruvot-Woehl et al, 2018. *Wide C. arabica genetic study brings new insights on movements and breeding history of the species.* 27th ASIC Conference 2018, Portland

## Mejoramiento genético de la calidad de taza

- ¿Qué es la calidad?, algo por lo cual el mercado está dispuesto a pagar una prima.
- La industria, mejor posicionada para evaluar calidad.
- Luego, descifrar y descubrir objetivos de calidad simples para el mejoramiento.

(conceptos de Montagnon, et. al, 2018)



### Limonene: A target for *Coffea arabica* Aromatic quality breeding

MONTAGNON Christophe\*, LONZARICH Valentina\*\*, NEUSCHWANDER Hanna\*, SUGGI LIVERANI Furio\*\*, NAVARINI Luciano\*\*

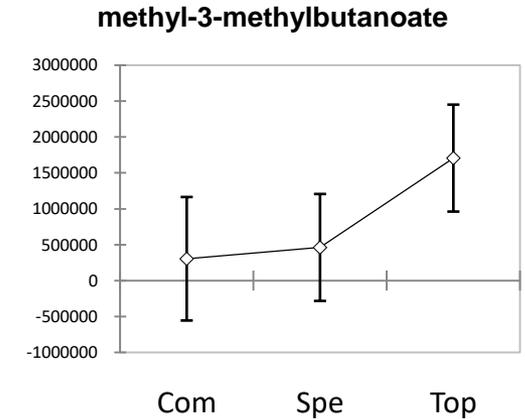
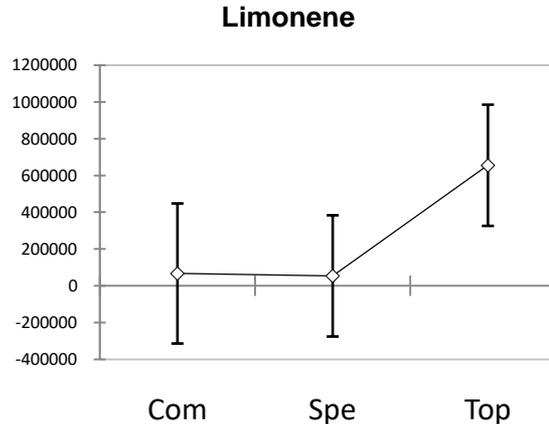
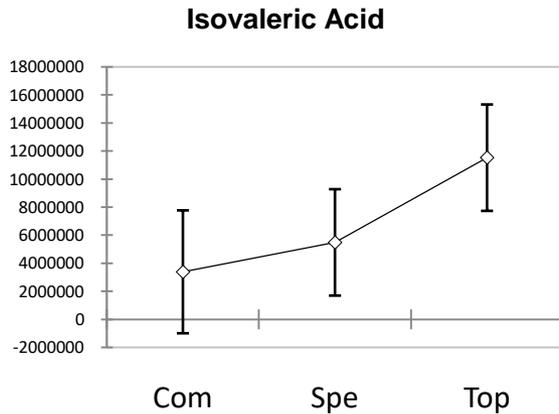
\* World Coffee Research

\*\* illycafé

# The Result of VOC Analysis **Green** (1)

## Discriminant VOC along with Quality clusters:

- Isovaleric acid (p=0.019)
- Limonene (p=0.024)
- Methyl-3-methylbutanoate (p=0.028)



Limonene: A target for *Coffea arabica* Aromatic quality breeding

MONTAGNON Christophe\*, LONZARICH Valentina\*\*, NEUSCHWANDER Hanna\*, SUGGI LIVERANI Furio\*\*, NAVARINI Luciano\*\*

\* World Coffee Research

\*\* illycaffè

Citrus / Flowery / Fruity notes

Fruity (Apple, Pineapple)

- **Com** = Commercial
- **Spe** = Specialty
- **Top** = Top Specialty

## El limoneno parece muy buen candidato para el mejoramiento de la calidad general de la taza:

- relacionado con el café Top Specialty en general del café oro
- es uno de los pocos compuestos relacionados con el atributo de sabor individual (cereza) en este estudio
- Se descubrió que este monoterpeno está relacionado con la calidad general. Del Terra et al, 2013 (Illycafe); Mathieu et al, 1996 y 1998; Montagnon, datos inéditos.

## Camino a seguir:

- Tamizado de la Core Collection de WCR y de variedades candidatas para el contenido de Limoneno.
- Explorar más a fondo el gen de limoneno sintetasa CofarTPS1 identificado por *Del Terra et al*, a saber, utilizando el genoma Arabica recién liberado (grupo dirigido por Illycaffé y Lavazza)
- Explorar la metodología de mejoramiento molecular del contenido de limoneno.



Limonene: A target for *Coffea arabica* Aromatic quality breeding

MONTAGNON Christophe\*, LONZARICH Valentina\*\*, NEUSCHWANDER Hanna\*, SUGGI LIVERANI Furio\*\*, NAVARINI Luciano\*\*

\*World Coffee Research

\*\*Illycafé

Montagnon, et al.  
2018, conclusiones  
parciales, traducción libre.



## Taza de la Excelencia algunos resultados

<b>País</b>	<b>Año</b>	<b>Variedad</b>	<b>Finca</b>	<b>Productor</b>	<b>Lugar</b>	<b>Precio x Lb</b>	<b>Puntaje</b>
Honduras	2016	Geisha	El Puente	Marysabel Caballero	Marcala	\$120,05	91,70
Nicaragua	2017	Híbrido Centroamericano (2ndo lugar)	Las Promesas de San Blas	Gonzalo A. Castillo	Nueva Segovia	-	90,00
Costa Rica	2015	SL-28	Finca Leoncio	Antonio Barrantes	Naranjo	\$42,10	91,46
Costa Rica	2016	Híbrido Excelencia	Sumava	Francisco Mena	Naranjo	\$59	93,41
Costa Rica	2017	Geisha (3 primeros lugares)	Finca Don Antonio	Jorge Brenes	Copey de Dota	-	92,00
Panamá (Best of Panamá)	2016	Geisha	Elida Green Tip	Wilford Lamastus	Boquete	\$275,50	94,14
Panamá (Best of Panamá)	2017	Geisha	Hacienda La Esmeralda	Price Peterson	Boquete	-	94,10

# Taza Excelencia Nicaragua 2018. Primeros 9 lugares

<a href="#"><u>1a</u></a>	<a href="#"><u>Finca La Bendicion</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>91.80</u></a>	<a href="#"><u>Red Pacamara</u></a>	<a href="#"><u>Natural</u></a>
<a href="#"><u>1b</u></a>	<a href="#"><u>Finca La Bendicion</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>91.80</u></a>	<a href="#"><u>Red Pacamara</u></a>	<a href="#"><u>Natural</u></a>
<a href="#"><u>2a</u></a>	<a href="#"><u>Las Promesas de San Blas</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.42</u></a>	<a href="#"><u>Hybrid</u></a>	<a href="#"><u>Honey</u></a>
<a href="#"><u>2b</u></a>	<a href="#"><u>Las Promesas de San Blas</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.42</u></a>	<a href="#"><u>Hybrid</u></a>	<a href="#"><u>Honey</u></a>
<a href="#"><u>3a</u></a>	<a href="#"><u>Jesus Mountain</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.38</u></a>	<a href="#"><u>Red Pacamara</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>
<a href="#"><u>3b</u></a>	<a href="#"><u>Jesus Mountain</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.38</u></a>	<a href="#"><u>Red Pacamara</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>
<a href="#"><u>4a</u></a>	<a href="#"><u>El Cambalache</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.23</u></a>	<a href="#"><u>Maracaturra</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>
<a href="#"><u>4b</u></a>	<a href="#"><u>El Cambalache</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.23</u></a>	<a href="#"><u>Maracaturra</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>
<a href="#"><u>5a</u></a>	<a href="#"><u>Finca Un Regalo De Dios</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.22</u></a>	<a href="#"><u>Red Pacamara</u></a>	<a href="#"><u>Honey</u></a>
<a href="#"><u>5b</u></a>	<a href="#"><u>Finca Un Regalo De Dios</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>90.22</u></a>	<a href="#"><u>Red Pacamara</u></a>	<a href="#"><u>Honey</u></a>
<a href="#"><u>6</u></a>	<a href="#"><u>La Virgen</u></a>	<a href="#"><u>Matagalpa</u></a>	<a href="#"><u>89.55</u></a>	<a href="#"><u>Hybrid</u></a>	<a href="#"><u>Honey</u></a>
<a href="#"><u>7</u></a>	<a href="#"><u>El Manantial</u></a>	<a href="#"><u>Nueva Segovia</u></a>	<a href="#"><u>89.03</u></a>	<a href="#"><u>Parainema</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>
<a href="#"><u>8</u></a>	<a href="#"><u>El Esfuerzo</u></a>	<a href="#"><u>Jinotega</u></a>	<a href="#"><u>88.94</u></a>	<a href="#"><u>Maracaturra</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>
<a href="#"><u>9</u></a>	<a href="#"><u>La Esperancita</u></a>	<a href="#"><u>Matagalpa</u></a>	<a href="#"><u>88.91</u></a>	<a href="#"><u>Hybrid</u></a>	<a href="#"><u>Washed</u></a>

# CONSIDERACIONES FINALES

- En Latinoamérica, las variedades pioneras Típica y Borbón en interacción con el clima, predefinieron los primeros tipos y calidades, identificadas y reconocidas por el mercado.
- La revolución verde del café ocurrió con variedades derivadas de las pioneras, por mutación, polinización cruzada o hibridación. En Centroamérica se privilegió el porte bajo y una mayor productividad, la calidad no fue afectada de manera significativa aunque hubo debate al respecto.
- En la selección de las primeras variedades resistentes a la roya (en Centroamérica), la calidad de taza no fue un criterio considerado de manera estricta, estas variedades en general presentan taza estándar en zonas bajas y medias, y expresión sensorial limitada en zonas altas.

# CONSIDERACIONES FINALES

- Variedades Híbridos F1, productivas, vigor genético, con excelente calidad de taza. *Segunda ola* de variedades resistentes derivadas del grupo Sarchimor y Cavimor, buenos perfiles de taza en líneas de estos grupos, con vigor y productividad.
- Además de las variedades tradicionales Borbón, Caturra, Pacas, Pacamara, etc., se agregan otras variedades como Geisha, SL-28, SL-34 que como grupo, ofertan café de especialidad. Estas variedades deben cultivarse en áreas óptimas, con manejo integrado de la roya y buenas prácticas agrícolas.
- Recientes investigaciones empiezan a explicar la genética detrás de la calidad sensorial, este conocimiento debe integrarse en los nuevos programas de mejoramiento genético.
- Huella genética, herramienta importante para que los mejoradores señalen su variedad de referencia (semilla básica)

**¡MUCHAS  
GRACIAS!**





@WCoffeeResearch



/WorldCoffeeResearch

