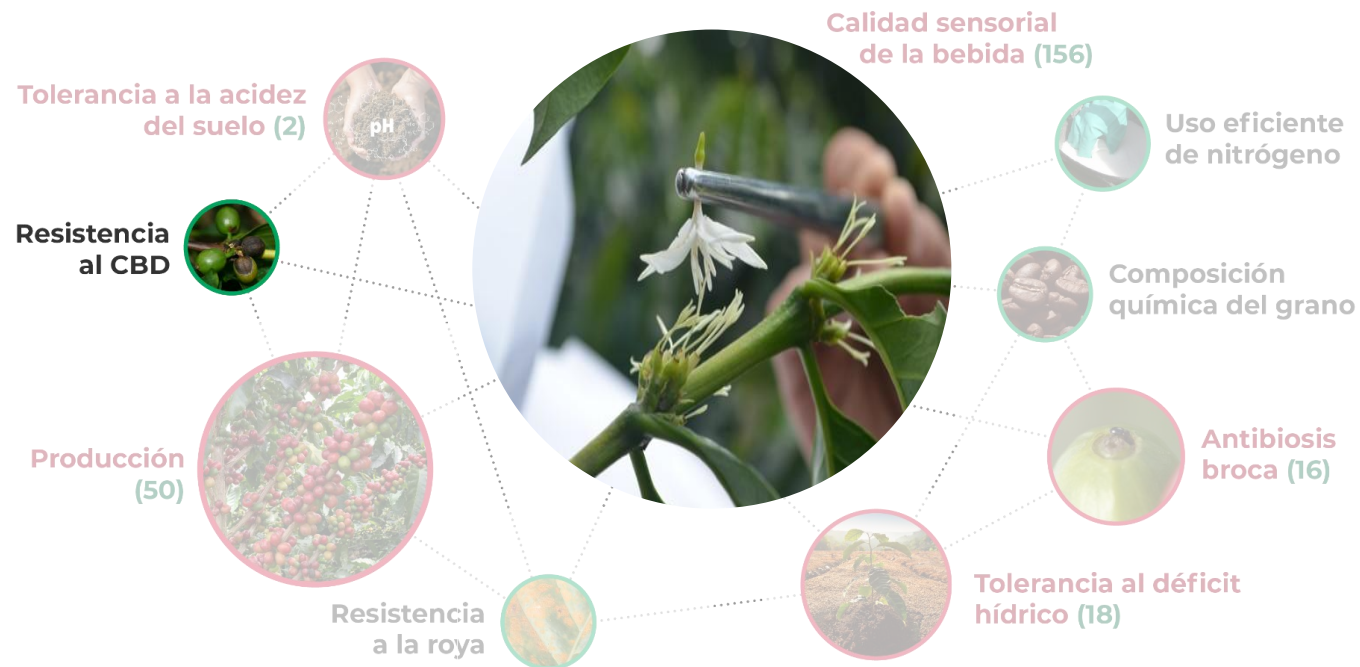




Explorando la colección colombiana de café frente a enfermedades potenciales:

Nuevas fuentes de resistencia genética a la enfermedad de las cerezas del café

Julio Quiroga-Cardona / Mejoramiento Genético 10/07/2026

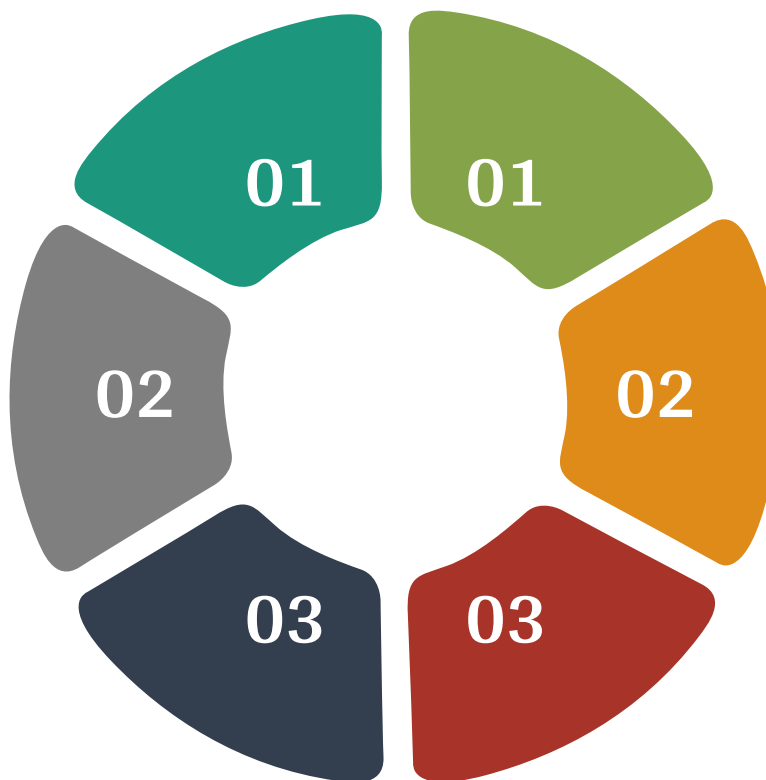
Principales limitantes para la producción de *C. arabica*

Conocido

Roya: *Hemileia vastatrix*
Biotrófico

Ataca hojas
Pérdidas alrededor del **50%**
Costos de manejo **±13%**.

Ampliamente adaptado a todas las regiones cafeteras del mundo.



Limitante en África, Potencial para América

CBD: *Colletotrichum kahawae*,
Hemibiotrófico

Convive en la planta y **ataca estructuras de importancia económica**, causa pérdidas **>80%**. Costos de manejo **>30%**.

Presente en África, **Colombia potencialmente** reúne las condiciones que pueden favorecer el establecimiento del patógeno.

Un paso adelante: Como identificar CBD en Colombia



Diciembre de 2023
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Guía práctica para la diferenciación de frutos de café con síntomas de CBD en el campo

Plant Disease • 2024 • 108:2615-2624 • <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-23-1788-SR>

Special Report

PCR-Based Detection for the Quarantine Fungus *Colletotrichum kahawae*, a Biosecurity Threat to the Coffee (*Coffea arabica*) Industry Worldwide

Rosa Lilia Ferrucho,^{1,†} Gustavo Adolfo Marín-Ramírez,¹ Francisco Ochoa-Corona,² and Carlos Ariel Ángel C.^{1,†}

¹ Discipline of Plant Pathology, Colombian National Coffee Research Center (Cenicafe) – Colombian Coffee Growers Federation (CCGF), Manizales, Caldas 170009, Colombia

² Institute for Biosecurity and Microbial Forensics, Oklahoma State University, Stillwater, OK, U.S.A.

Ferrucho, R. L., & Marín-Ramírez, G. (2023); Ferrucho, R. L., et al., (2024).

Sintomas en Frutos	Nombre Común Agente Causal	Sintomas	¿Cómo puedo diferenciarlo de CBD?
	CBD <i>Colletotrichum kahawae</i>	- Lesiones de color marrón oscuro presentes en cualquier parte del fruto. - En estados avanzados, los frutos se necrosan completamente y se momifican. - Sobre las lesiones se pueden observar puntos de color naranja que corresponden a esporulación del hongo.	
	Antracnosis <i>Colletotrichum spp.</i>	Lesiones hundidas, de color marrón en frutos pintones y maduros.	Sintomas en frutos pintones y maduros.
	Mal Rosado <i>Erythricium salmonicolor</i>	Lesiones de color marrón oscuro presentes en cualquier parte del fruto.	- Presencia de masas de micelio de color rosa pálido y apariencia algodonosa. - Lesiones inician con mayor frecuencia en la base del fruto, avanzan desde el pedúnculo. - Presencia de los mismos síntomas en tallos.
	Mancha de Hierro <i>Cercospora coffeicola</i>	Lesiones de color marrón-rojizo, presentes en cualquier parte del fruto.	- Común en frutos maduros e inmaduros. - Maduración temprana de los frutos afectados. - Amarillamiento de los frutos sintomáticos. - Presencia de síntomas en hojas.
	Gotera u Ojo de Gallo <i>Mycena citricolor</i>	Lesiones iniciales pequeñas de color marrón. Incrementan de tamaño y se tornan de color pardo.	- Presencia de signos del hongo (gemas y basidiocarpos) sobre las lesiones. - Presencia de los mismos síntomas en hojas y tallos.
	Fumagina o Carbón <i>Capnodium sp.</i>	Manchas de color negro presentes en la superficie del fruto.	- Manchas polvosas que forman una película delgada, suave al tacto y fácilmente desprendible. - Presencia de los mismos síntomas en hojas y tallos.

Origen, dispersión y diversidad genética en *C. kahawae*



Diferencias en agresividad de *C. kahawae*



± 7 días: Altamente agresivo

± 15 días: Baja agresividad

± 10 días: Mediana agresividad



Loureiro, et al., (2011); Pires, et al., (2016); Vieira, et al., (2019)

Primeras fuentes de resistencia documentadas

Fuente de Resistencia	Referencia
Blue Montain	Thorold., (1945); Rayner., (1952); Bock., (1956); Jones., (1957)
Rume Sudan*	CRF., (1963); Firman., (1964); van der Vossen & Walyaro., (1980)
Geisha 10	CRF., (1963); Firman., (1964)
Boma Plateau	Firman., (1964)
Columnaris	CRF., (1963); Firman., (1964)
Guatemala	CRF., (1963); Firman., (1964)
Polisperma	Firman., (1964)
Harrar	Firman., (1964)
Mysore	Jones., (1957)
Padang	Jones., (1957); CRF., (1964)
Amfillo	Jones., (1957)
J2.D	Rayner., (1952)
Kents	Nutman & Roberts., (1960)
Sidamo	CRF., (1964)
Mokka	CRF., (1964)
HdT*	Vermeulen., (1966); van der Vossen & Walyaro., (1980)
K7*	Griffiths., (1968); van der Vossen & Walyaro., (1980)
Silvestres	Bouharmont., (1995)

*Fuentes de resistencia
mayormente reconocidas*

Fuentes y mecanismos de resistencia a *C. kahawae*

<i>T - Ck-1</i>	<i>k</i>	<i>R – (Ck-2; Ck-3)</i>
Fuente HdT CIFIC 1343 Derivados de HdT	Fuente K7 Rume Sudan	Fuente Pretoria Rume Sudan
FNC; Ruiru 11; Batian	Ruiru 11; Batian	Ruiru 11; Batian
Genética de los mecanismos de resistencia a CBD aún es ampliamente discutida		
<i>Segrega Mendeliano</i>	No se ha estudiado	<i>Segrega Mendeliano</i>

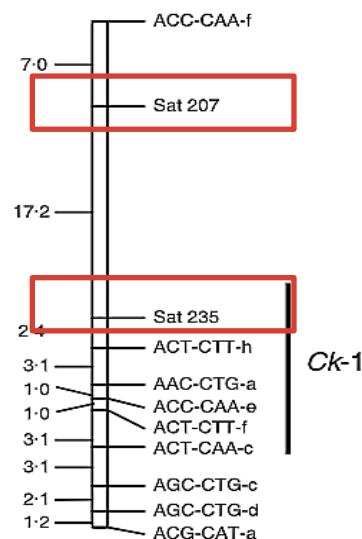
Identificación de resistencia a CBD en fuentes de *C. arabica*

1. Directo - Campo



Foto: Elijah Gichuru / CRF

2. Indirecto - Laboratorio



Gichuru et al., (2008)
Figure 3 Genetic linkage map of markers found to be associated with coffee berry disease (CBD) resistance based on the *Coffea arabica* F₂ (SL28 × Catimor 88) population. The values on the left are the distances between the markers in cM. The segment carrying the Ck-1 locus of resistance to CBD is delimited based on the evaluation of G1 plants

Sat235 – Correlación 95%
Sat207 – Correlación 93%
Kenia

3. Directo - Laboratorio hipocótilos y microscopia

Angola

Camerún

Kenia

Uganda



Ventajas de las pruebas en hipocótilos método fenotípico

Estudios Citológicos

1. **Crecimiento del hongo**
2. **Degradación de tejidos**
3. **Fluorescencia**
4. **Expresión de genes**

van der Vossen, (1976).

Método	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1). Valores medios de CBD en campo	1,00	0,42	0,51	0,51	0,16	0,30
(2). Inoculación en frutos en la planta		1,00	0,96	0,73	0,28	0,02
(3). Valores máximos de CBD en campo			1,00	>0,73	0,21	0,06
(4). Inoculación en hipocótilos				1,00	0,28	0,06
(5). Inoculación en frutos desprendidos					1,00	0,36
(6). Inoculación en hoja desprendida						1,00

El método de hipocótilos se usa en los programas de mejoramiento de África

Clasificación de la resistencia a *C. kahawae* en hipocótilos

Euphytica 25 (1976) 733–745

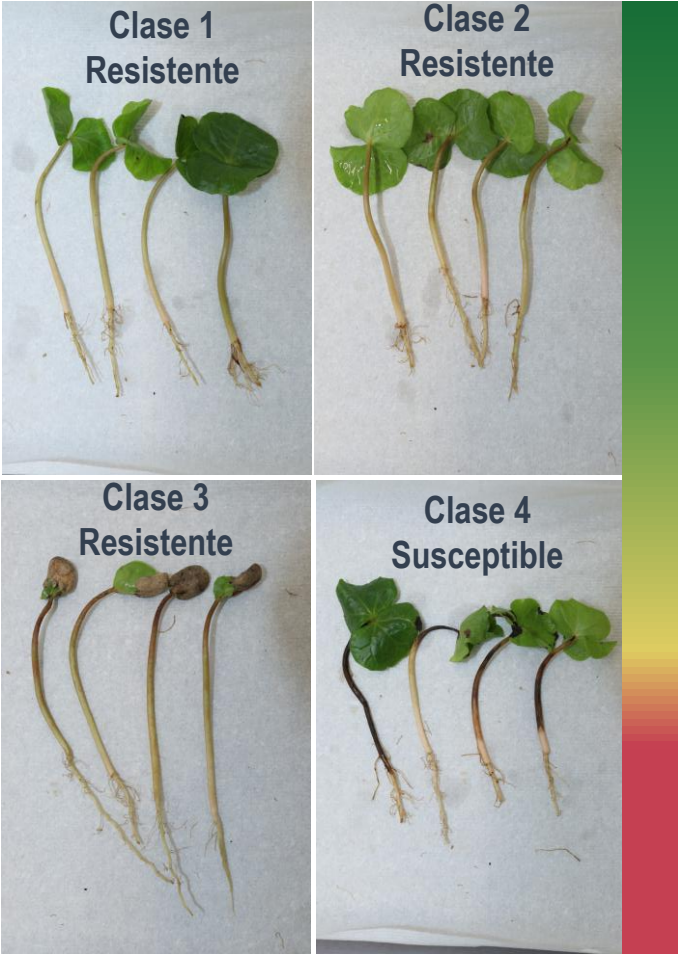
**BREEDING FOR RESISTANCE TO COFFEE
BERRY DISEASE CAUSED BY *COLLETTOTRICHUM*
COFFEANUM NOACK (SENSU HINDORF) IN
COFFEA ARABICA L. I. METHODS OF
PRESELECTION FOR RESISTANCE**

H. A. M. VAN DER VOSSEN, R. T. A. COOK and G. N. W. MURAKARU

Coffee Research Station, Ruiru, Kenya

Received 15 April 1976

Kenia



Etiopía

Neth. J. Pl. Path. 84 (1978) 205–215

**Selection for resistance to coffee berry disease in arabica
coffee in Ethiopia. Evaluation of selection methods**

N. A. VAN DER GRAAFF¹

Institute of Agricultural Research, Jimma Research Station, Jimma, Ethiopia

Accepted 16 February 1978



Article

**Potential of the Colombian Coffee Collection as a Source of
Genetic Resistance to *Colletotrichum kahawae* JM Waller and
PD Bridge**

Julio Quiroga-Cardona ^{1,2,*}, Vitor Manuel Pinto Várzea ³, Esther Cecilia Montoya-Restrepo ⁴,
Alvaro León Gaitán-Bustamante ⁵ and Claudia Patricia Flórez-Ramos ¹

Colombia

Portugal

Resistencia	
≥ 79 %	Alta
> 50 ≤ 79 %	Moderada
> 20 ≤ 50 %	Baja
≤ 20 %	Susceptible

Caracterización por resistencia a CBD

Colección Colombiana de Café

Cenicafé - CIFC

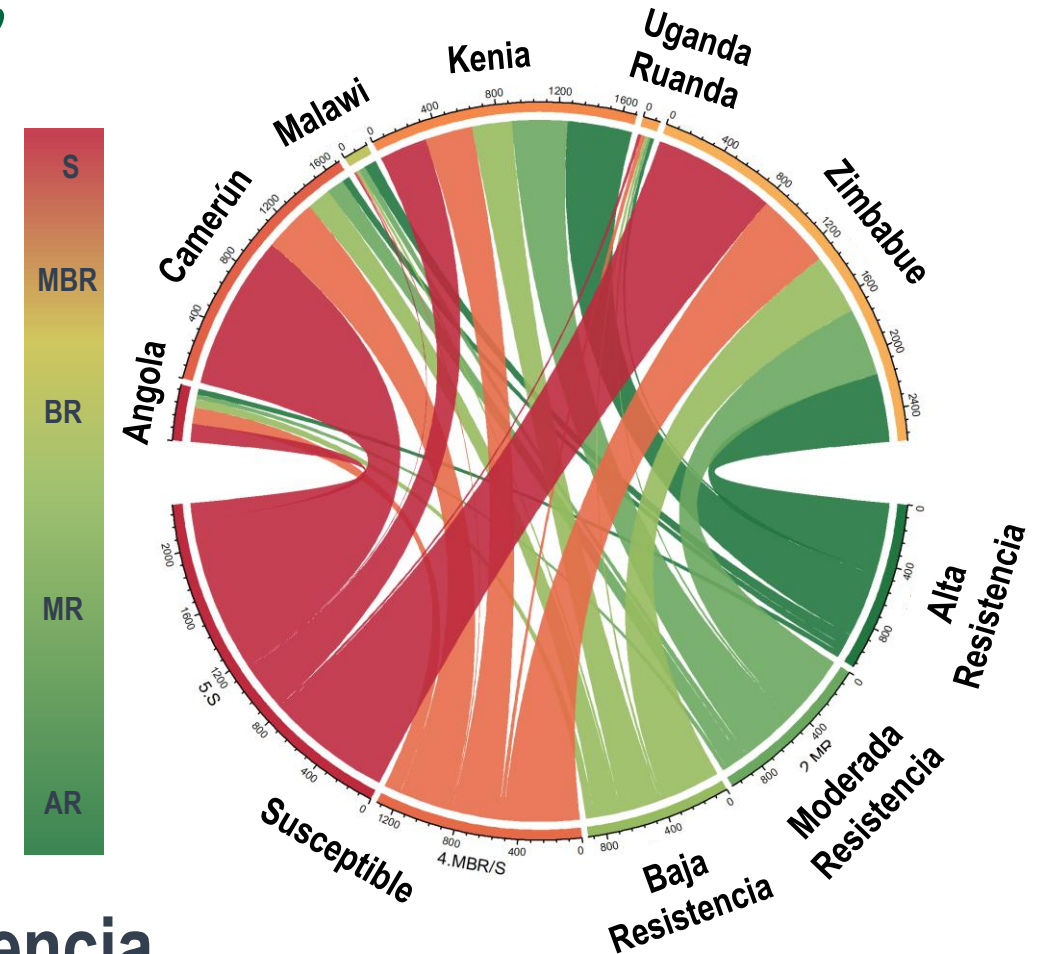
1. Método fenotípico

Poblaciones

1	Etíopes
2	HdT 2252
3	HdT 1343
4	Cat. x Etíopes
5	Típica/Borbón
6	Cat. x HdT 1343
7	Cat. x HdT 832/1
8	H. Interespecíficos
9	HdT 1343 x Típica/Borbón

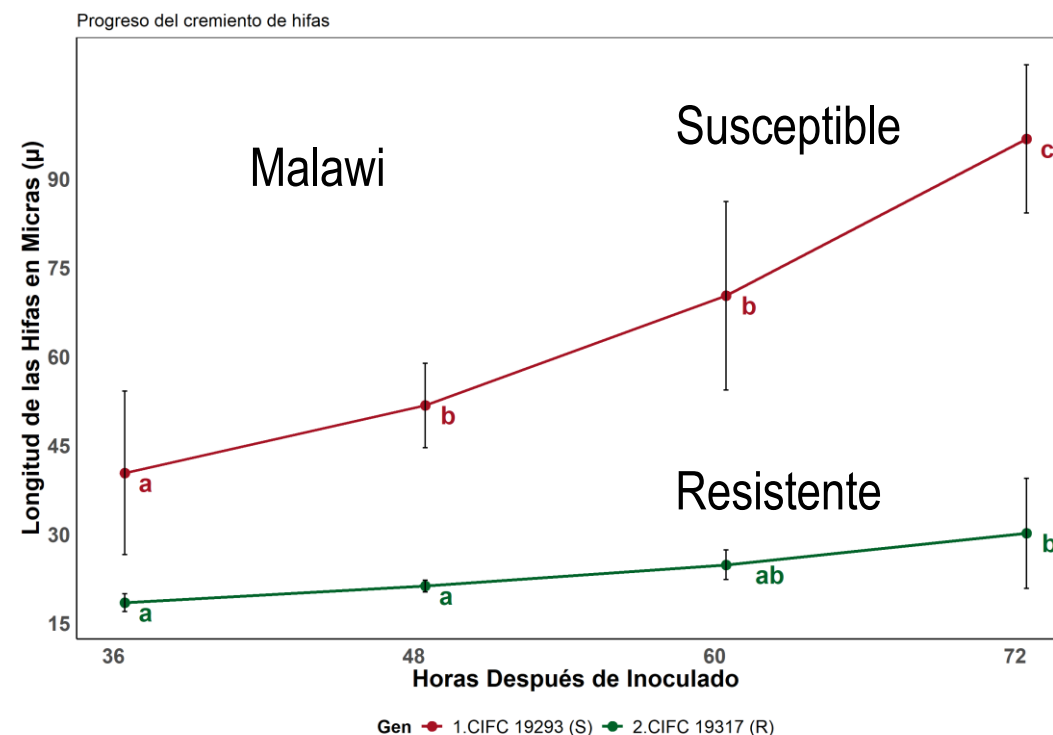
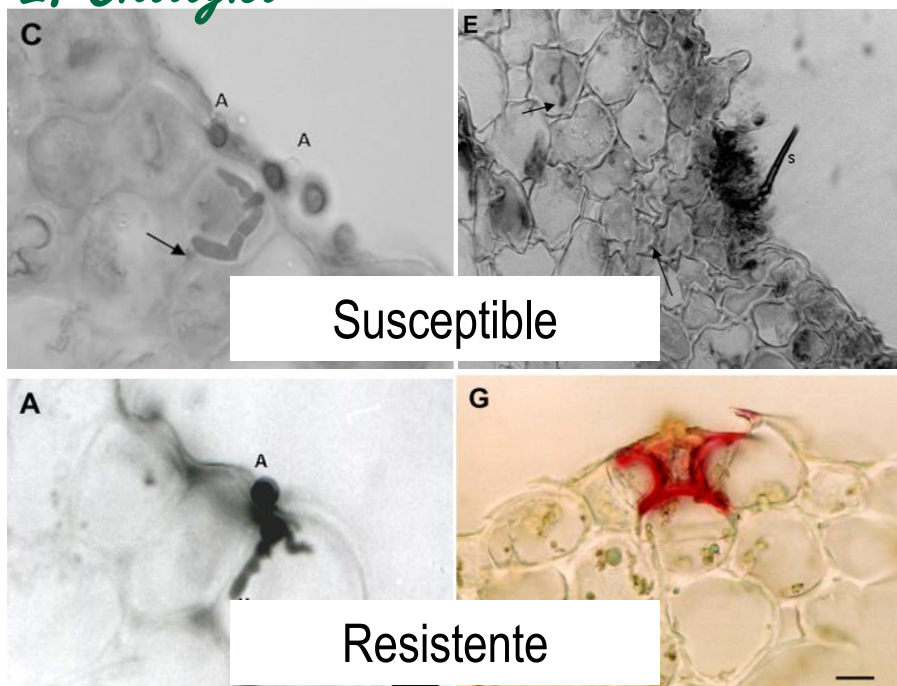
- 7 Países (orígenes)
- 13 aislamientos de CBD
- >1500 genotipos
- 6621 Evaluaciones

50% con resistencia



Caracterización de la resistencia a CBD en la fuente HdT CIFIC 1343

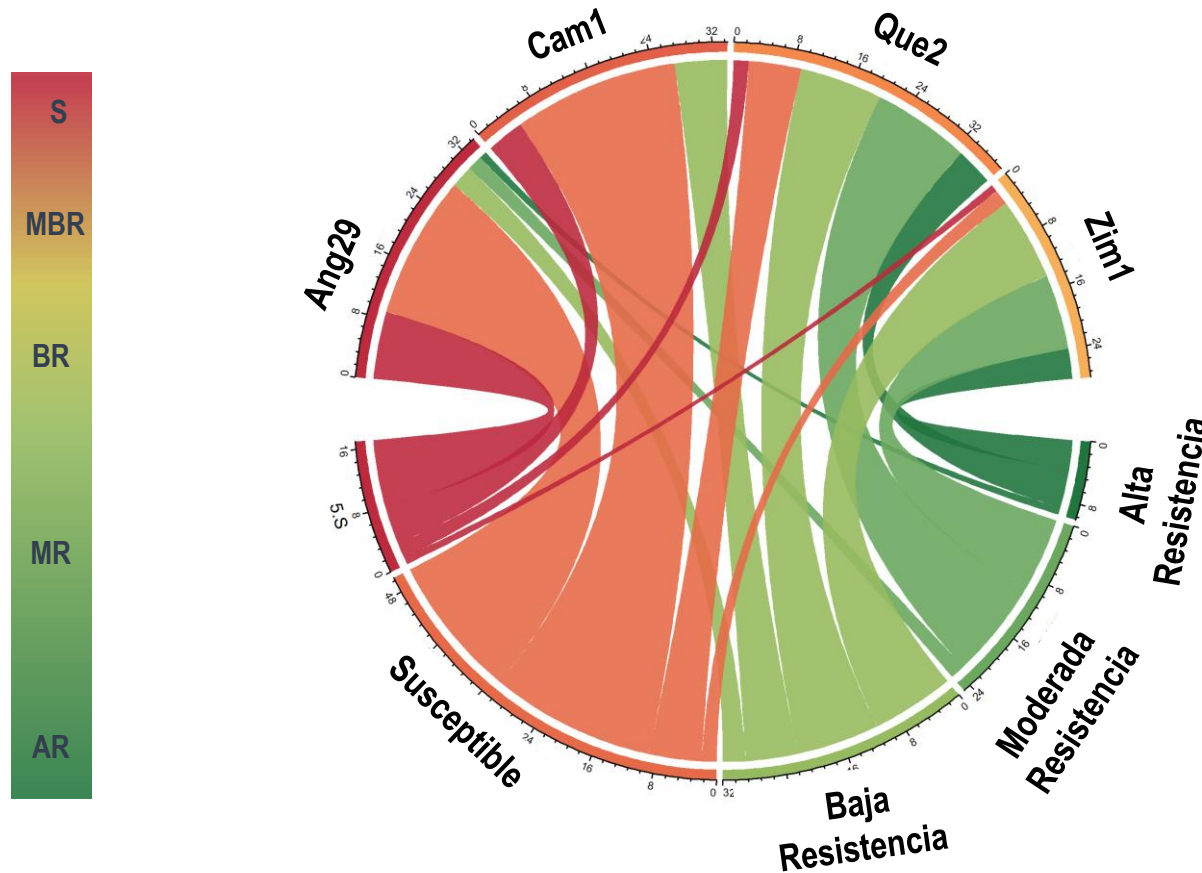
2. Citológico



Loureiro, A., Nicole, M. R., Várzea, V., Moncada, P., Bertrand, B., & Silva, M. C. (2012). Coffee resistance to *Colletotrichum kahawae* is associated with lignification, accumulation of phenols and cell death at infection sites. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 77, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2011.11.002>

Caracterización de variedades en Colombia

Castillo[®] zonales, Cenicafé 1 y Castillo[®] 2.0

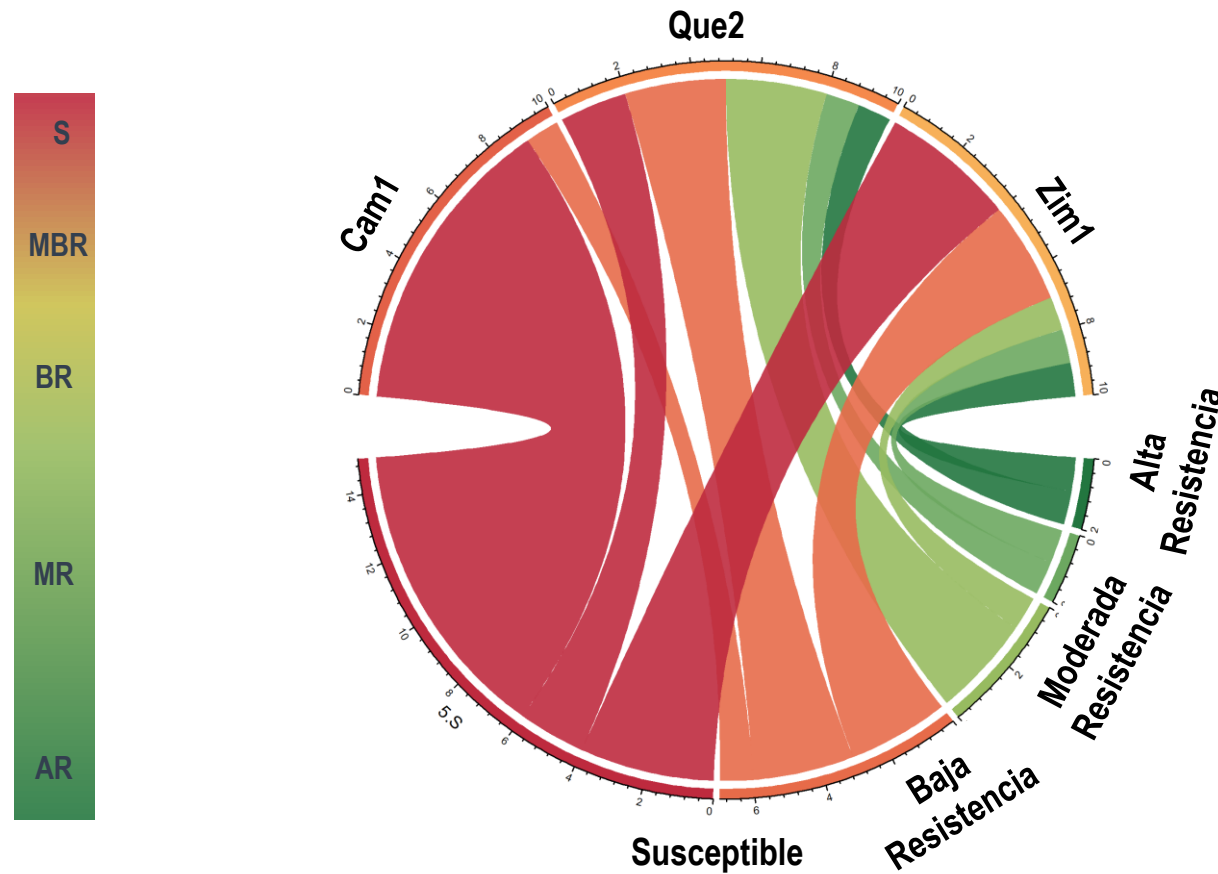


Fuente:
HdT CIFC 1343
Ck-1 (T)
&
C. canephora

Algunas progenies presentan los marcadores
SAT235 y FR34-6CTG ligados a la resistencia
de CBD

Caracterización de variedades en Colombia

Tabi

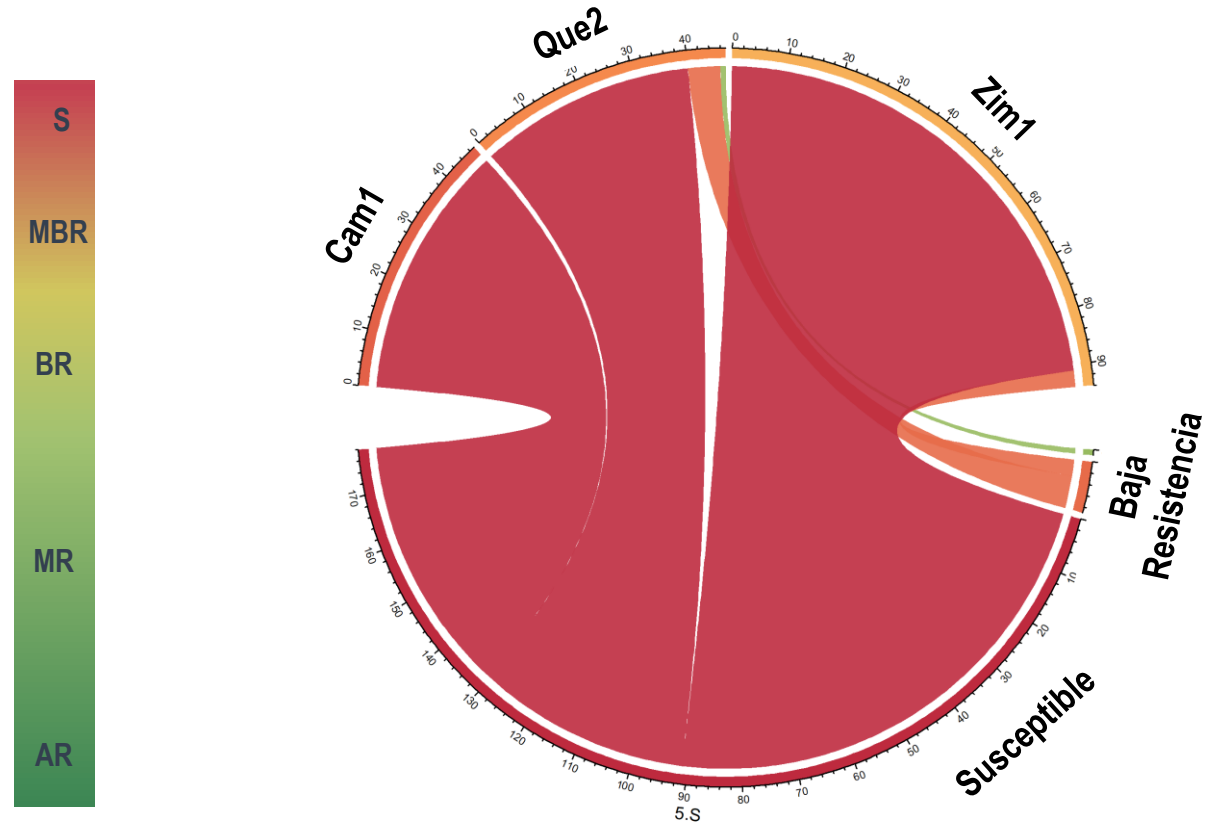


Fuente:
HdT CIFC 1343
Ck-1 (T)
&
HdT CIFC 832-1

Algunas progenies presentan los marcadores
SAT235 y FR34-6CTG ligados a la resistencia
de CBD

Caracterización de variedades en Colombia

derivados de otros Híbridos de Timor



Fuente:
HdT CIFIC 832-1

Costa Rica 95
Catimor

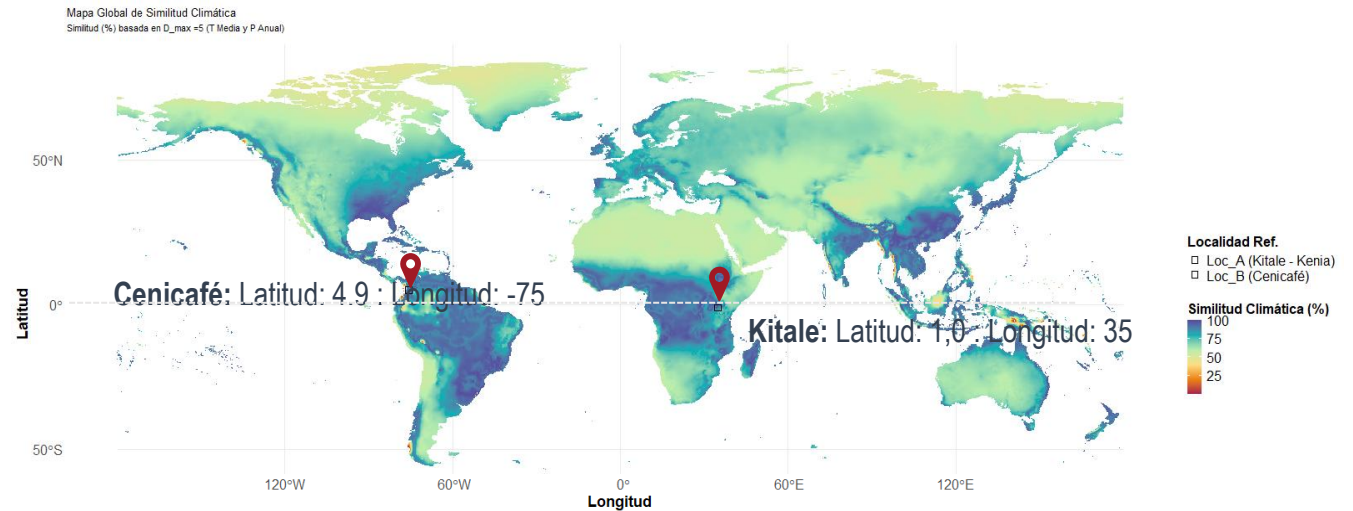
Problema

1. Base genética



Única fuente de resistencia a
C. kahawae es el HdT CIFC 1343

2. Similitud climática



Colombia presenta condiciones
de clima que potencialmente
pueden favorecer a *C. kahawae*

Caracterización de potenciales fuentes silvestres de la CCC por su resistencia a CBD



País	Área	FAO	ORSTOM	Otros	Total
Etiopía	Illubabor	2	-	-	2
	Jimma-Limu	52	-	-	52
	Teppi	7	1	-	8
	Kaffa	23	7	1	31
	Bench Maji	9	1	1	11
	Sidamo/Yirgacheffe	6	-	-	6
Sudán del Sur	Meseta de Boma	-	-	2	2
Camerún	Desconocido	-	-	4	4
Total		99	9	8	116

Desarrollo de poblaciones con fuentes *silvestres*

Genotipo	ET.56 (<i>Etiopía</i>)			Rume Sudan (<i>Sudan del Sur</i>)		
Aislamiento	Camerún	Kenia	Zimbabue	Camerún	Kenia	Zimbabue
Resistencia	0,88	0,96	0,58	0,55	0,86	0,69
	Alta	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Moderada

Poblaciones

(*C. canephora*) × (Rume Sudan)

(Iapar-59) × (Rume Sudan)

(BG.516) × (Rume Sudan)

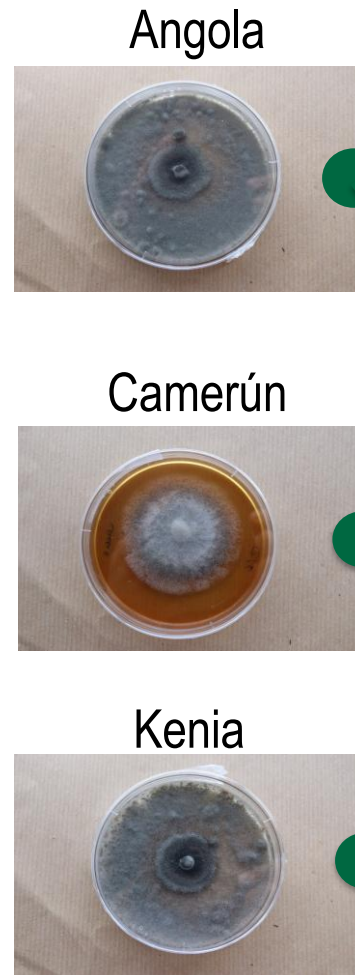
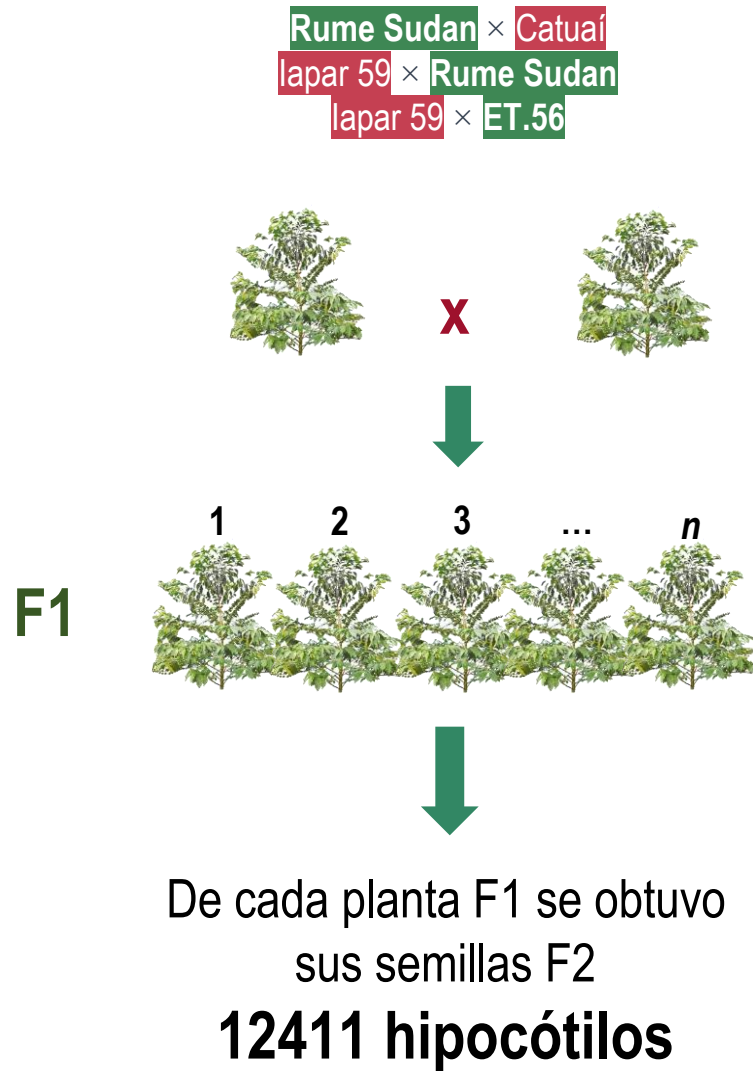
(BG.516) × (ET.56)

(Iapar-59) × (ET.56)

(*C. canephora*) × (ET.56)

(Rume Sudan) × Catuaí

Metodología



Rume Sudan
ET.56

Catuaí
lapar 59

Población F2 # 1

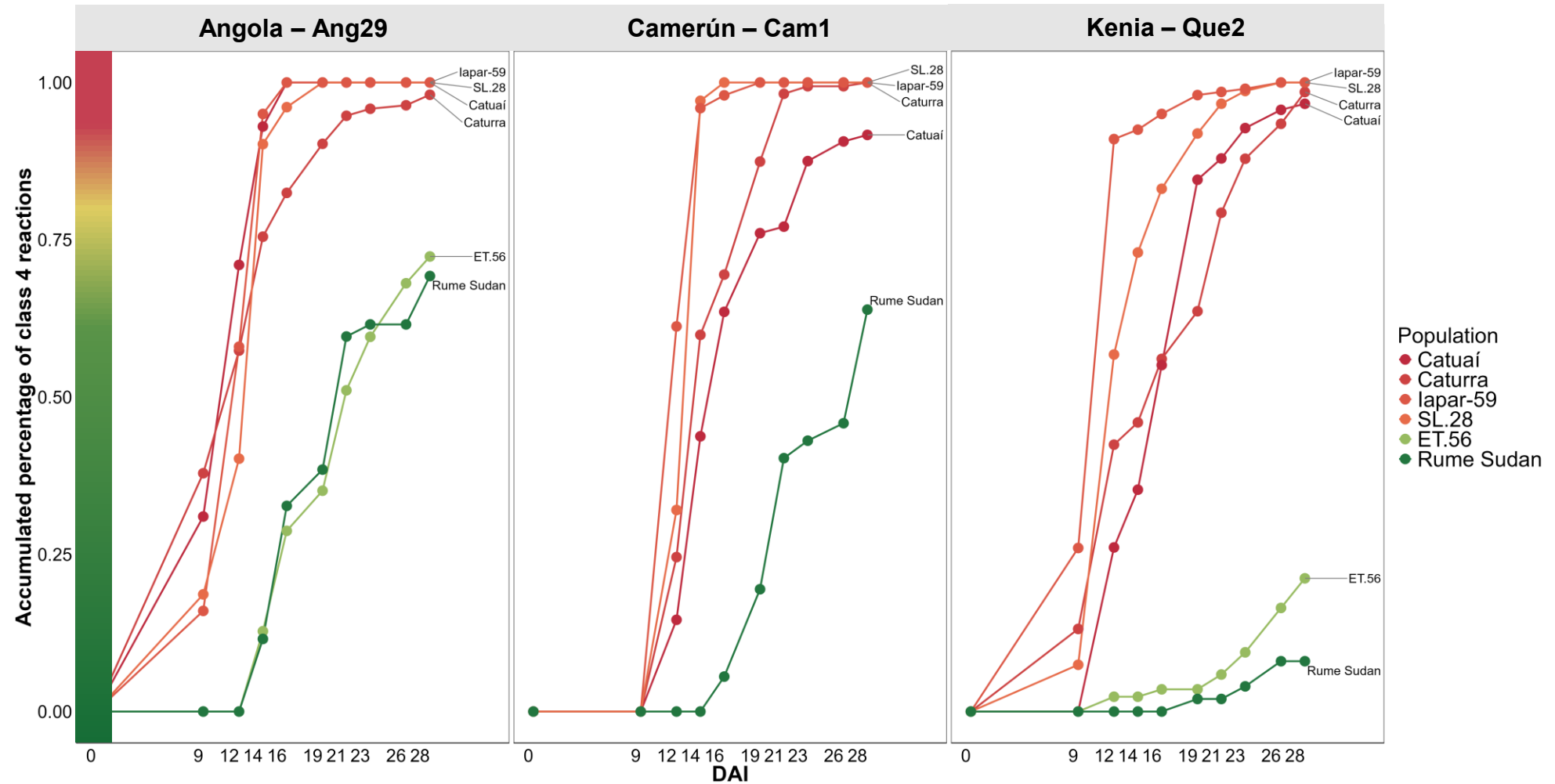
Población F2 # 2

Población F2 # n

Caturra
SL28

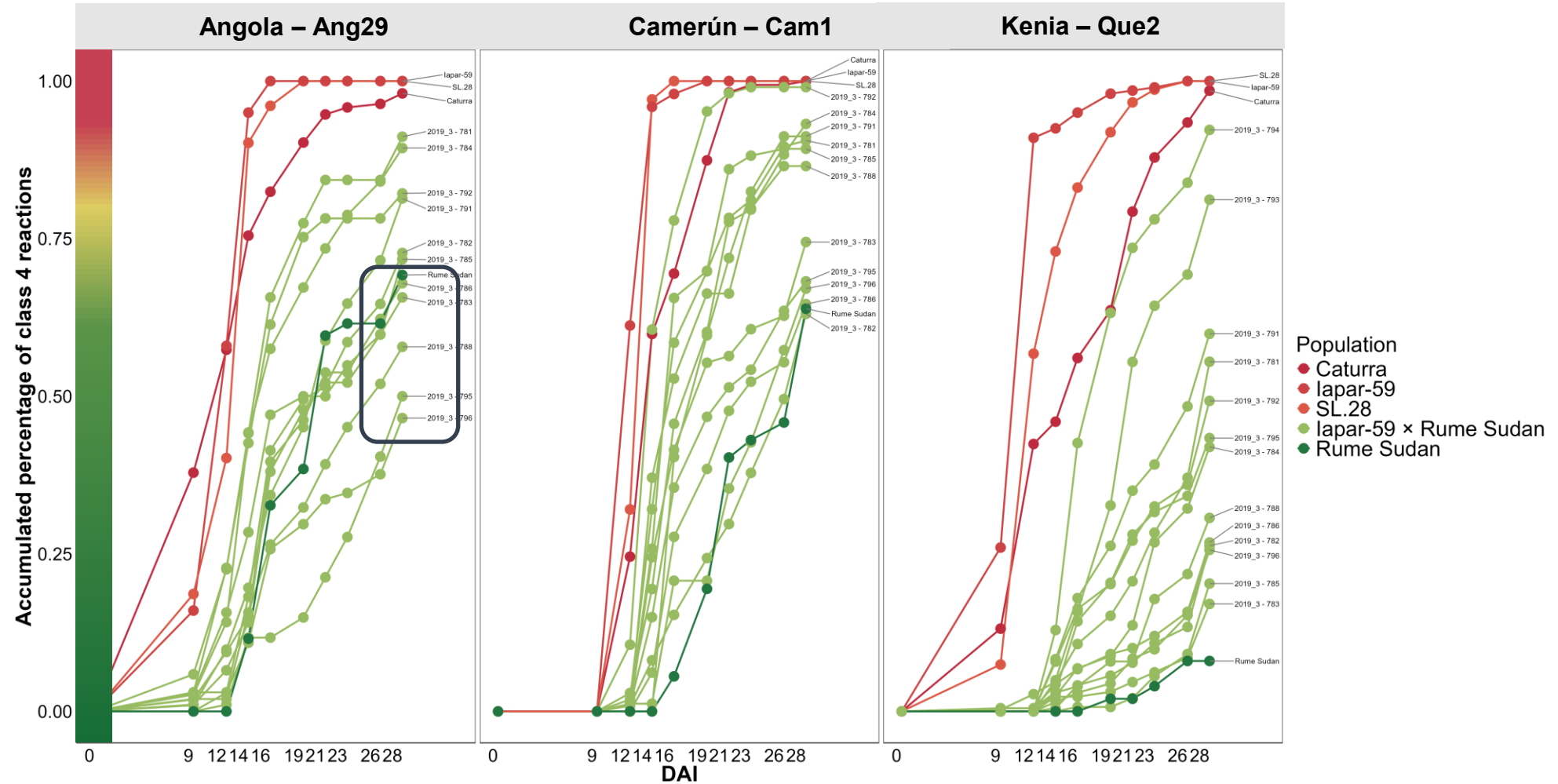
1. Método fenotípico

Resistencia a *C. kahawae* Progenitores Ck-2, Ck-3 y Ck-?



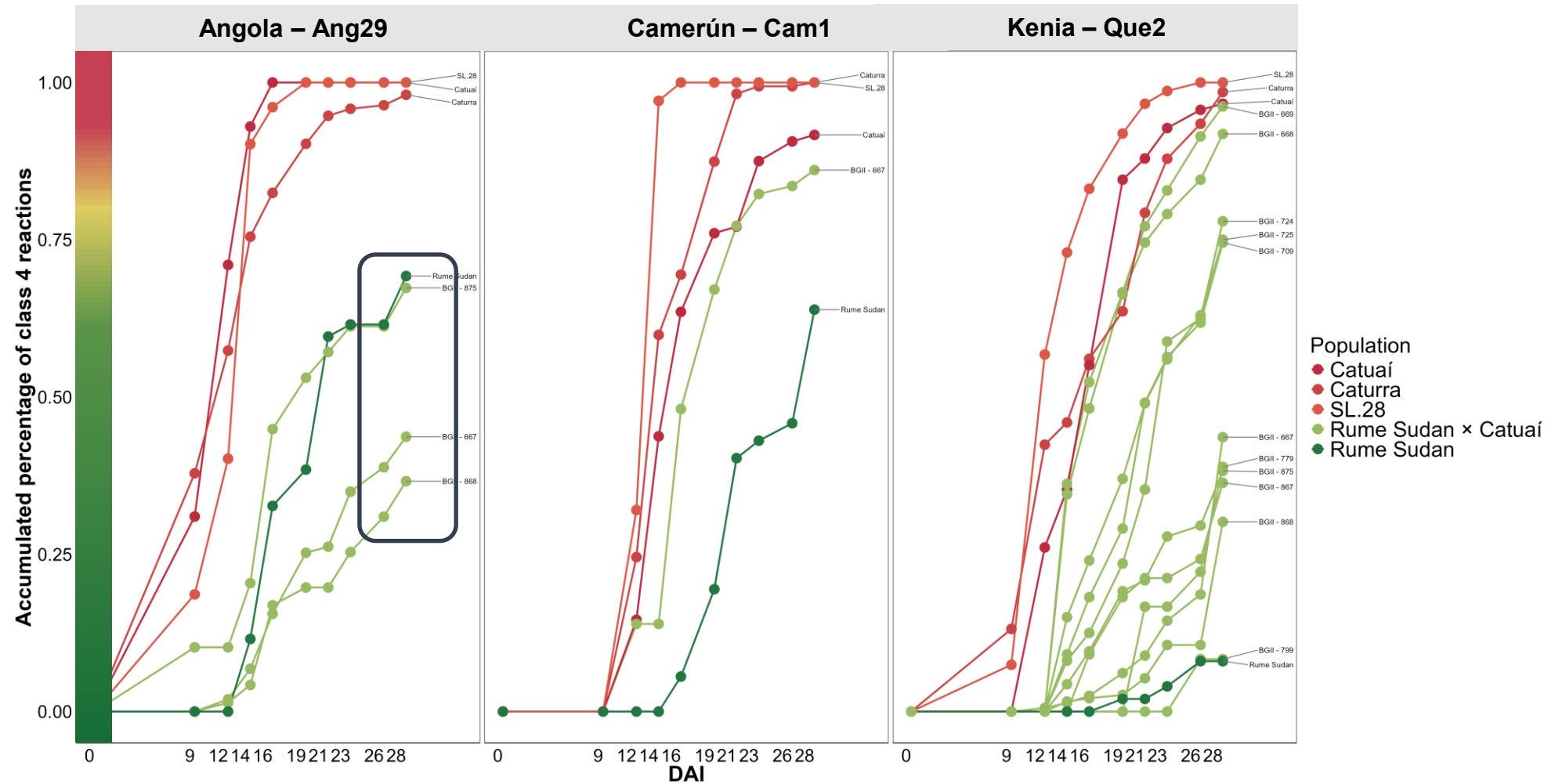
1. Método fenotípico

Resistencia a *C. kahawae* Población: Iapar 59 × Rume Sudan



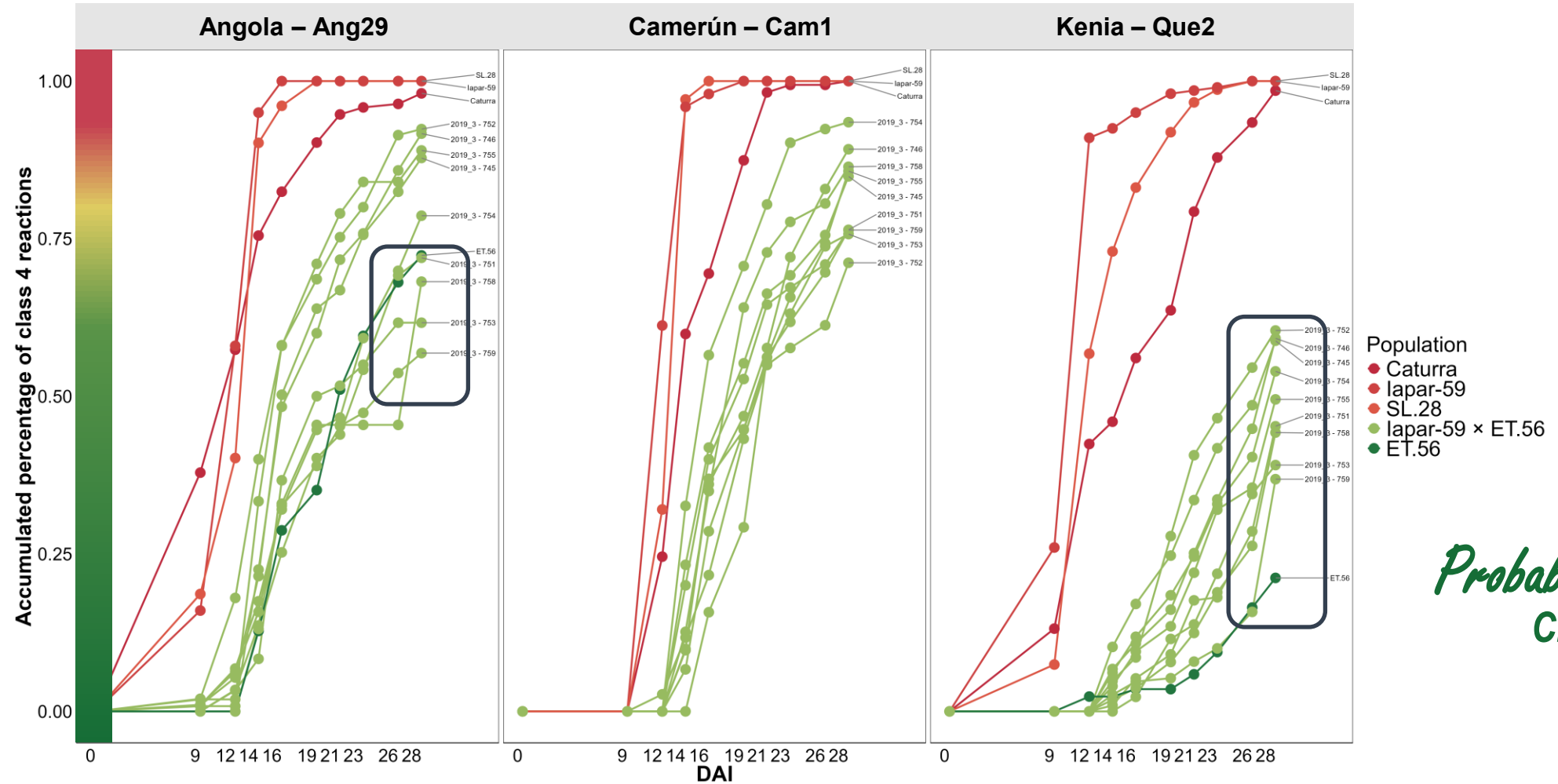
1. Método fenotípico

Resistencia a *C. kahawae* Población: Rume Sudan × Catuai



1. Método fenotípico

Resistencia a *C. kahawae* Población: Iapar 59 × ET.56



*Probablemente
Ck-4*

1. Método fenotípico

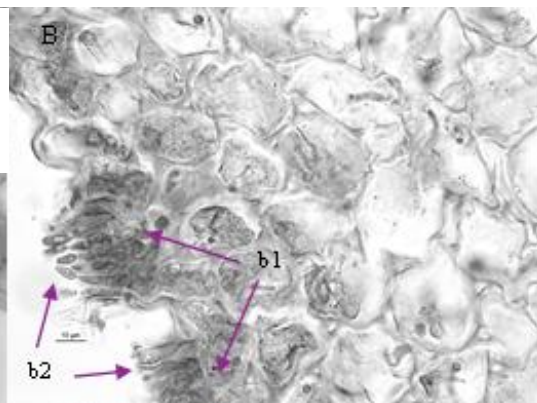
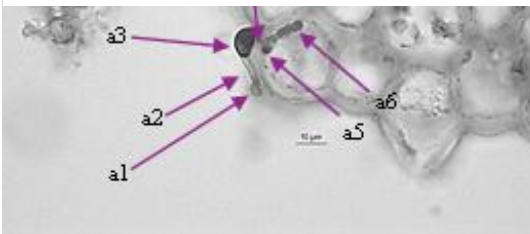
Segregación de la resistencia a *C. kahawae* en las fuentes Rume Sudan y ET.56 de la CCC

Aislamiento	Población	F1	1:3		3:1		9:7		15:1	
			✓	X	✓	X	✓	X	✓	X
Angola Ang29	lapar-59 × Rume Sudan	11	45%	55%	-	100%	18%	82%	18%	82%
	lapar-59 × ET.56	9	33%	67%	-	100%	11%	89%	22%	78%
	Rume Sudan × Catuaí	3	33%	67%	-	100%	67%	33%	-	100%
Camerún Cam1	lapar-59 × Rume Sudan	11	36%	64%	-	100%	-	100%	36%	64%
	lapar-59 × ET.56	9	44%	56%	-	100%	-	100%	11%	89%
	Rume Sudan × Catuaí	1	-	100%	-	100%	-	100%	-	100%
Kenia Que2	lapar-59 × Rume Sudan	13	8%	92%	38%	62%	23%	77%	8%	92%
	lapar-59 × ET.56	9	-	100%	-	100%	56%	44%	-	100%
	Rume Sudan × Catuaí	9	33%	67%	11%	89%	33%	67%	22%	78%

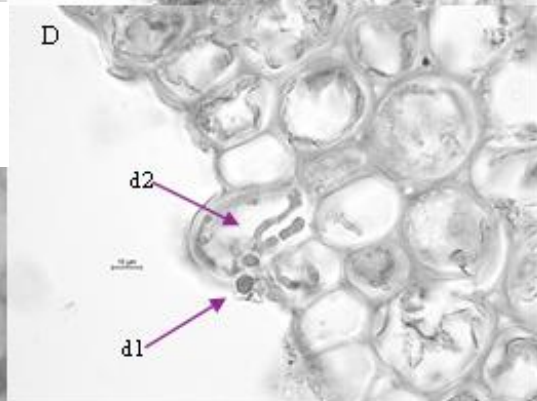
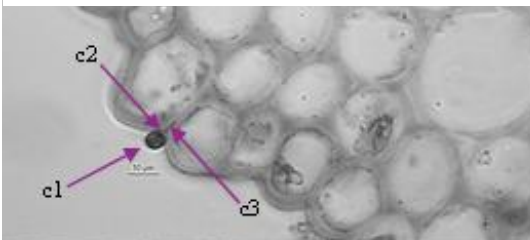
*Prueba chi-cuadrado. X: Rechazado ($p < 0.05$); ✓: No difiere estadísticamente de los valores esperados ($p \geq 0.05$).

La evidencia sugiere que el mecanismo de resistencia poligénico

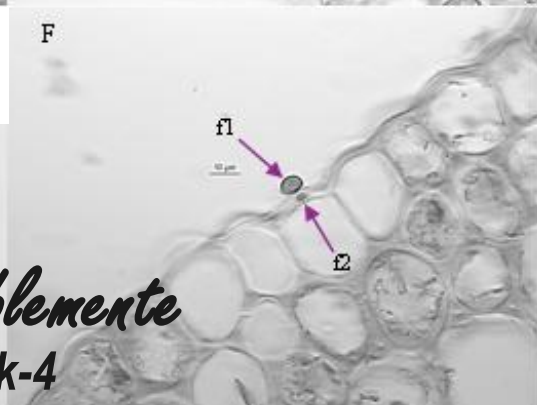
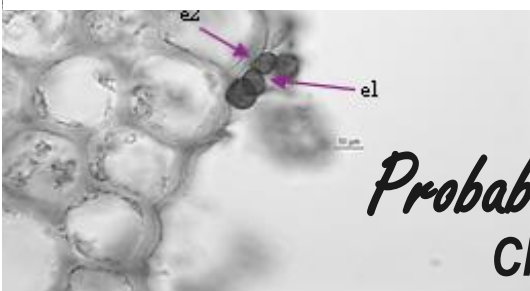
Caturra: Formación de acérvulos y presencia de la fase necrotrófica,



Rume Sudan: Crecimiento de hifas y ausencia de la fase necrotrófica.

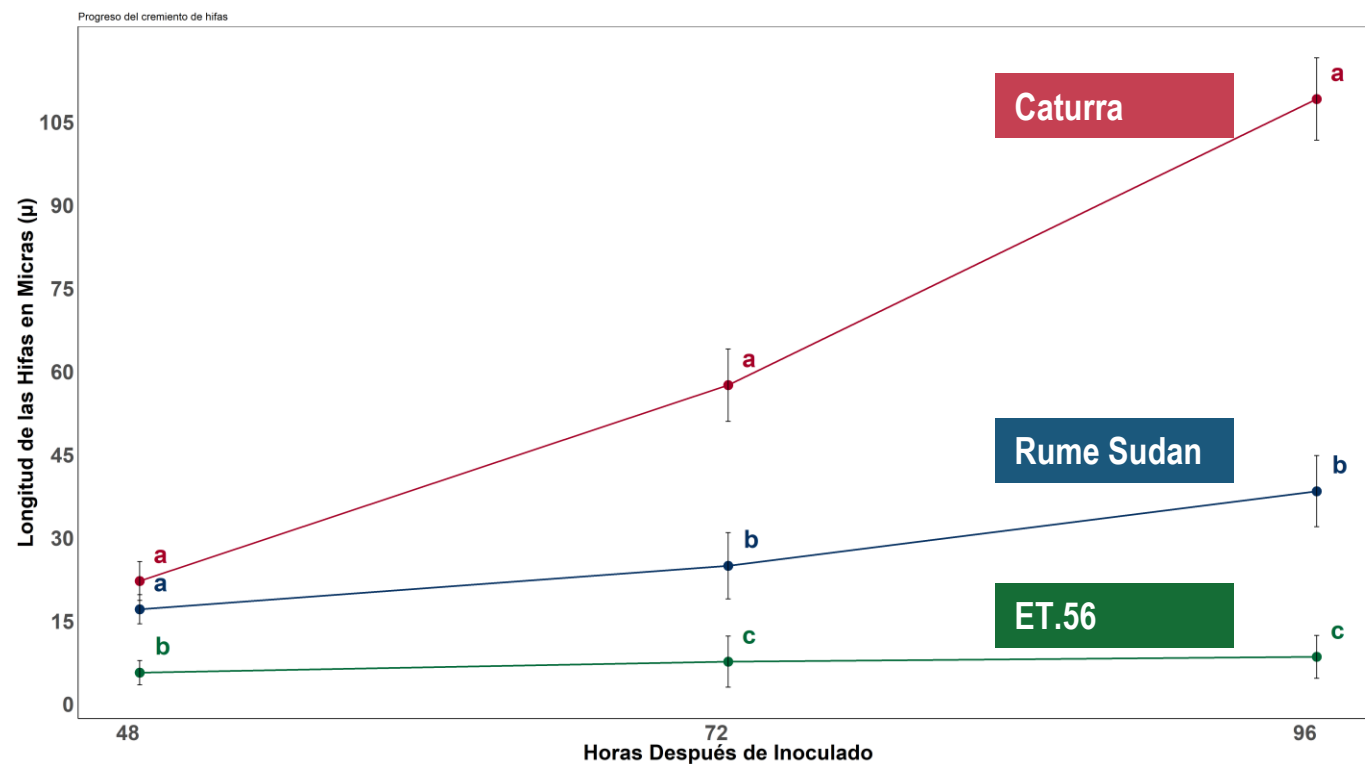


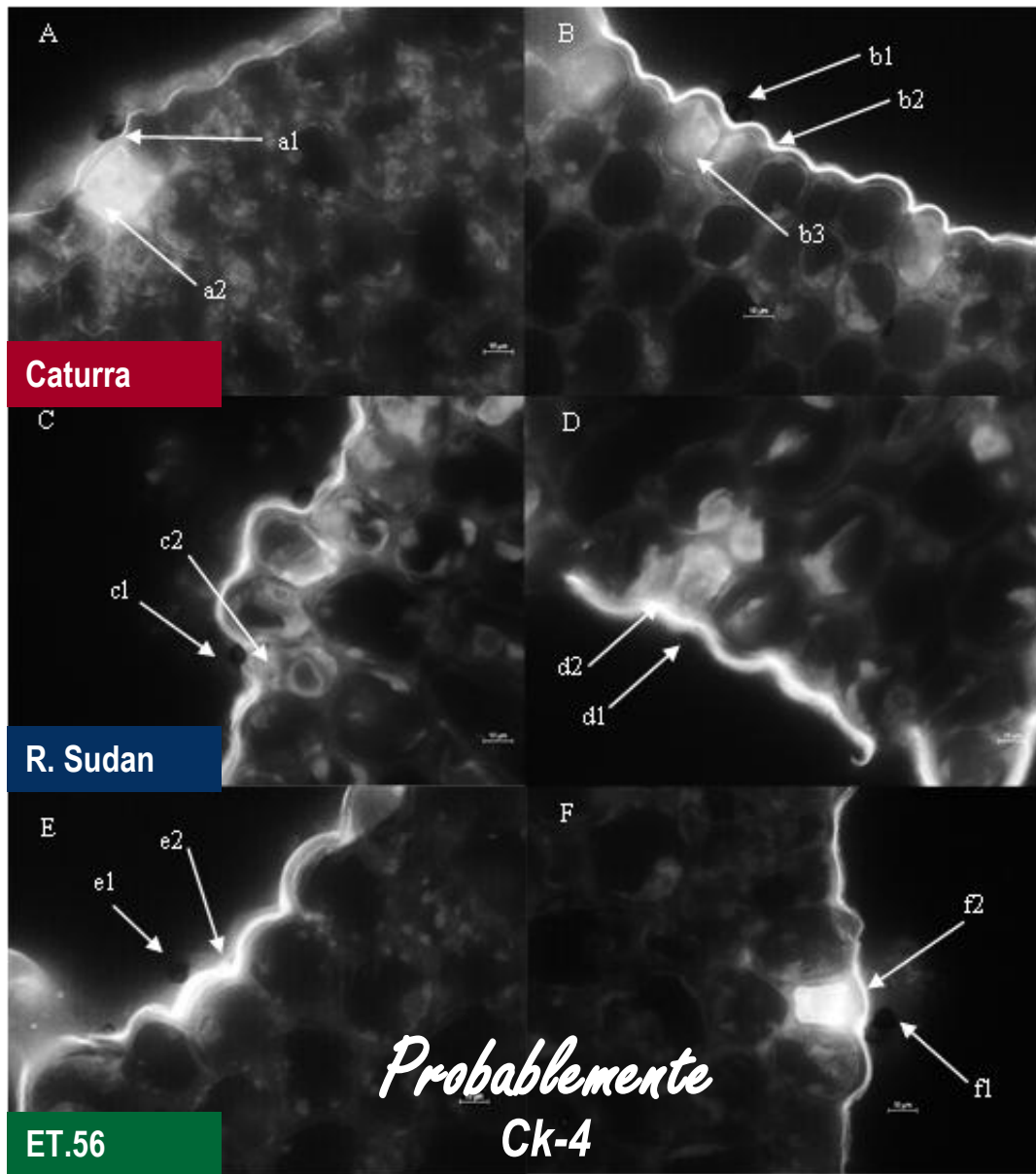
ET.56: Apresorios y ausencia de la fase necrotrófica.



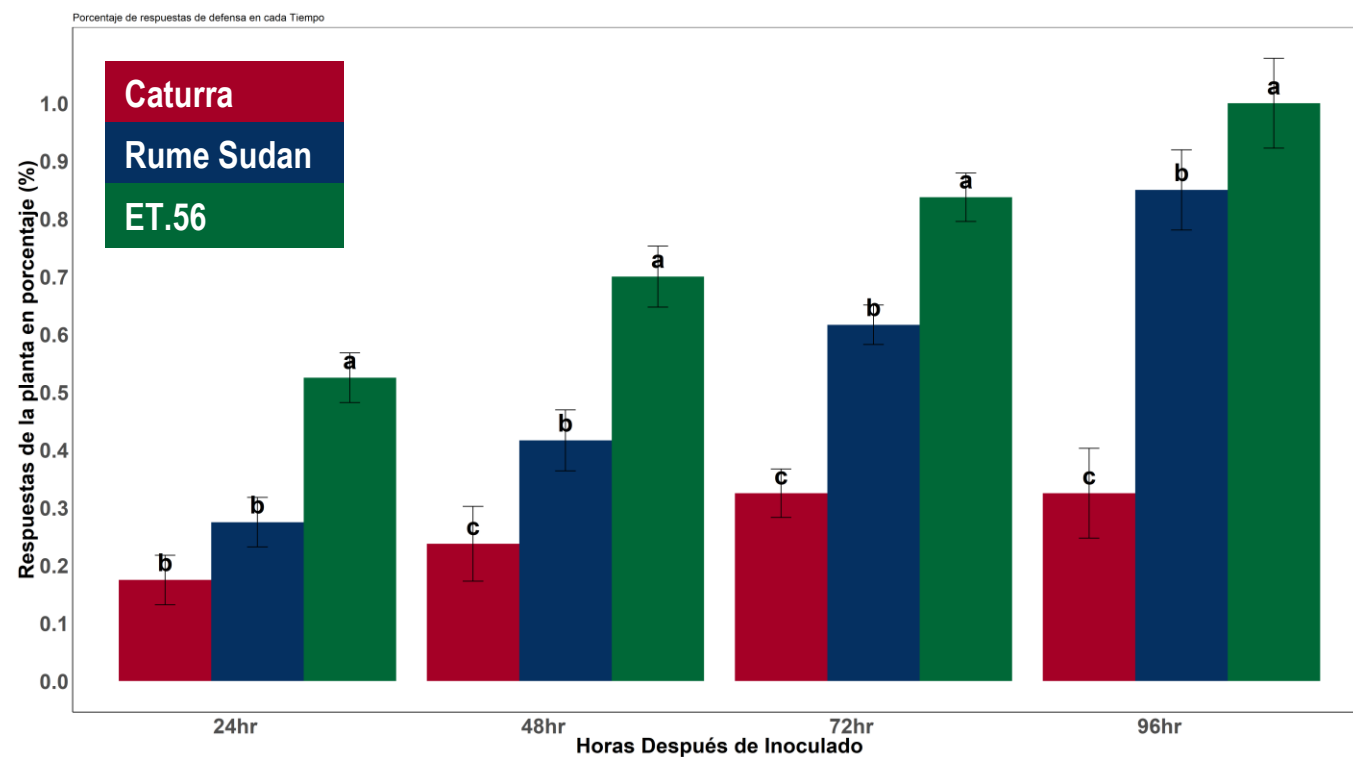
*Probablemente
Ck-4*

Método 2, Citológico – Tamaño de hifas de *C. kahawae* en dos fuentes de resistencia





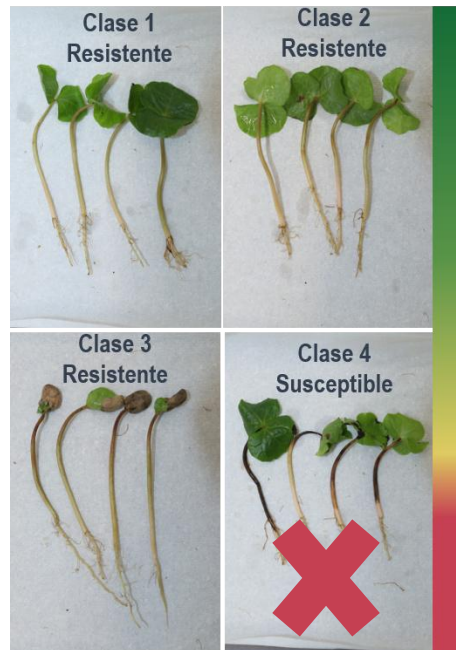
Método 3, fluorescencia – Expresión de la Fluorescencia en P. Celular + C. Celular



Sobrevivencia de hipocótilos resistentes a CBD



28 DDI



Hoy



Angola – Camerún - Kenia

Evidencia de la existencia de patotipos

Progenitores / Población		Angola	Camerún	Kenia
Rume Sudan		31%	36%	92%
Iapar-59 x Rume Sudan	745	17%	20%	65%
	746	8%	11%	43%
	751	28%	24%	60%
	752	8%	29%	52%
	753	38%	24%	61%
	754	21%	7%	47%
	755	11%	14%	55%
	758	32%	14%	58%
	759	43%	24%	67%
Iapar-59		0,0%	0,0%	0,0%
Caturra		0,0%	0,0%	3%
SL.28		0,0%	0,0%	0,0%

*La resistencia a C. kahawae
no es específica*

*Se confirma la existencia de
interacción CBD-Genotipo*

Rodrigues Jr. & Varzea (1993)
Quiroga-Cardona et al., (2024)
Quiroga-Cardona et al., (2026)

Evidencia de la existencia de patotipos

Progenitores / Población		Angola	Camerún	Kenia
ET.56		28%	88%*	79%
lapar-59 × ET.56	781	9%	9%	56%
	782	27%	37%	82%
	783	34%	26%	83%
	784	11%	7%	63%
	785	28%	11%	80%
	786	32%	35%	77%
	788	42%	13%	72%
	791	19%	9%	42%
	792	18%	1%	71%
	795	50%	32%	58%
	796	53%	33%	78%
lapar-59		0,0%	0,0%	0,0%
Caturra		0,0%	0,0%	3%
SL.28		0,0%	0,0%	0,0%

*Corresponde a evaluaciones históricas

*La resistencia a C. kahawae
no es específica*

*Se confirma la existencia de
interacción CBD-Genotipo*

Rodrigues Jr. & Varzea (1993)
Quiroga-Cardona et al., (2024)
Quiroga-Cardona et al., (2026)

Consolidación de resultados



Article

Potential of the Colombian Coffee Collection as a Source of Genetic Resistance to *Colletotrichum kahawae* JM Waller and PD Bridge

Julio Quiroga-Cardona^{1,2,*}, Vitor Manuel Pinto Várzea³, Esther Cecilia Montoya-Restrepo⁴, Álvaro León Gaitán-Bustamante⁵ and Claudia Patricia Flórez-Ramos¹



eISSN: 1984-3909
Coffee Science, e192230, 2024

Doi: <https://doi.org/10.25186/v19i.2230>

Characterization in populations of *Coffea arabica* L. for resistance to CBD using molecular markers

Luisa F. López-Monsalve¹, Julio Quiroga-Cardona¹, Natalia Arango López², Carlos A. Ramírez-Cardona¹, Claudia P. Flórez-Ramos¹



Colombian Coffee Collection as a source of genetic resistance to CBD (*Colletotrichum kahawae*)

Julio Quiroga-Cardona^{1*}, Vitor Manuel Pinto Várzea², Esther Cecilia Montoya-Restrepo³, Álvaro León Gaitán-Bustamante⁴, Claudia Patricia Flórez-Ramos¹ Plant Breeding, National Coffee Research Center, Cenicafé, Manizales, Colombia; 2LEAF – Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomía, Lisboa; 3Biostatistics, National Coffee Research Center, Cenicafé, Manizales, Colombia; 4Plant Pathology, National Coffee Research Center, Cenicafé, Manizales, Colombia

34420



Introduction
Coffee Berry Disease (CBD), caused by *Colletotrichum kahawae* [1], severely affects *Coffea arabica* and is currently limited to Africa [2]. Without control, it can cause over 80% yield loss. In non-resistant varieties, intensive fungicide use is required [3,4]. Developing resistant varieties is the most sustainable strategy. In Colombia, Cenicafé has used the Timor hybrid TH CIFC 1343 to breed resistant lines using molecular markers, field trials, and hypocotyl inoculation. Since 1997, Cenicafé and CIFC have assessed nine *C. arabica* populations using diverse isolates. This study aimed to establish a resistance classification scale and identify new resistance sources within the Colombian Coffee Collection (CCC).

Each resistance class was established according to the percentage of hypocotyls with phenotypic reactions of severity between 1 and 3, that is, classified as resistant.

Table 1. Average percentage of hypocotyls resistant to *C. kahawae* by class and their respective confidence intervals.

Resistance class	Repetitions	Mean	LI	LS
High (HR)	300	85.3 a	84.0	86.6
Moderate (MR)	1565	55.9 b	54.4	57.5
Low (LR)	16,828	37.8 c	37.3	38.4
Very Low (VLR)	12,740	6.1 d	5.8	6.4

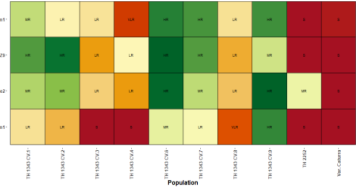


Figure 1. Classification of resistance to the Cam1, Que2, Z9, Zim1, and Zim2 isolates of *C. kahawae* in TH CIFC 1343 and TH CIFC 2252. Although there is no conclusive evidence for the existence of races in *C. kahawae*, our results suggest

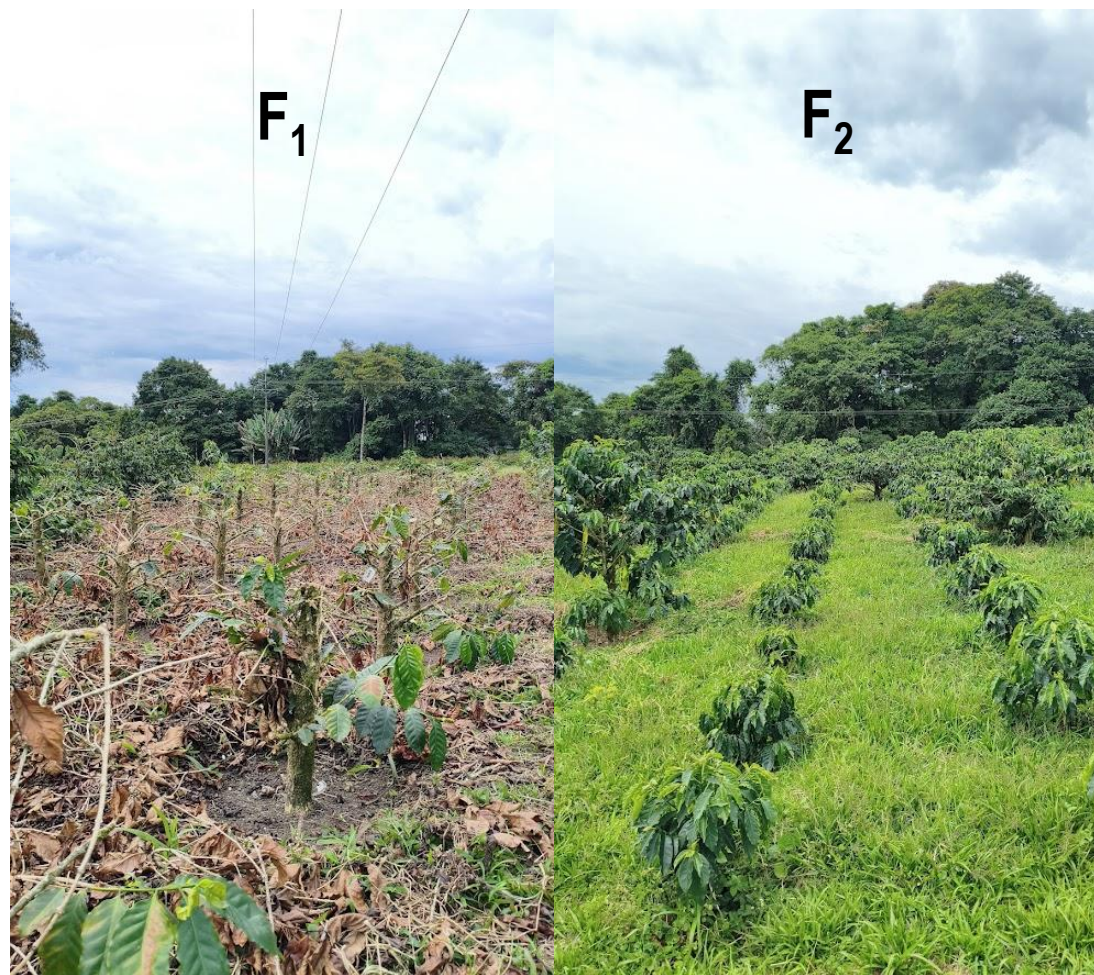


Article

Genetic Control of Resistance to *Colletotrichum kahawae* in Coffee: Evidence of Polygenic Inheritance and Differential Host Genotype Responses to Pathogen Isolates

Julio Quiroga-Cardona^{1,2,*}, Andreia Loureiro^{3,4}, Vitor Manuel Pinto Várzea^{3,4}, Claudia Patricia Flórez-Ramos¹ and Maria do Céu Silva^{3,4,*}

¿Que sigue?



- Evaluar y avanzar las poblaciones F2.
- Usar de otras fuentes de la resistencia.
- Continuar con la estrategia de diversidad genética.
- Identificar de marcadores moleculares.

Conclusiones

- Fuentes **Rume Sudan** y **ET.56** identificadas y caracterizadas como nuevas fuentes de resistencia a CBD para Colombia.
- La resistencia a *C. kahawae* **no puede explicarse solo por el modelo de un gen (R)** y aunque es un carácter cuantitativo **existe dominio de la influencia genética** sobre la resistencia.
- Se confirma **la existencia de patotipos** en *C. kahawae*, lo que demuestra **la importancia de ampliar la base de resistencia** a *C. kahawae* en las variedades de café.
- Se debe avanzar al **estudio de expresión diferencial** para validar que los mecanismos de resistencia en HdT CIFC 1343, Rume Sudan y ET.56 son efectivamente diferentes.

Agradecimientos

