



Defensa del café frente a la broca, principal plaga del cultivo

Diana María Molina Vinasco
Mejoramiento genético

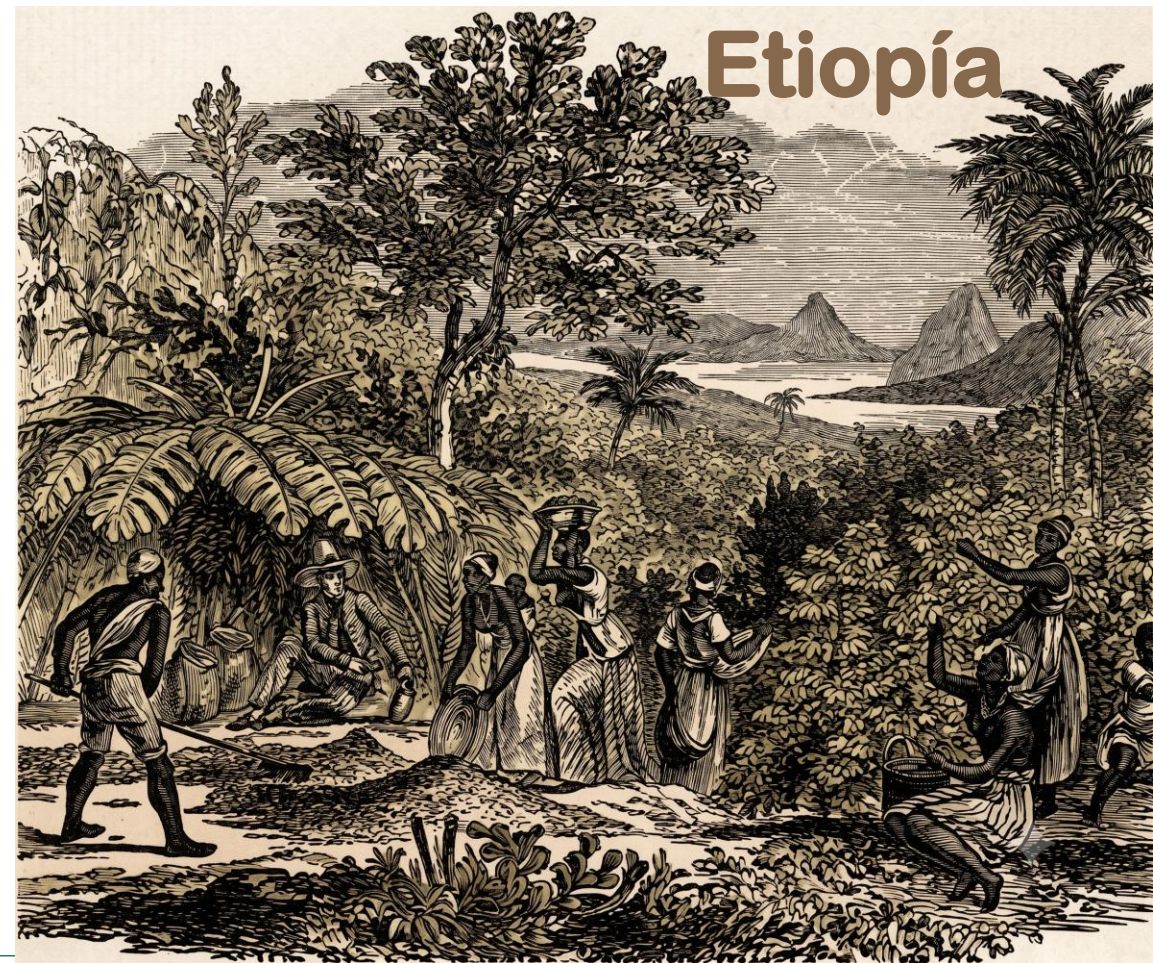
SABEMOS
LO QUE HACEMOS

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café


Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia



Coffea arabica





Origen y distribución



Coffea arabica



Origen y distribución



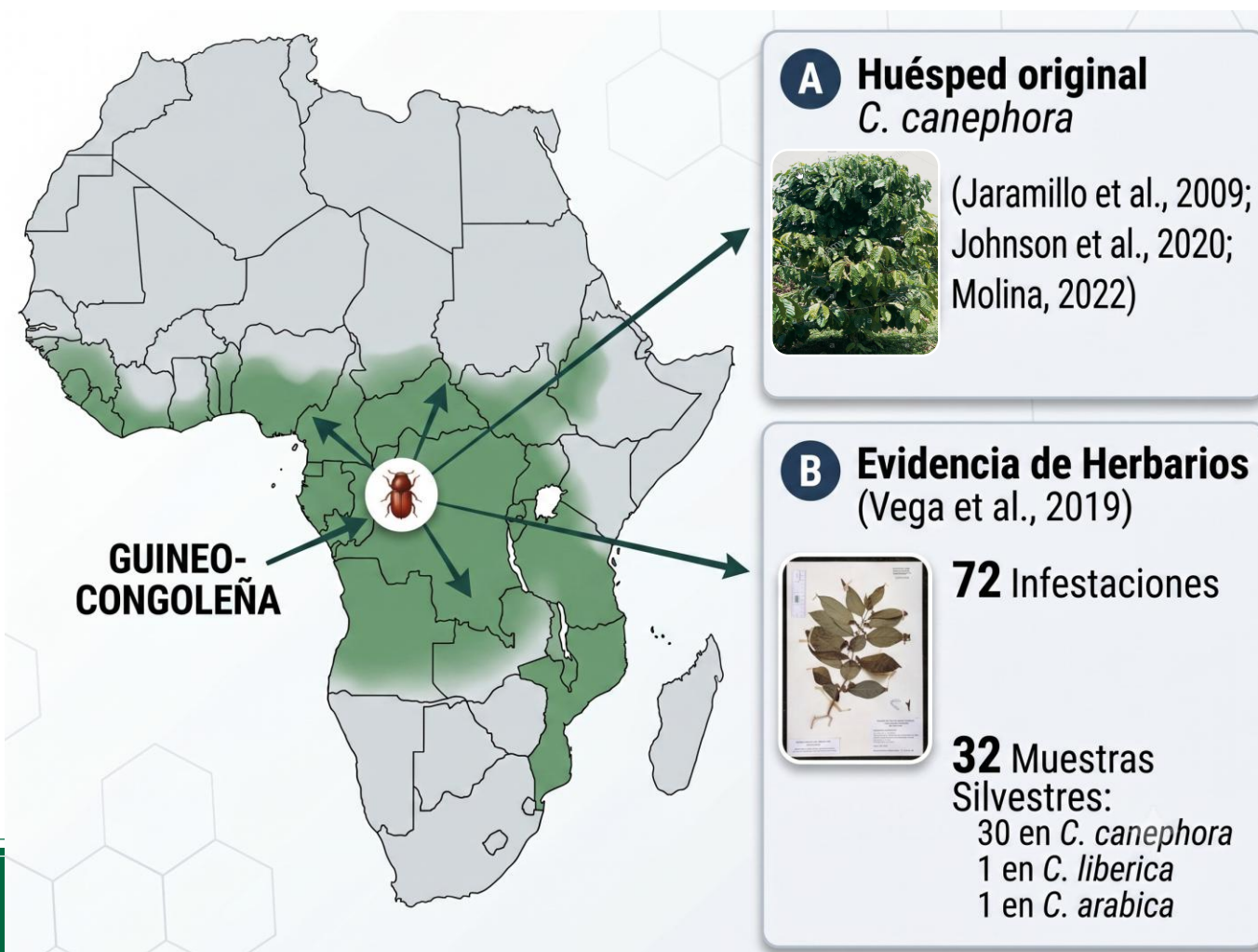


Origen y distribución



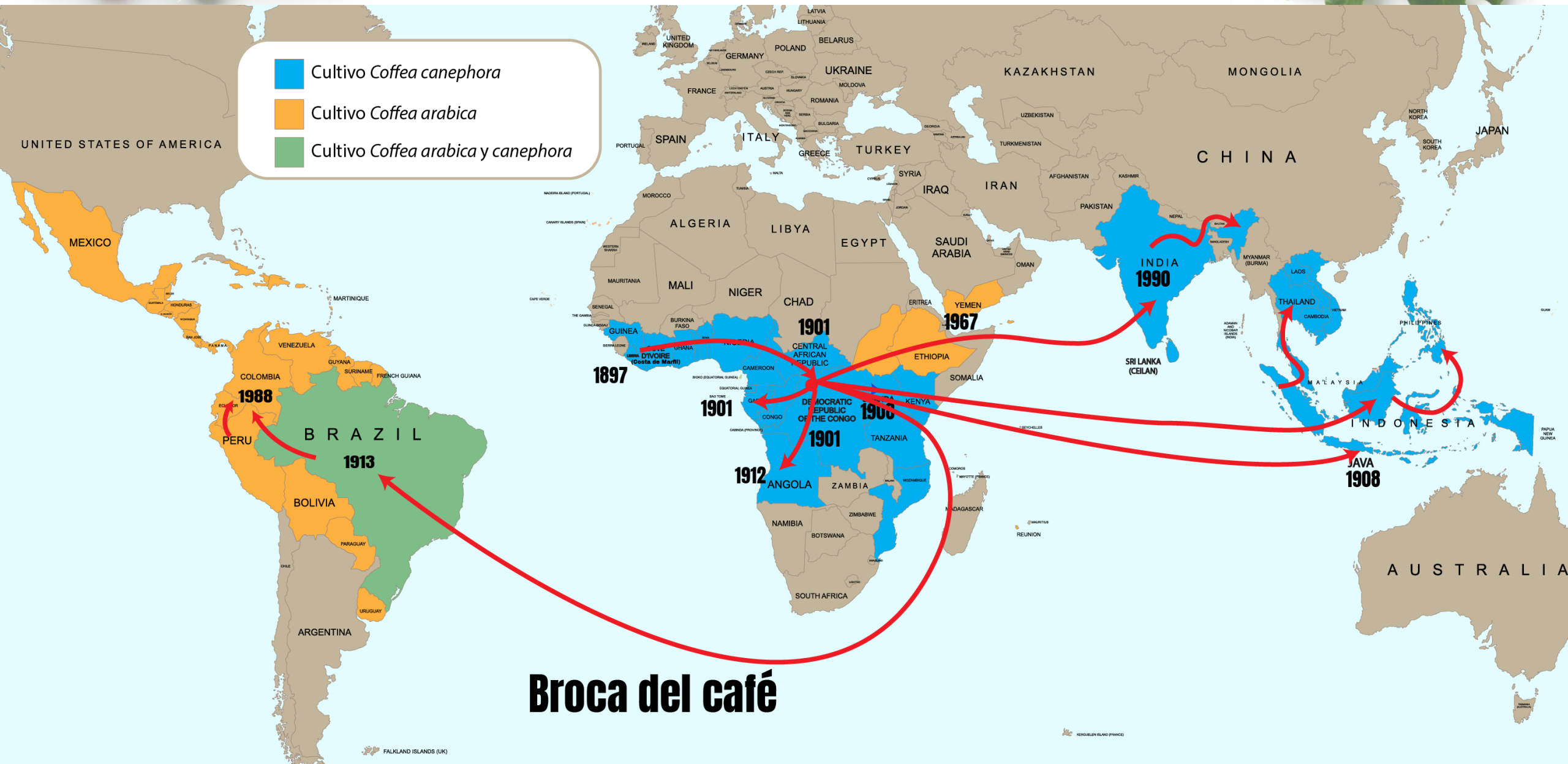


Origen de la broca del café (*Hypothenemus hampei*)





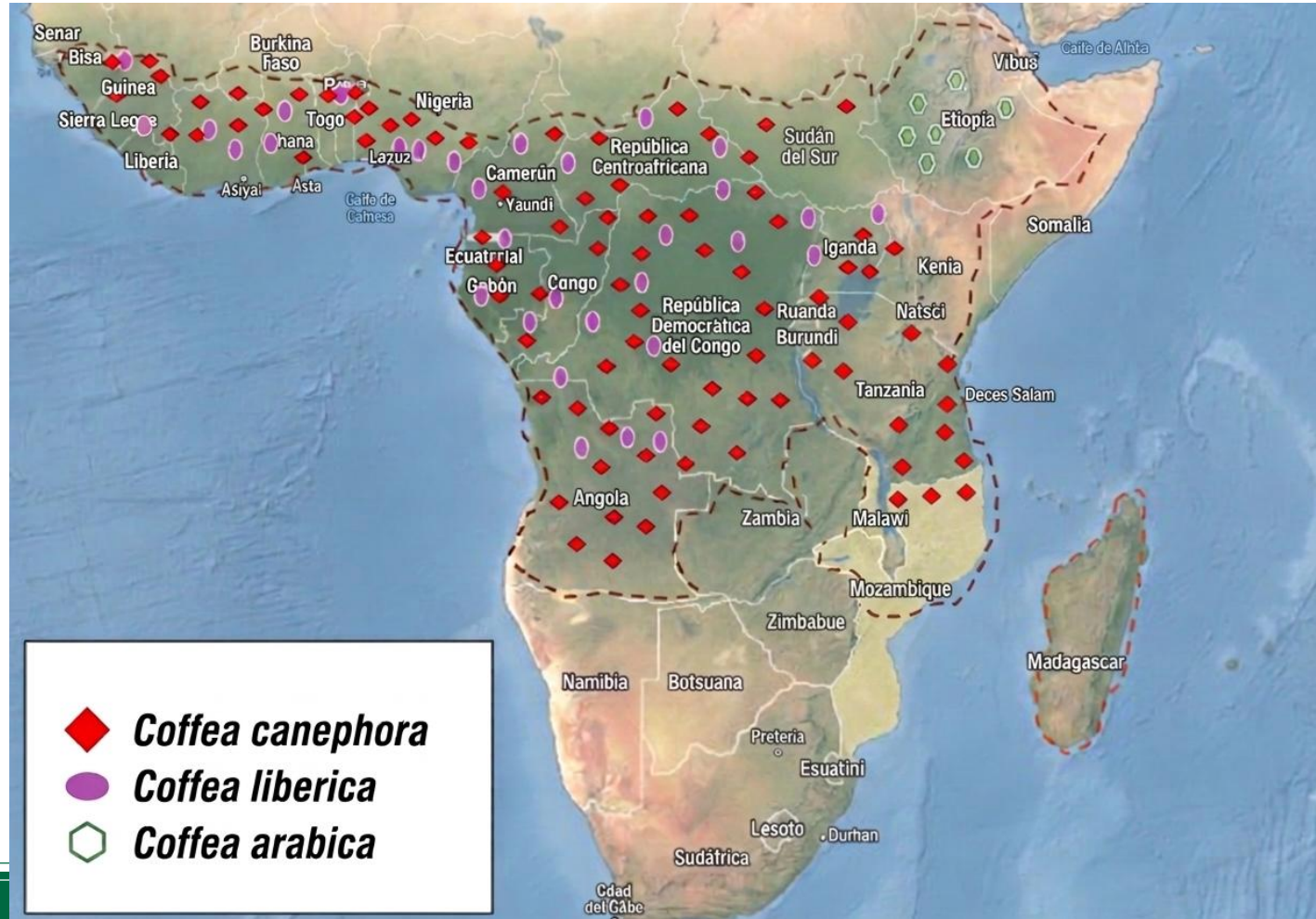
Origen y distribución



Broca del café



Origen especies género *Coffea*





*Coffea
liberica
Abeokutae*
Antibiosis

*Coffea
canephora*
Susceptible



*Coffea
arabica*
Susceptible



**Búsqueda de
resistencia a
la broca en
café**

*Coffea
liberica
Excelsa*
Antibiosis



*Coffea
liberica*
Antibiosis





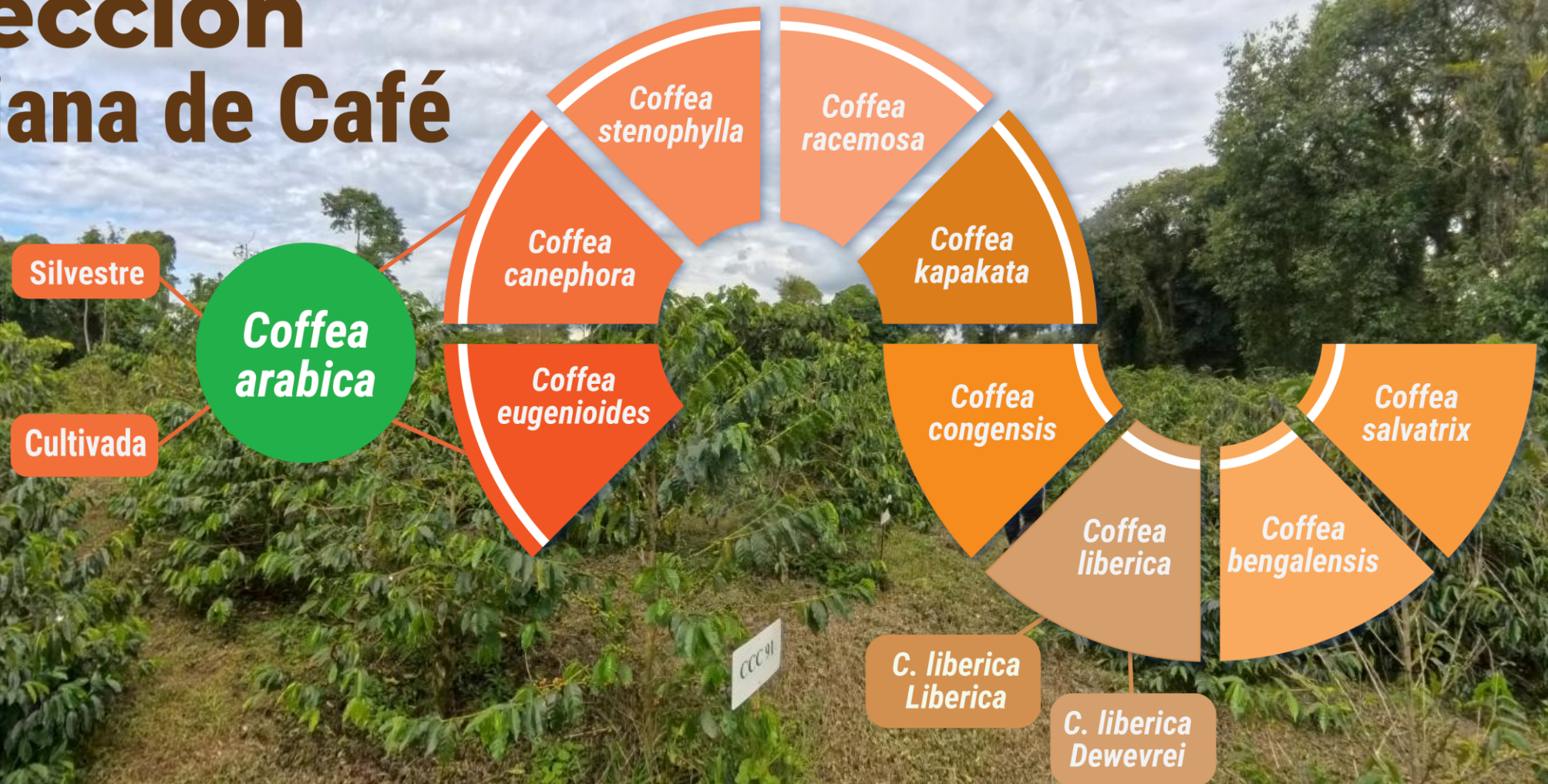
*Coffea
eugenioides*
Antibiosis

Búsqueda de
resistencia a la
broca en café

*Coffea
Kapakata*
Antibiosis

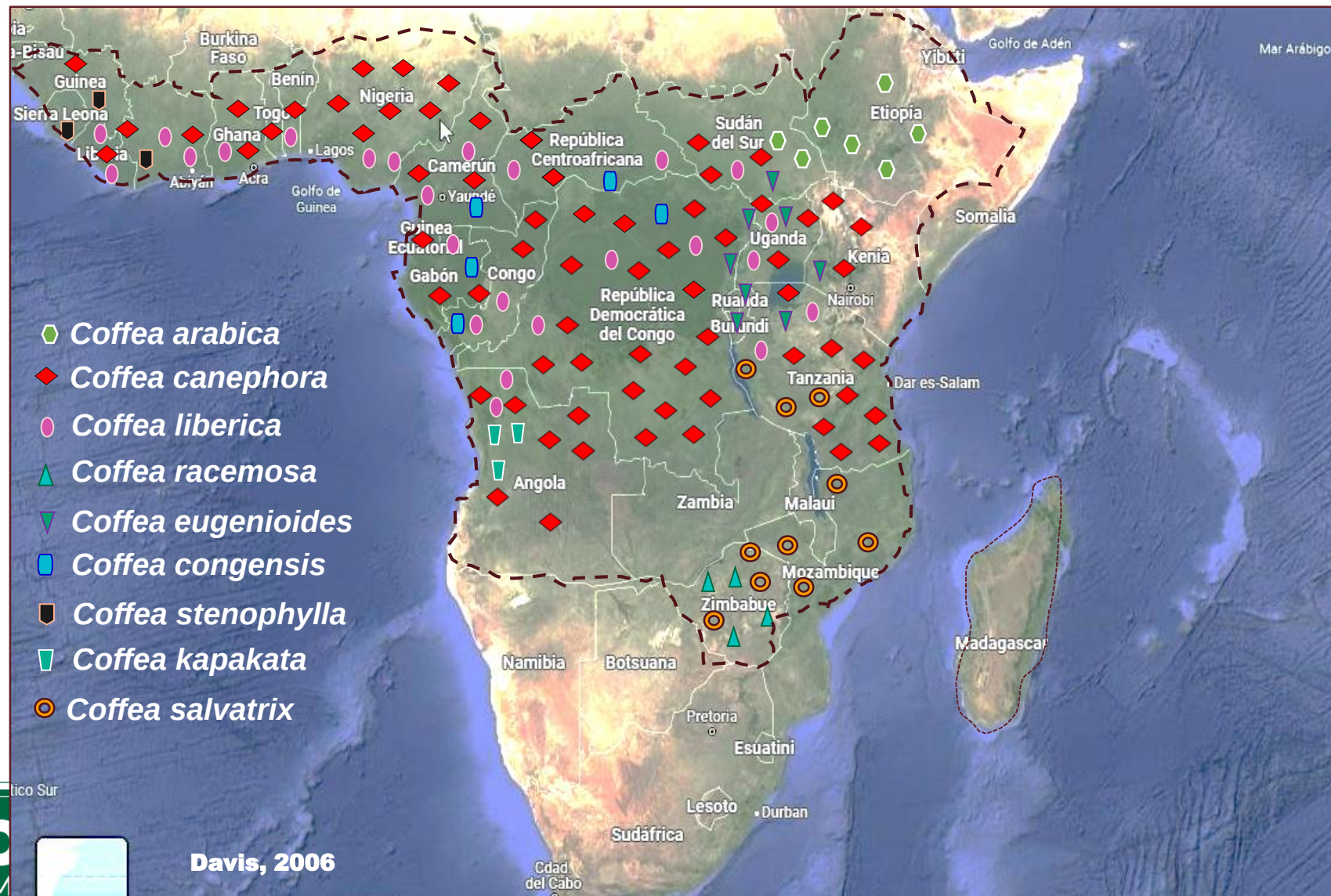
*Coffea
bengalensis*
Antibiosis

Colección Colombiana de Café





Origen especies género *Coffea*





Colección colombiana de café



Coffea arabica
885 (85,26%)



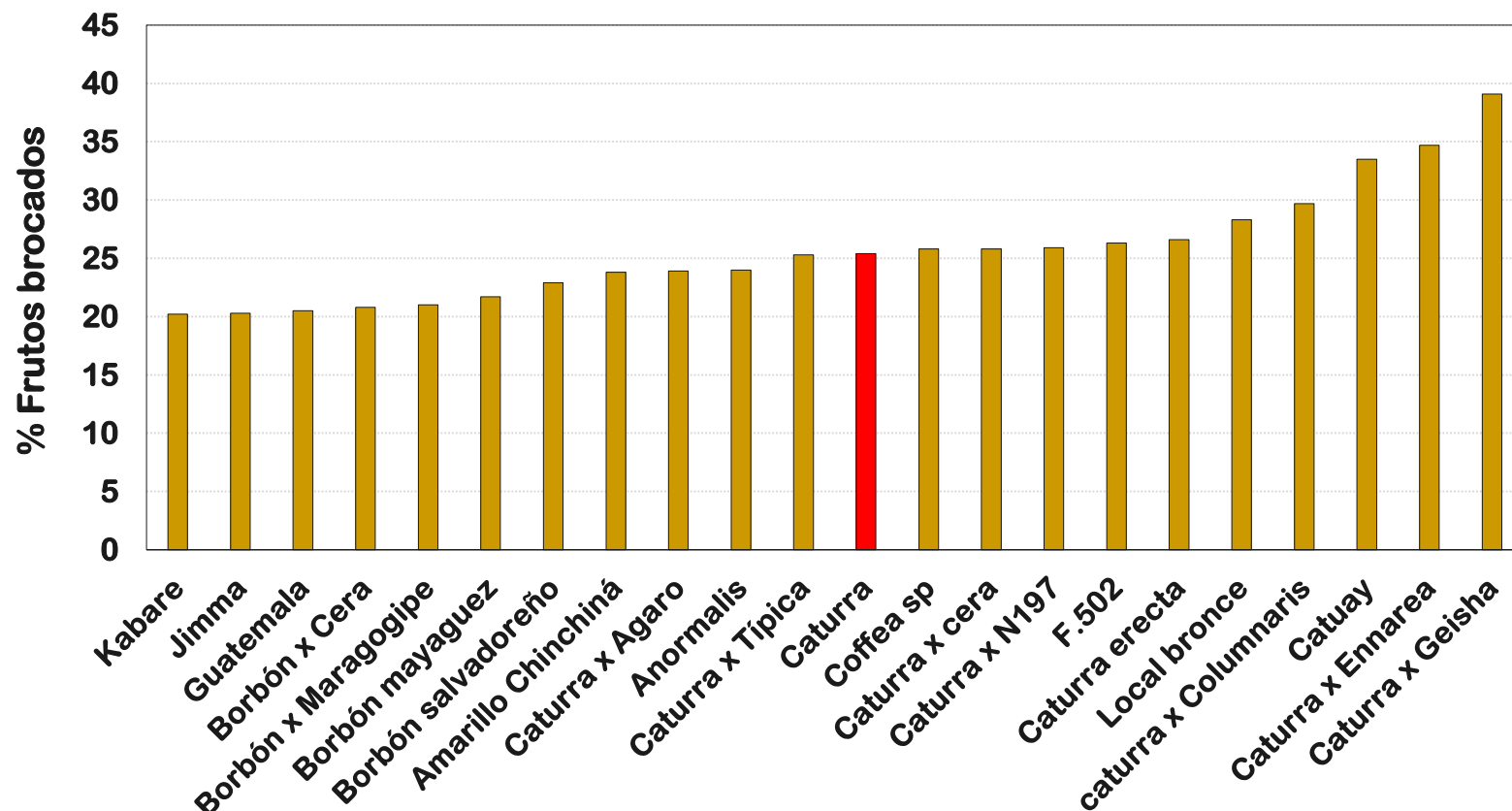
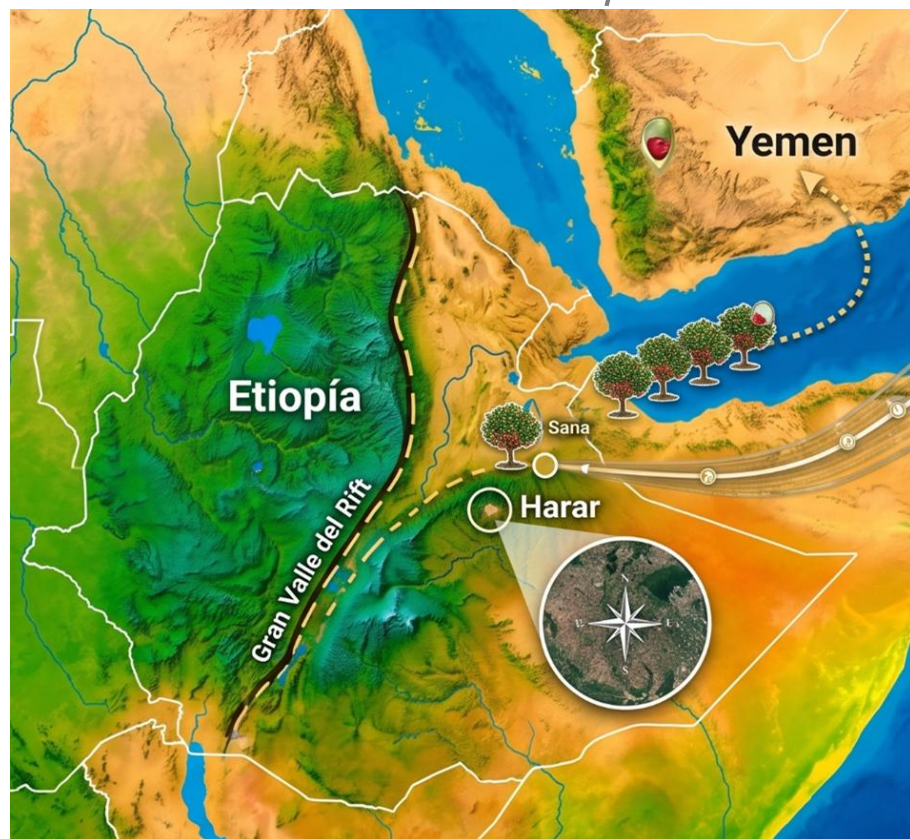
Coffea canephora
93 (9,32%)



Coffea liberica
19 (1,54%)

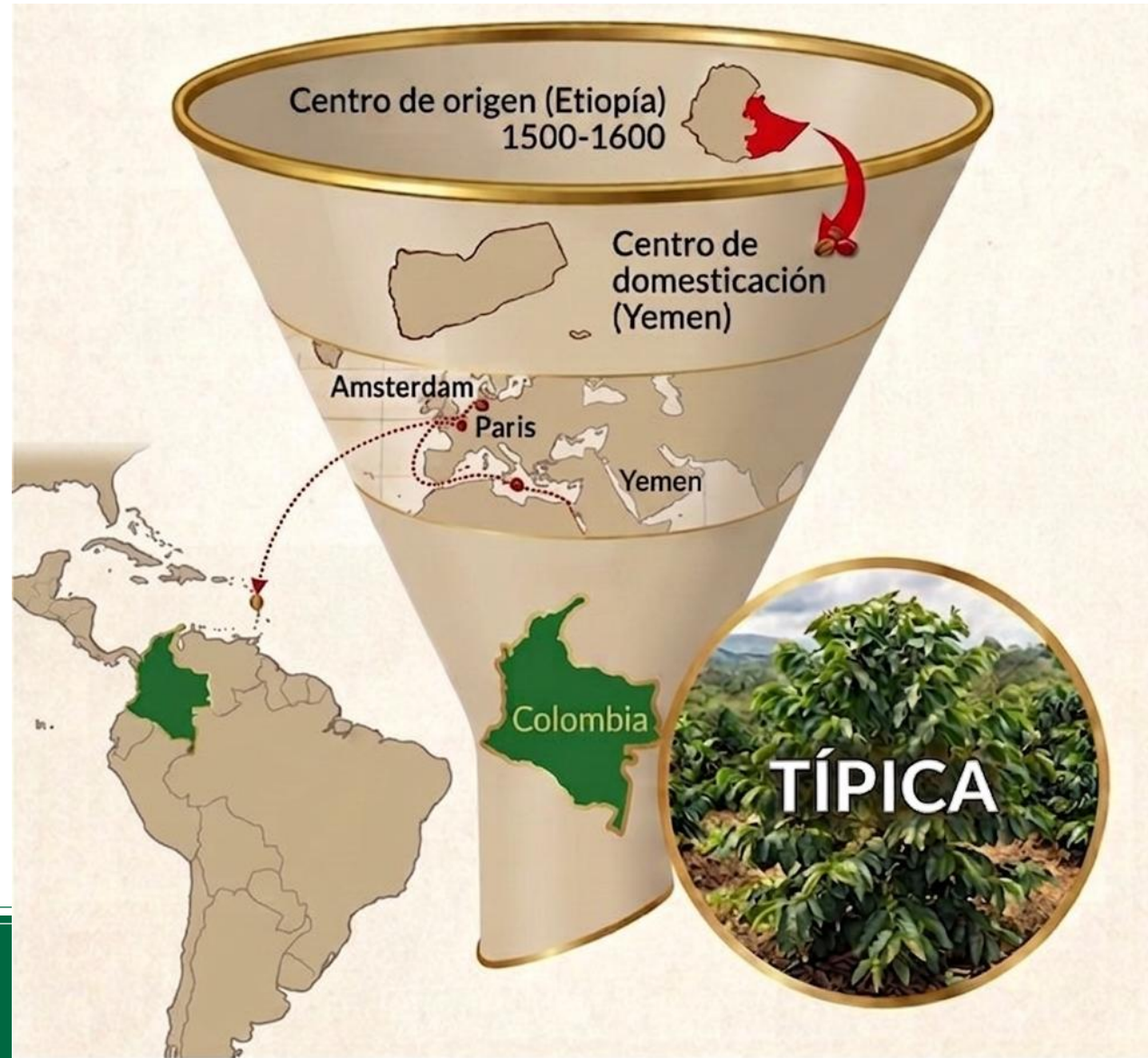


Búsqueda de resistencia la broca en CCC





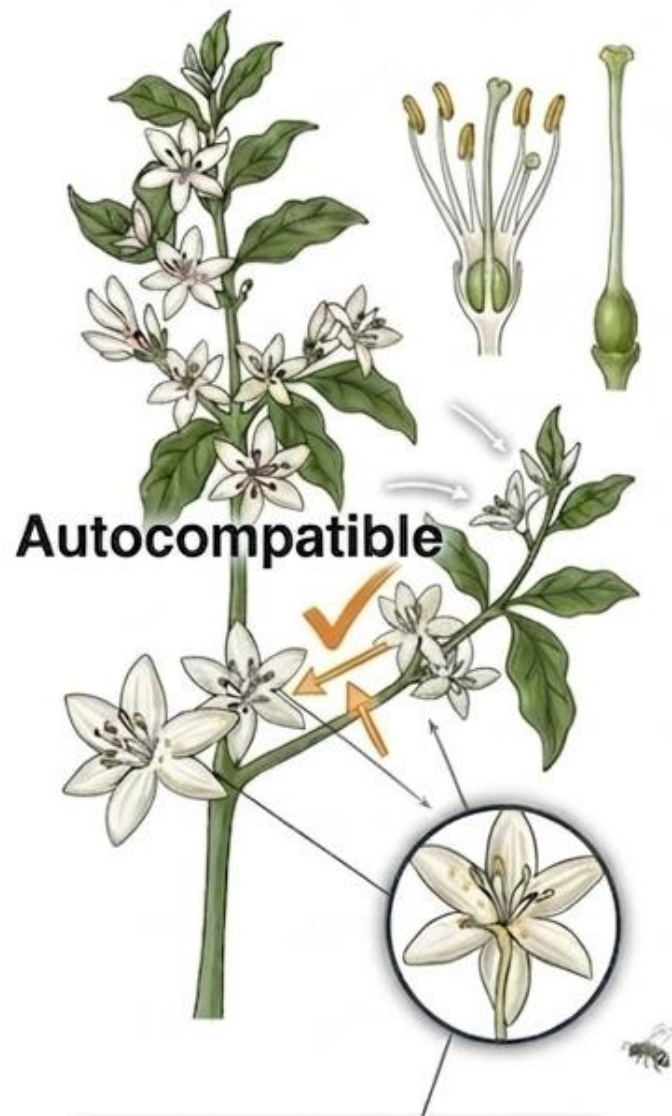
Domesticación *Coffea arabica*



Domesticación *Coffea arabica*

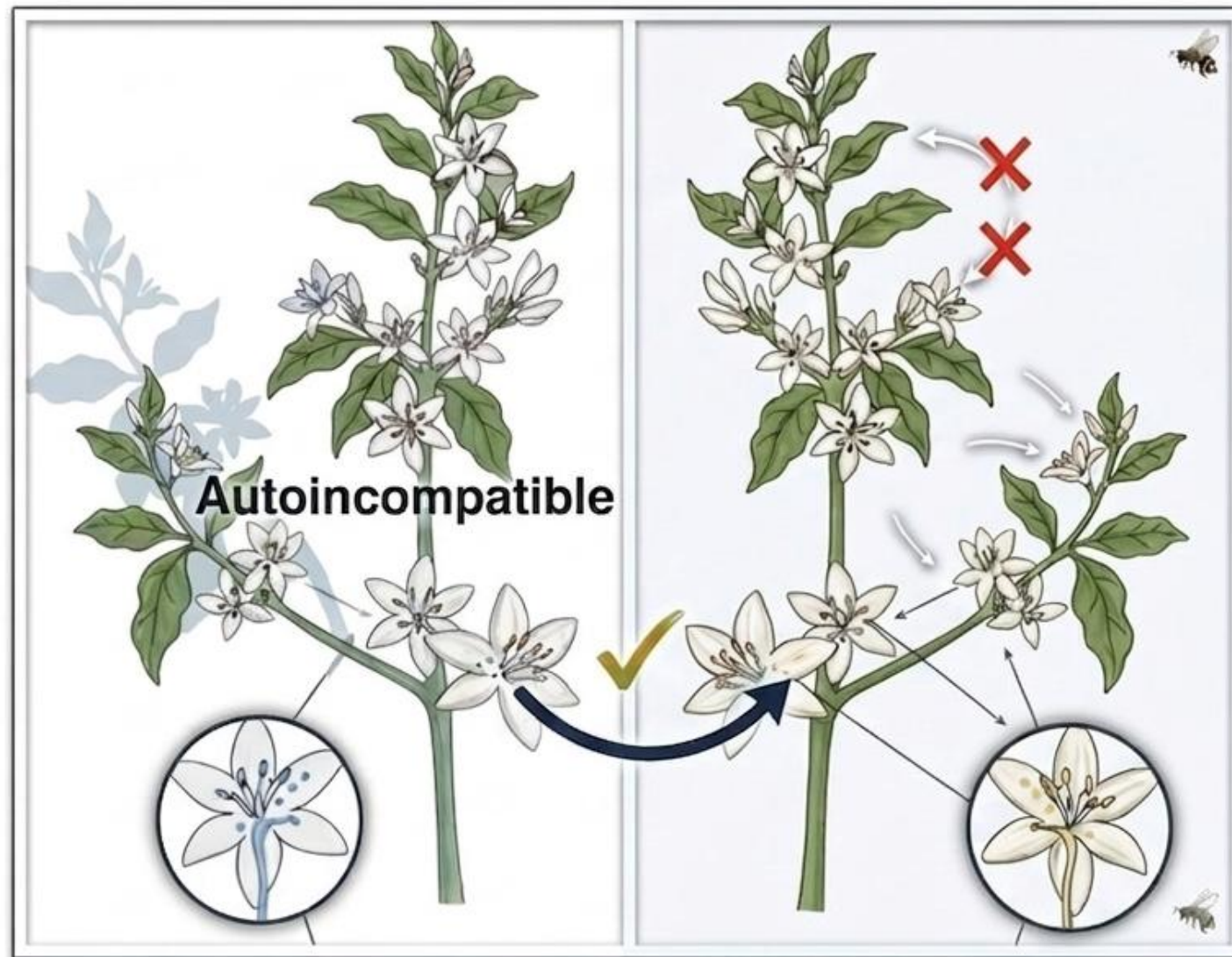


Coffea arabica



Fecundación polen
misma planta

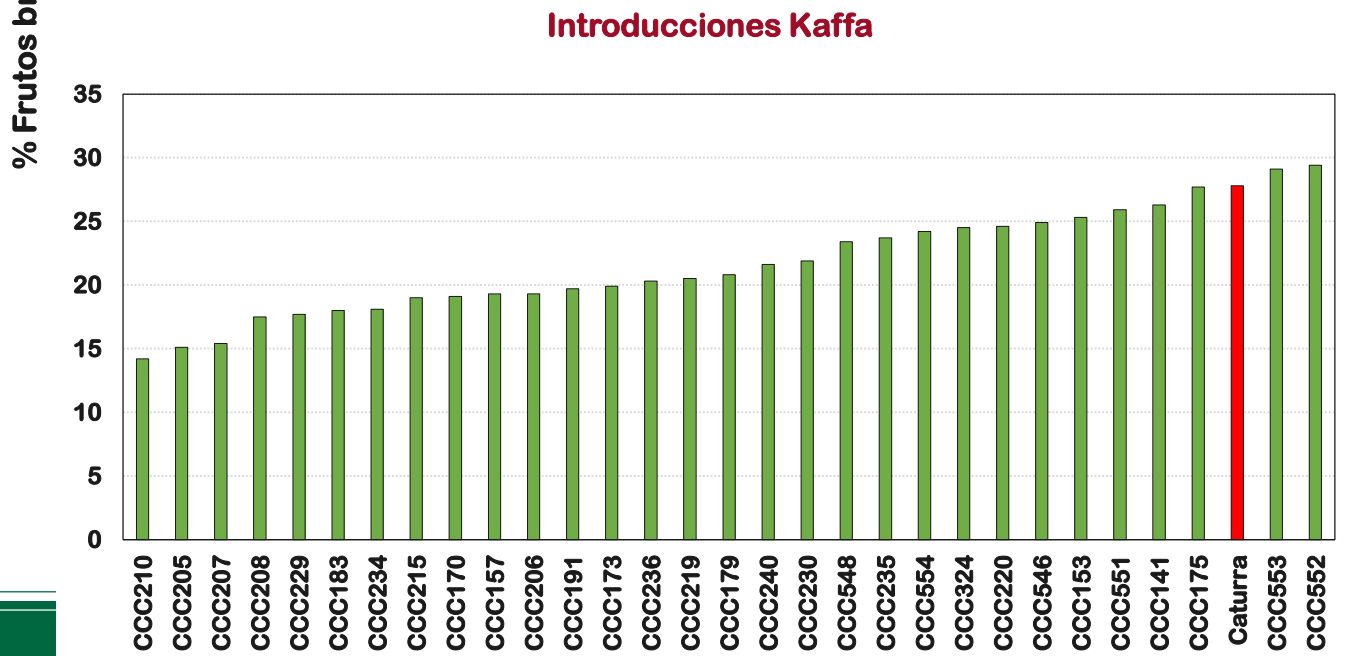
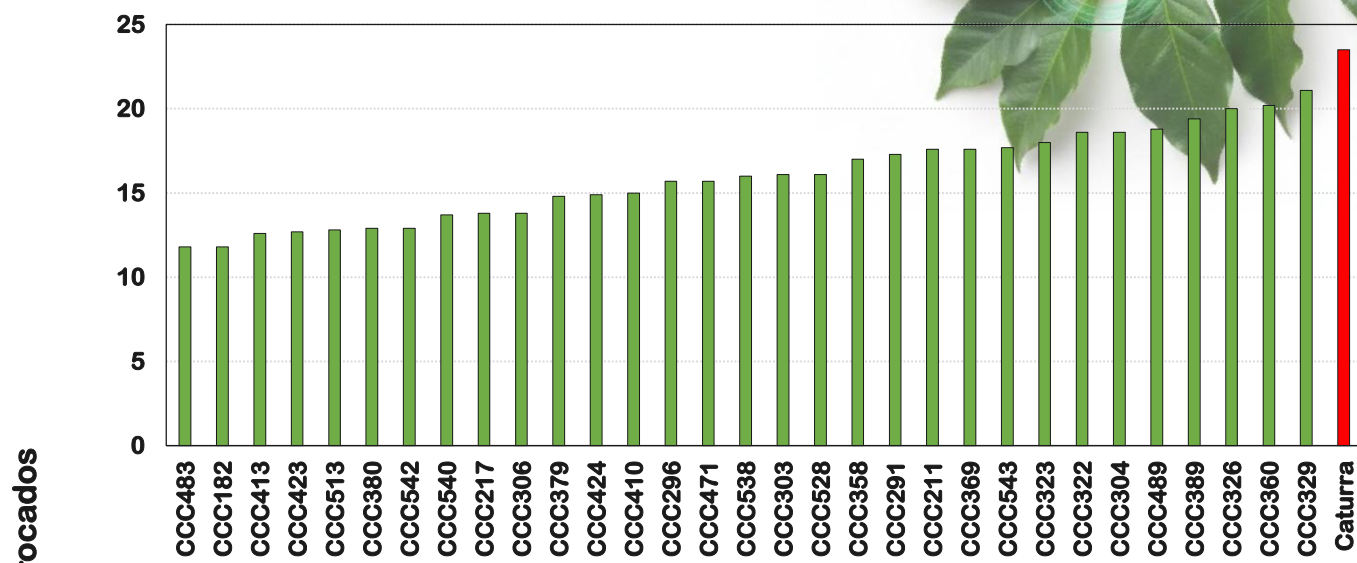
Especies diploides de *Coffea*



Fecundación polen
otras plantas

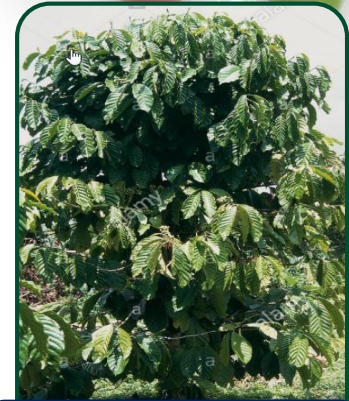


Búsqueda de resistencia a la broca en CCC



Introducciones Kaffa, Gojjam, Illubabor

Origen *Coffea arabica*



X

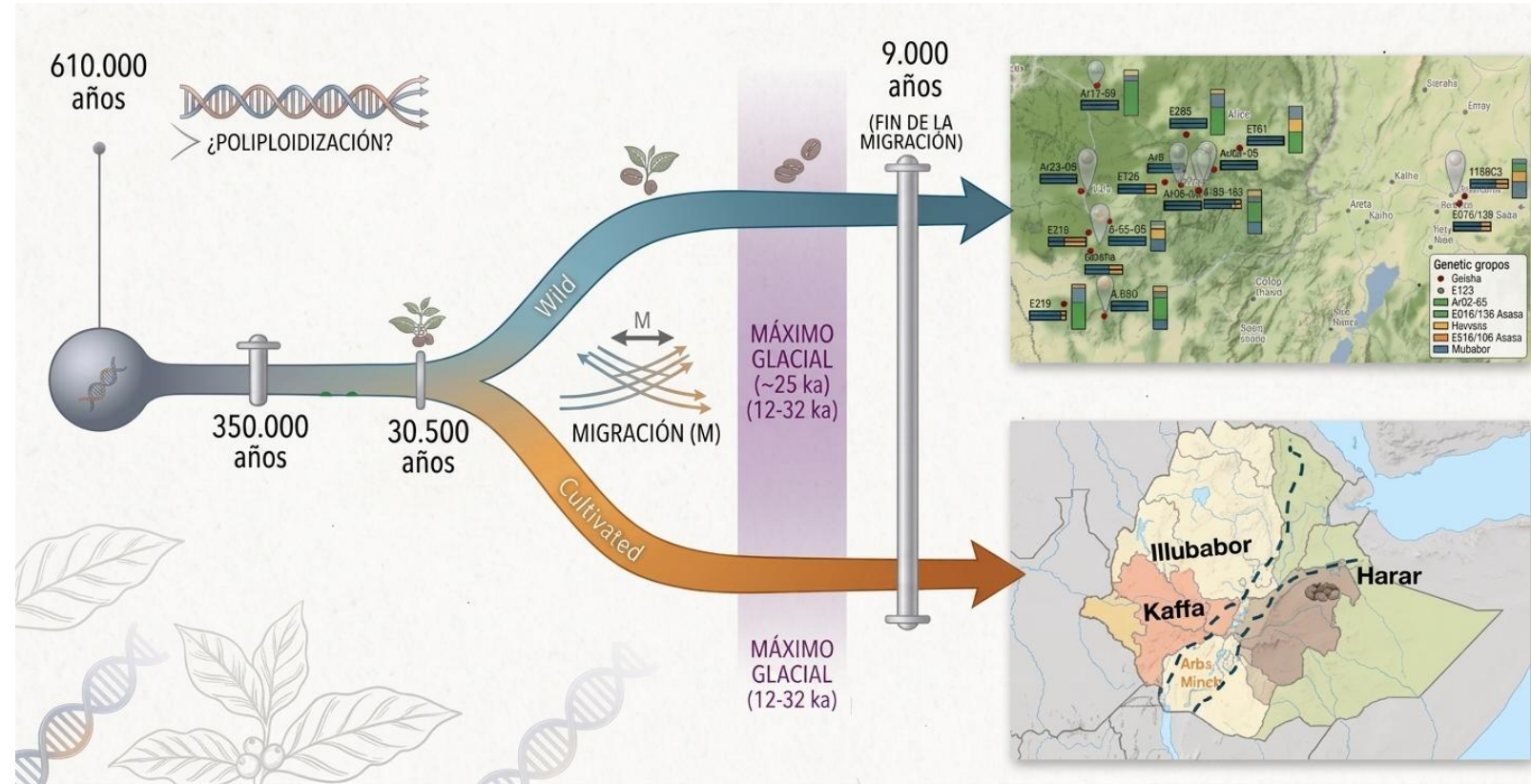


*Coffea
canephora*

*Coffea
eugenioides*

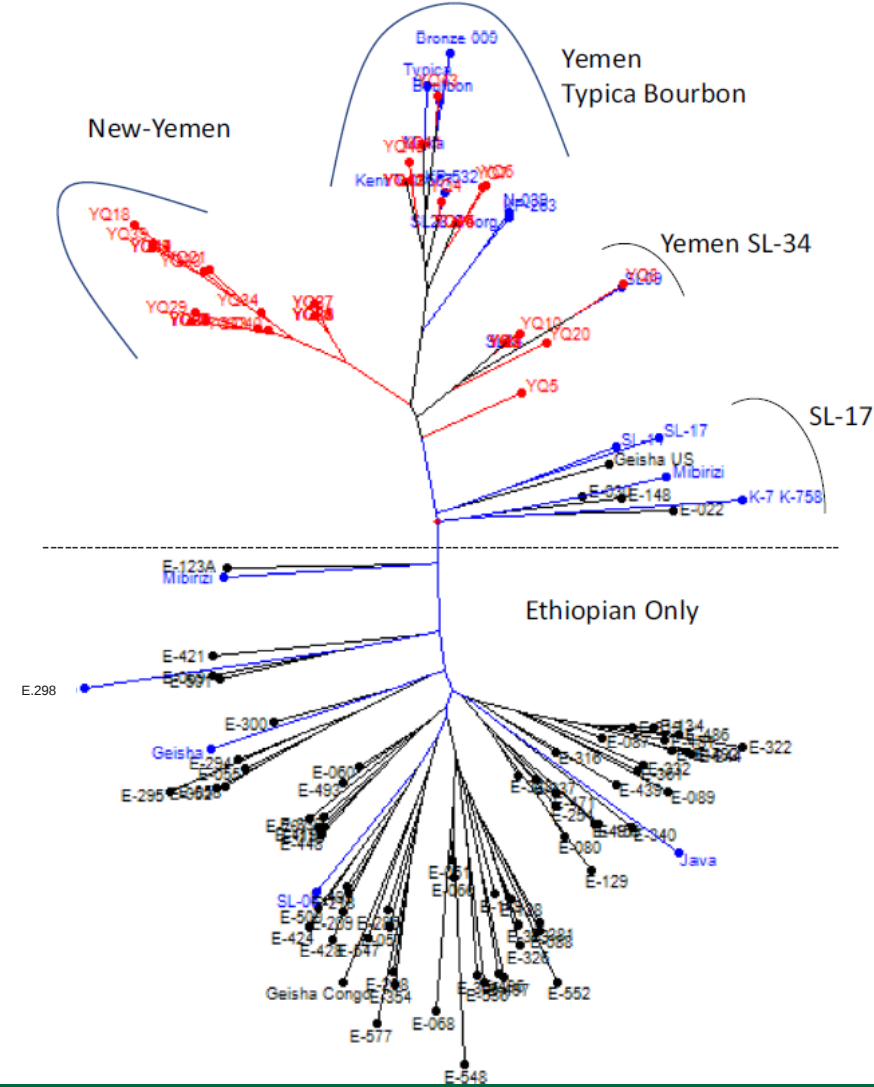


Coffea arabica





Diversidad *Coffea arabica*



Introducciones silvestres *Coffea arabica*



Resistencia a la roya

(Eskes, 1983; Sylvain, 1955; Montagnon y Bouharmont, 1996)



Resistencia al CBD

(Montagnon y Bouharmont, 1996)



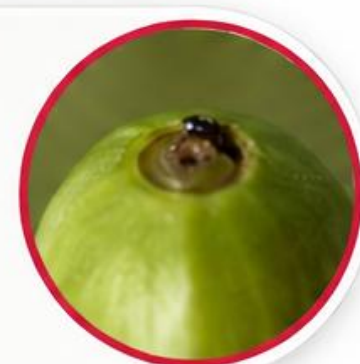
Resistencia a nematodos

(Anzueto et al., 2001)



Antibiosis a broca

(Romero y Cortina, 2004; Molina et al., 2022; Molina et al., 2025)



Tolerancia a déficit hídrico

(Molina y Medina, 2022)

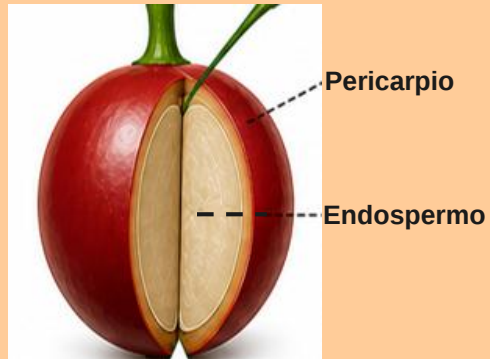


Excelente calidad sensorial bebida

(Moncada et al., 2019; Arias et al., 2025)



Fruto del café



Compuestos defensa:

Alcaloides: cafeína

Compuestos fenólicos: ácidos clorogénicos

Proteínas: inhibidores de proteasas

Genotipo antibiosis



Menor oviposición

Mayor tiempo de duplicación

Genotipo susceptible



Mayor oviposición

Tiempo normal desarrollo estados

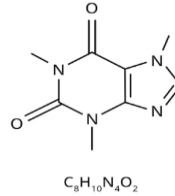
Defensas de café contra la broca

Alcaloides



Café

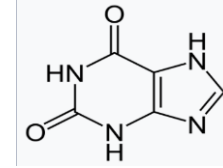
(Ashihara and Suzuki, 2004)



Cafeína



Citocromo p450
monooxygenasa



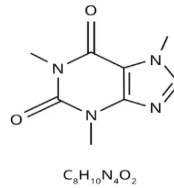
Xantinas

Simbiosis microbianas



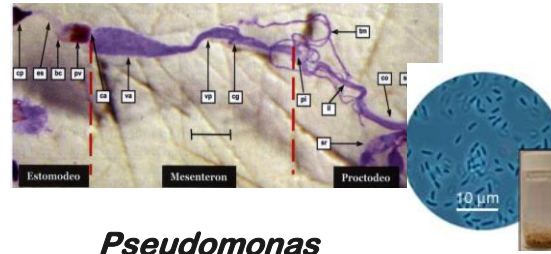
Café

(Ashihara and Suzuki, 2004)



Cafeína

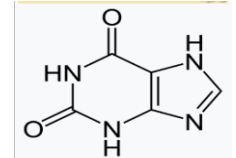
Ceja-Navarro et al., 2015)



Pseudomonas



Citocromo p450
monooxygenasa

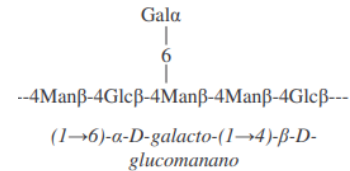


Xantinas

Transferencia horizontal

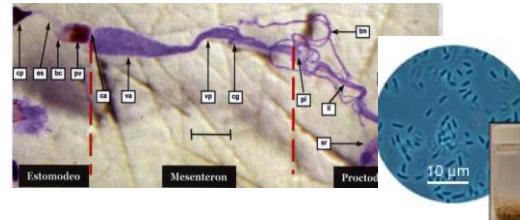


Café



Galactomananos

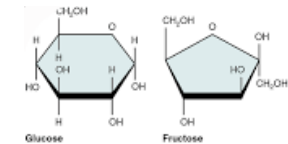
(Acuña et al., 2012)



Bacterias



Mananasa



Carbohidratos



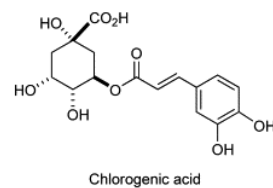
Defensas de café contra la broca



Compuestos fenólicos



Café



Ácido clorogénico



Semillas infestadas

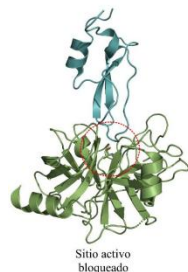
Castro-Moretti et al., (2020)

Infestación broca incrementa ácidos clorogénicos

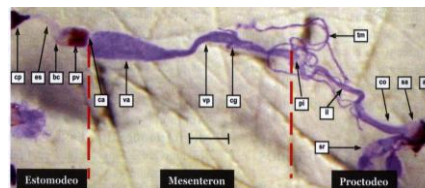
Inhibidores proteasas



Café



Inhibidores proteasas



Inhiben digestión proteínas

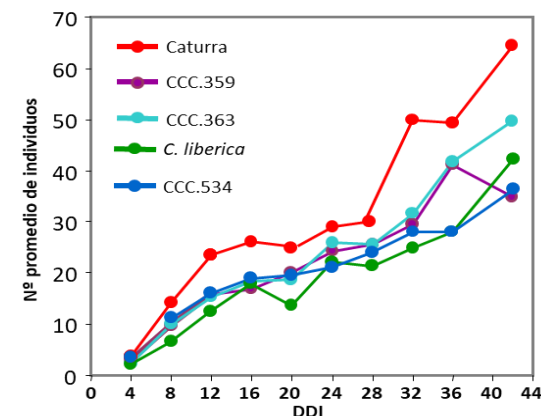
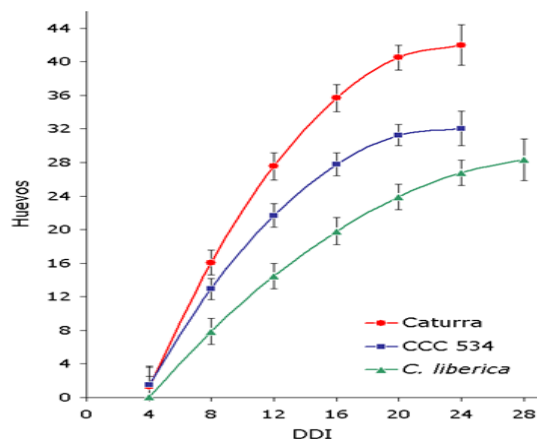
Molina et al., (2014)



Reducción tamaño y muerte larvas broca



Antibiosis



Efecto adverso ocasionado por una planta en el desarrollo, supervivencia o fecundidad de un insecto cuando se alimenta de ella



Antibiosis



La broca del café

Naturaleza
criptica

Eventos
El Niño

Costos
manejo
broca

Relación
sesgada
sexos

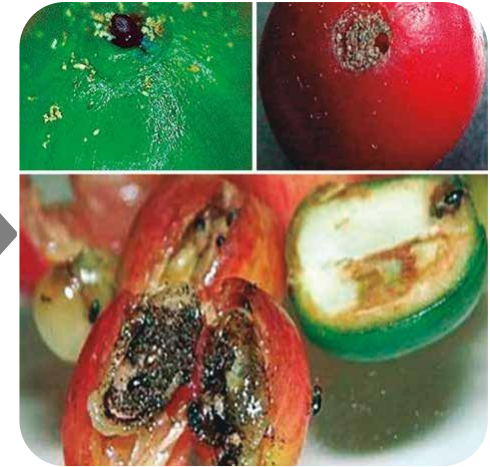
Hembras
aparean
hermanos

Manejo
broca 7,1

Duque (2001)



Pérdidas ocasionadas por la broca del café



**Hembra alimenta
endospermo**

**Reproduce interior
del fruto**

**Disminuye peso
café pergamino y
calidad**

**Caída frutos
jóvenes**



**Resistencia planta
huésped**



Control cultural



Control biológico

Control químico



Evaluación
resistencia en
campo
1992 - 2000



Método evaluar
antibiosis
1998 - 2001



Identificación
fuentes antibiosis
en condiciones
controladas
2003-2010



Mejoramiento
convencional
desarrollar
poblaciones de
café con
antibiosis
2007-2026



Desarrollo y
evaluación F_1
2007-2009



Desarrollo y
evaluación F_1 , F_2 ,
 F_3 , F_4
2016-2026

**Búsqueda fuentes de resistencia y desarrollo poblaciones de café con menor
número de estados de la broca**

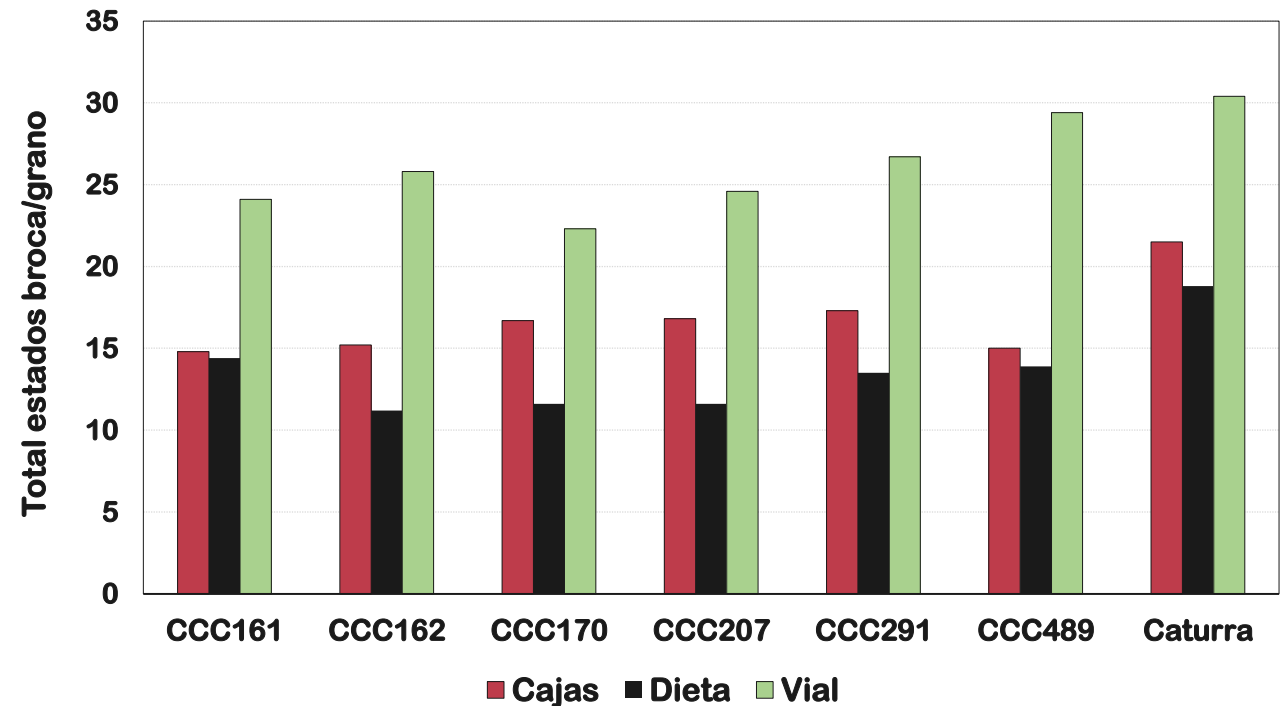


Métodos para evaluar antibiosis

Antibiosis en viales con grano pergamino

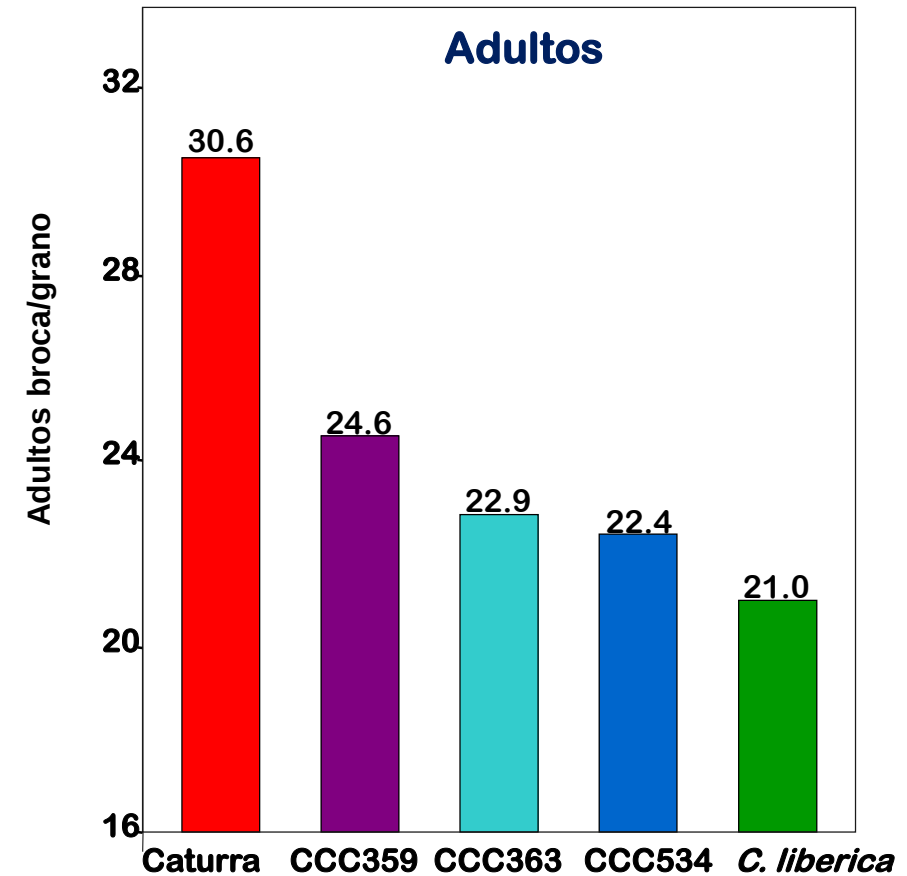
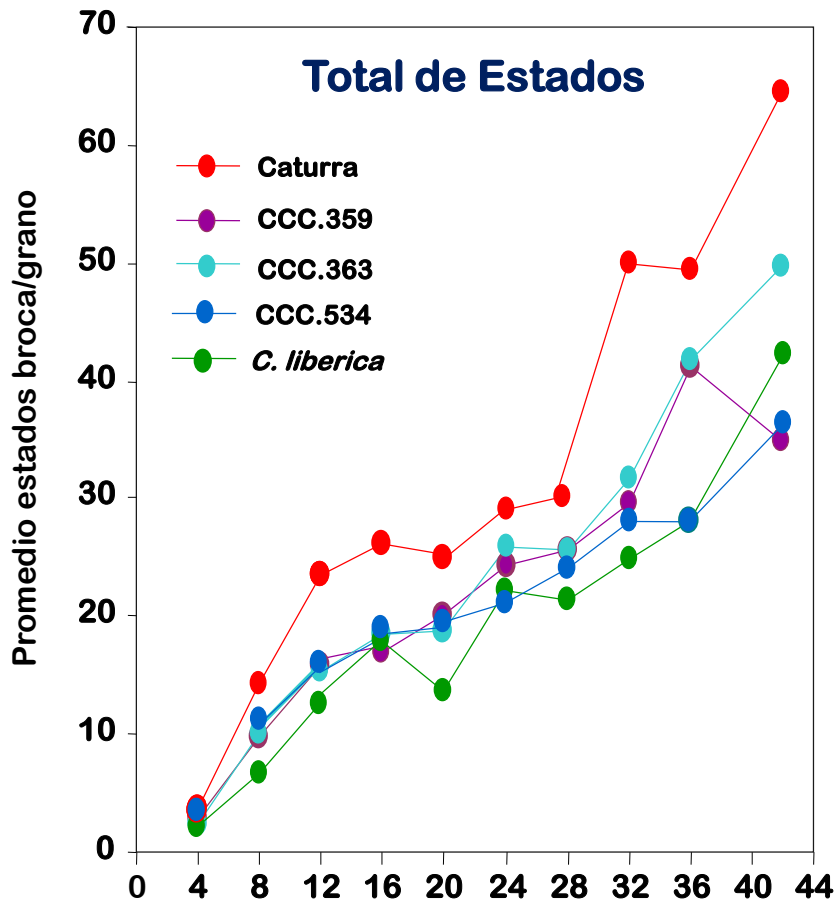


Menor pérdida humedad
Mayor número de estados
Resultados confiables y reproducibles





Identificación fuentes de resistencia a la broca en CCC



Mejoramiento convencional

Año 1

**Selección de parentales
y Cruzamiento**



Año 3

Generación F1



Año 6

Generación F2



Año 11

Generación F3



Año 16

Generación F4



Año 21

**Generación F5
Pruebas multilocalidad**



Año 26

**Progenies seleccionadas por su mejor
desempeño agronómico**



Progenitor femenino

CX2710
CX2178
CX2848
CU1812
CX2391
CU1827
CU1778
CU1953
CU2034
Iapar 59
Caturra x *C. canephora*#114
Caturra x *C. canephora*#665



Progenitor masculino



CCC534
CCC477
CCC470
CCC183
CCC363
CCC359
CCC336
CCC344
CCC354
CCC419
C. liberica

Progenitores femeninos

Genotipo	Producción relativa Caturra	Supremo	Vanos	Caracol
CX.2391	118,0	78,1	4,9	9,3
CX.2710	113,5	72,4	6,3	6,7
CX.2178	121,1	80,7	6,5	6,3
CU.1812	114,1	79,4	4,0	4,7
CX.2848	114,7	94,0	7,6	7,4
CU.1778	103,8	77,2	4,5	6,1
CU.1827	120,7	86,7	6,6	4,5
CU.2034	108,3	86,7	3,6	7,0
CU.1953	110,2	83,2		
lapar		75,0	8,0	3,0
Caturra x <i>C. canephora</i> #114	127,8	81,7	4,0	10,0
Caturra x <i>C. canephora</i> #665	103,3	75,0	5,0	9,0
Caturra x <i>C. canephora</i> #667	116,7	69,1	5,0	10,0

Progenitores masculinos

Introducción	Provincia	% Reducción estados broca	Producción acumulada	Altura 24 meses	Vanos	Caracol	Supremo	Calidad sensorial	Fragancia aroma
CCC.183	Illubabor	30	8,0	180	9,5	17,7	32,9	5,0	Chocolate, amargo
CCC.336	Kaffa	35	28,5	241,9	4,2	14,0	33,5	5,0	Chocolate dulce
CCC.344	Kaffa	37	8,0	158,1	7,8	21,4	11,3	ND	
CCC.354	Kaffa	35	16,8	166,9	4,8	12,6	40,5	5,5	Chocolate dulce
CCC.359	Kaffa	28	13,4	161,9	6,7	14,0	44,7	4,5	Chocolate dulce
CCC.363	Kaffa	36	10,6	188,1	2,5	12,0	22,5	ND	
CCC.419	Kaffa	30	22,6	188,1	4,4	9,9	51,1	6,0	Especias
CCC.470	Kaffa	34	17,94	239,38	3,29	12,32	44,14	ND	
CCC.477	Kaffa	35	11,89	153,75	6,46	21,25	11,81	ND	
CCC.534	Kaffa	34	21,77	146,25	5,04	11,88	29,57	ND	





Progenitores masculinos



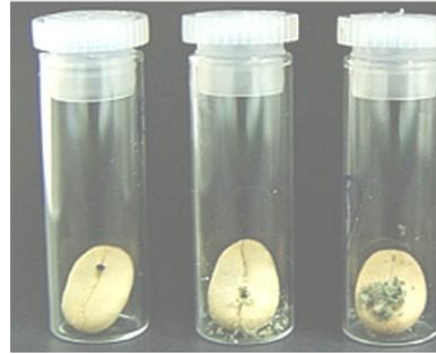
Introducción	Especie	%Reducción estados broca
CCC.1025	<i>C. liberica</i>	40
CCC.1038	<i>C. liberica</i>	38
CCC.1030	<i>C. liberica</i>	36
CCC.1037	<i>C. liberica</i>	48
CCC.1028	<i>C. liberica</i>	38
CCC.1034	<i>C. liberica</i>	38





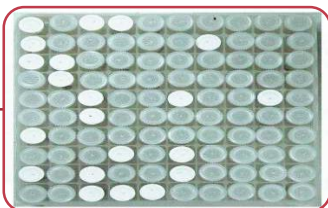
Criterios de Selección híbridos F_1

BROCA: Total de estados estadísticamente menor al observado en el testigo en condiciones controladas



BROCA: Total de estados estadísticamente menor al observado en el testigo en campo

Condiciones controladas



Campo



Evaluación de broca

Unidad experimental

Diseño experimental completamente aleatorio

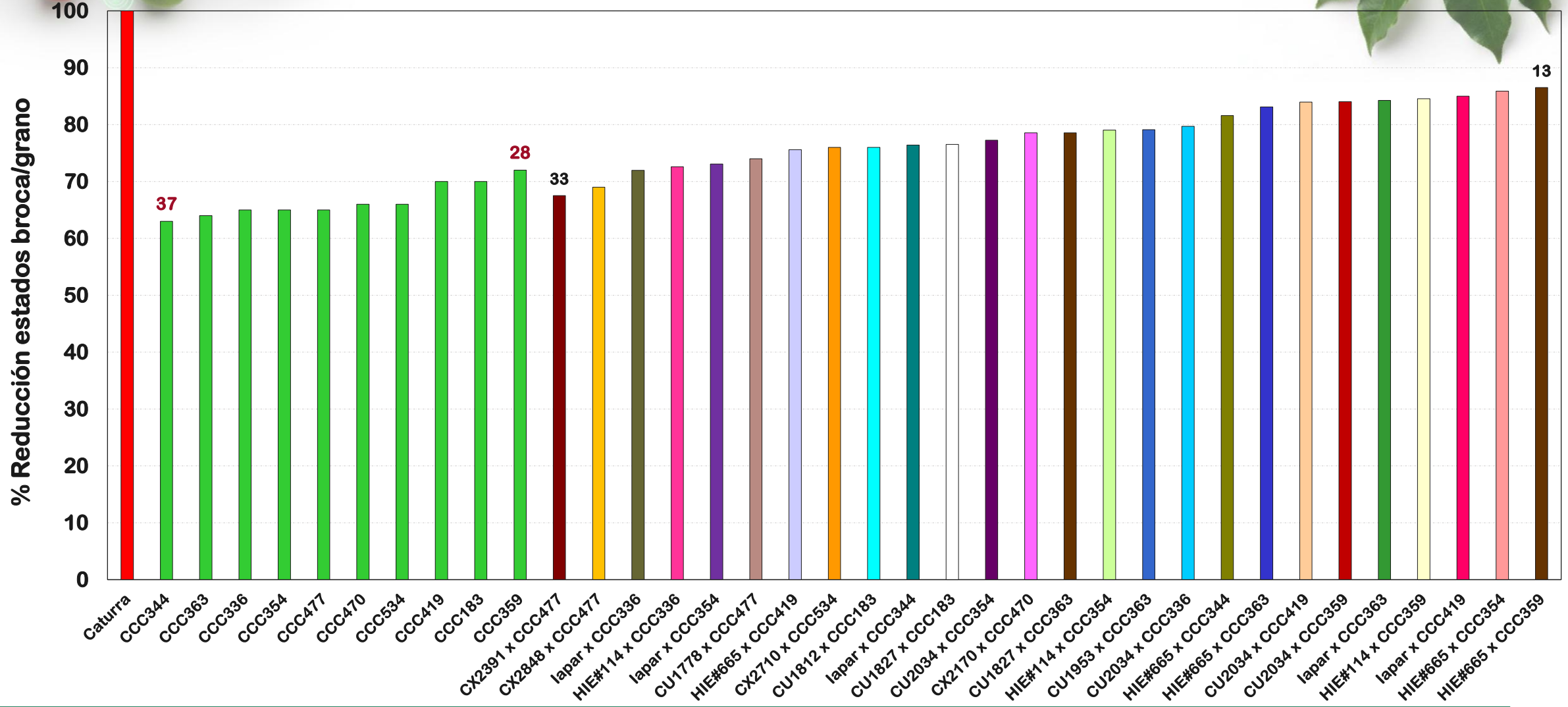
Total estados broca

Huevo Larva 1 Larva 2 Prepupa Pupa Adulto



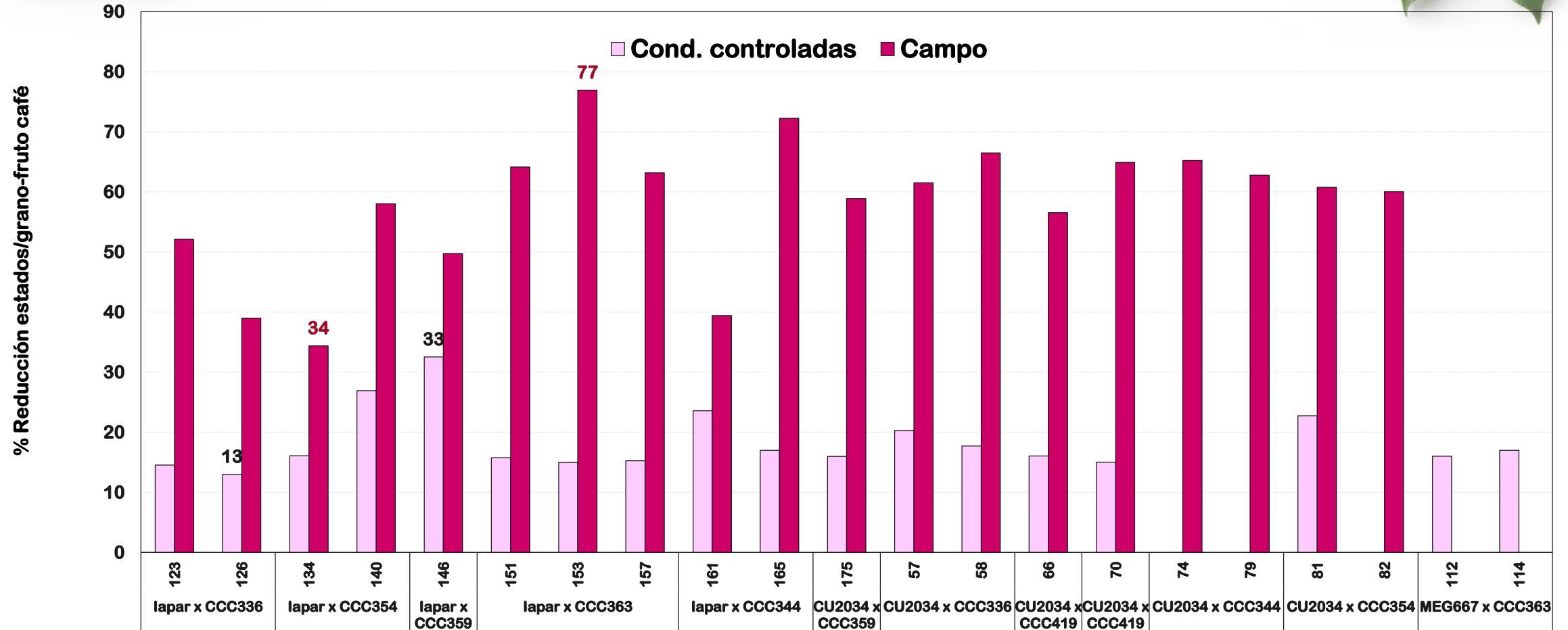


Híbridos F₁ con reducción estados de broca con relación Caturra, en condiciones controladas





Híbridos F₁ con reducción de estados de la broca con relación a Caturra





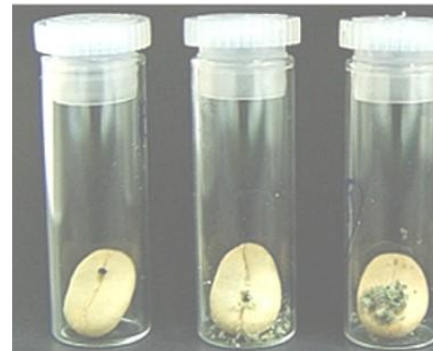
Criterios de Selección plantas F₂

ALTURA: Porte medio



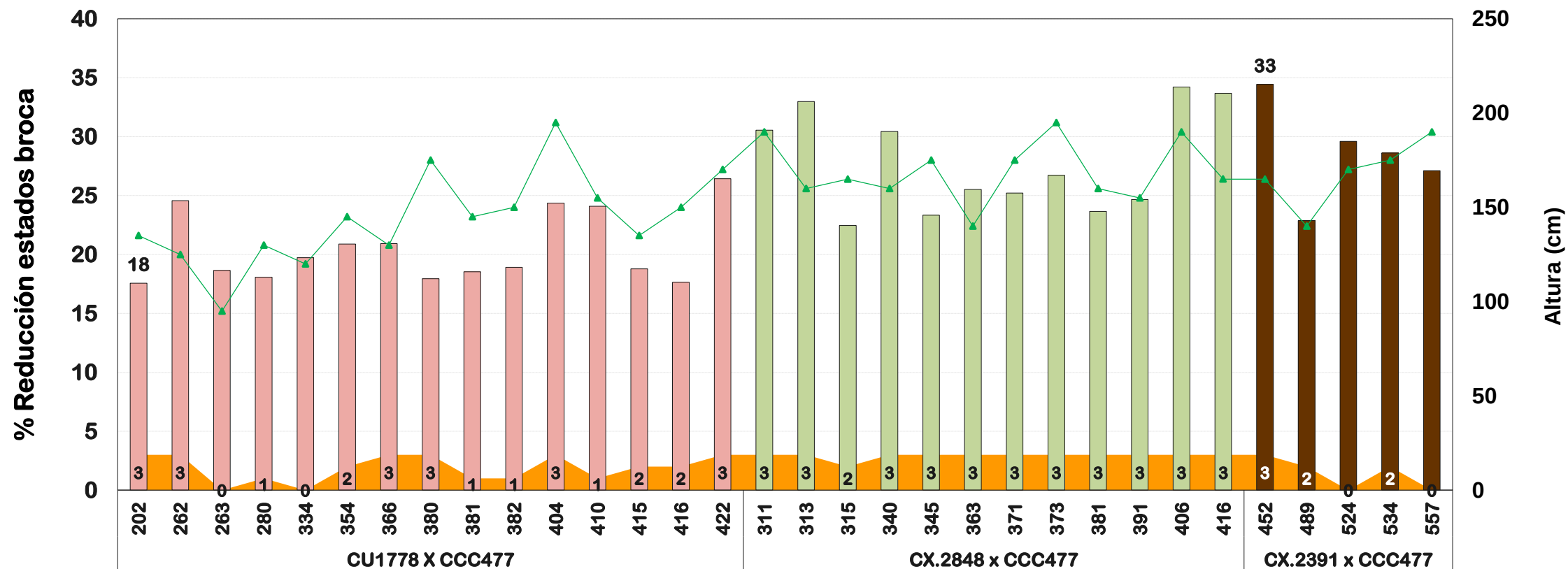
ROYA: Incidencia menor o igual a 3
escala de Eskes y Toma Braghini
(1981)

BROCA: Total de estados
estadísticamente menor al
observado en el testigo en
condiciones controladas

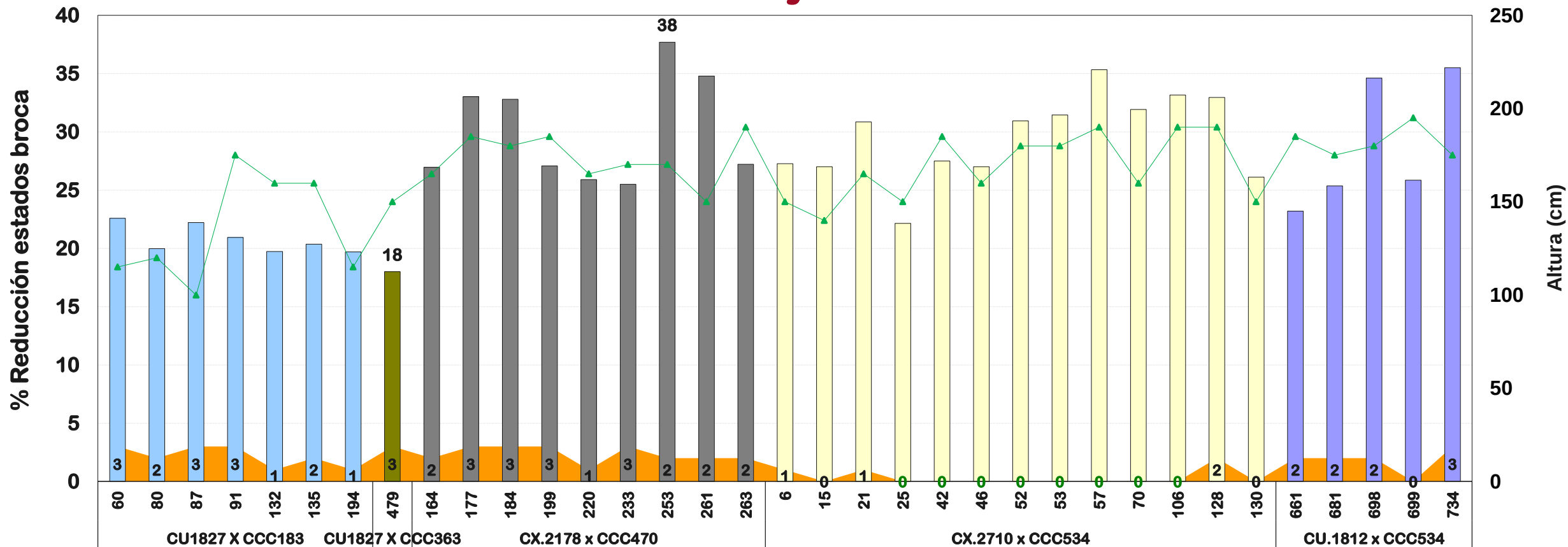


BROCA: Total de estados
estadísticamente menor al
observado en el testigo en campo

Plantas F₂ seleccionadas por antibiosis a broca en condiciones controladas, porte medio y resistencia a roya

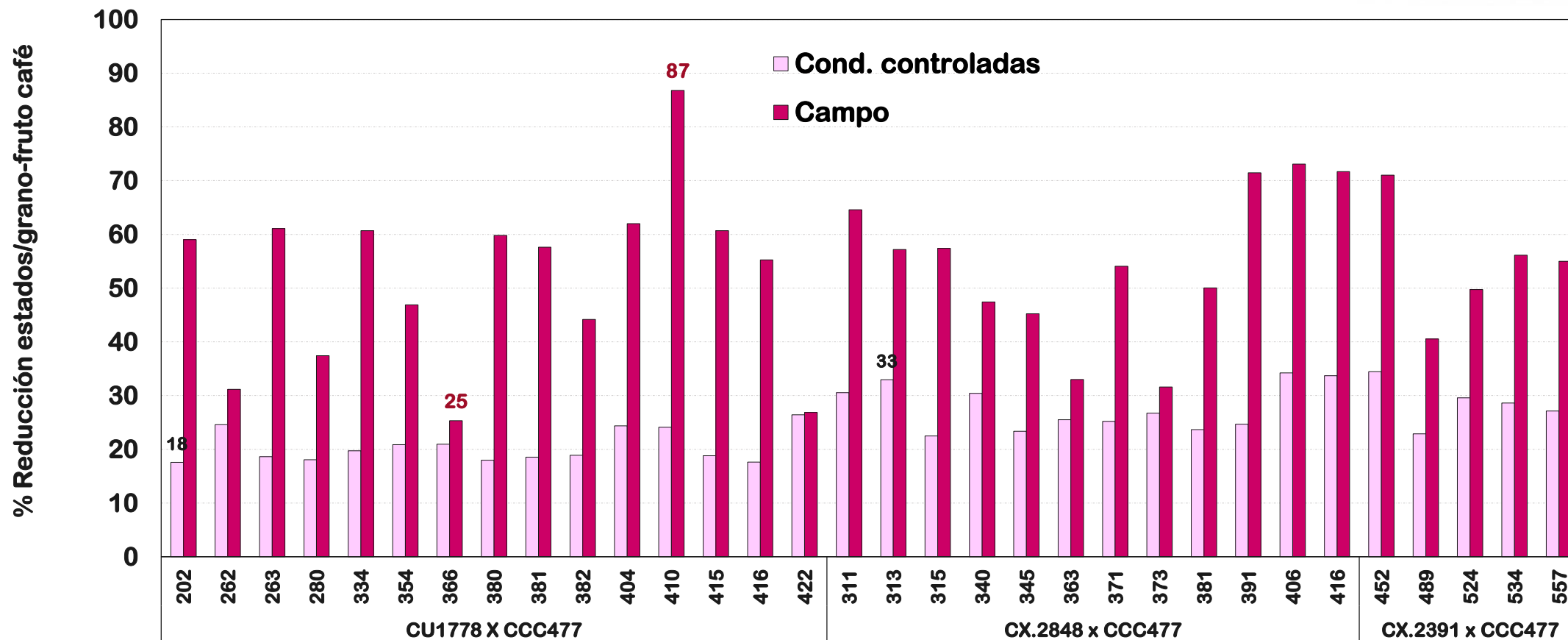


Plantas F₂ seleccionadas por antibiosis a broca en condiciones controladas, porte medio y resistencia a roya



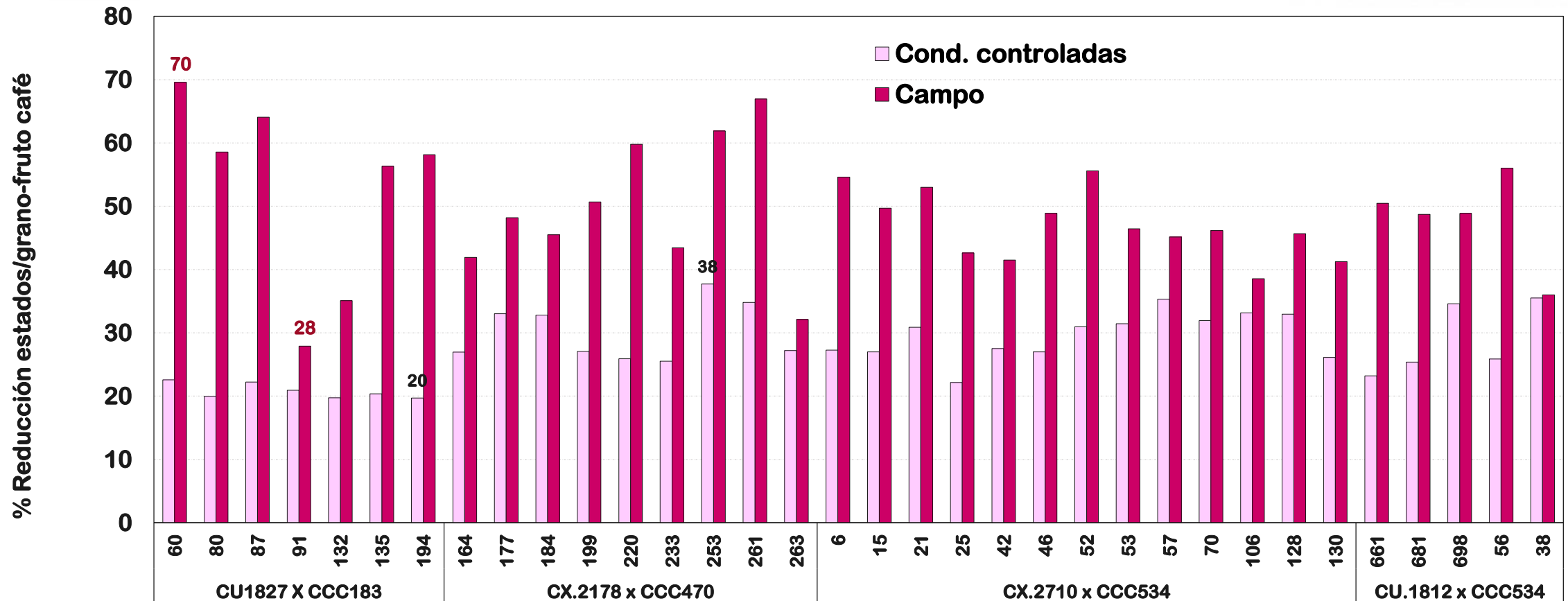


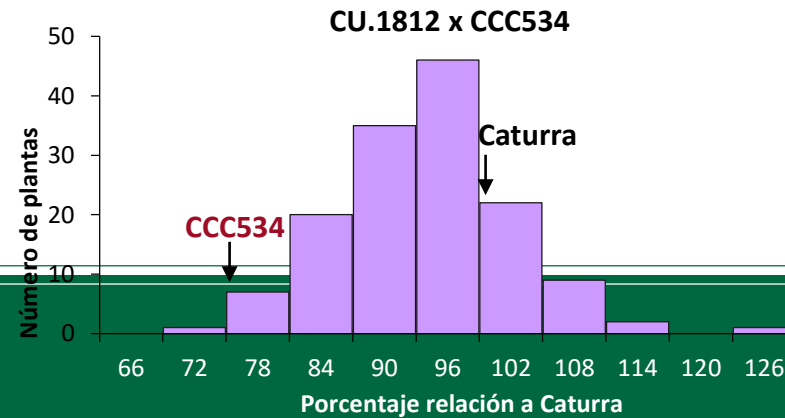
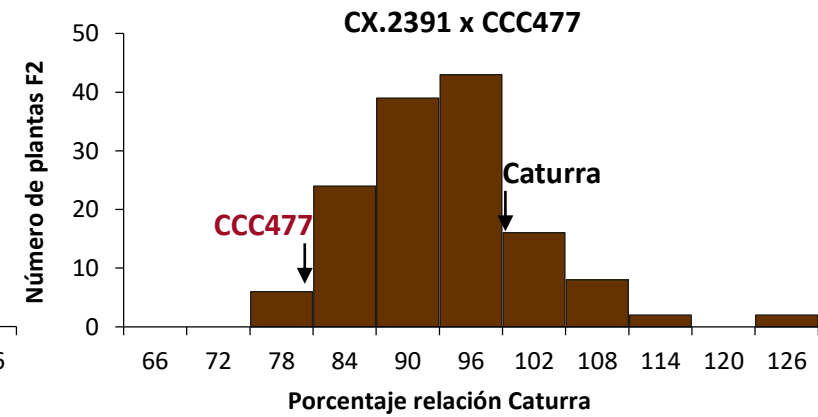
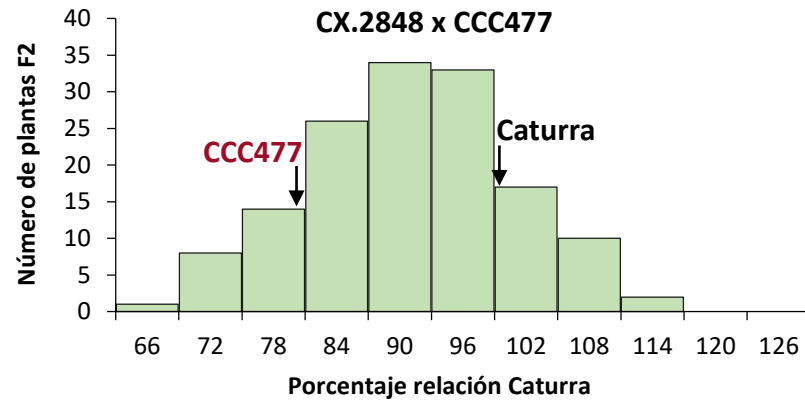
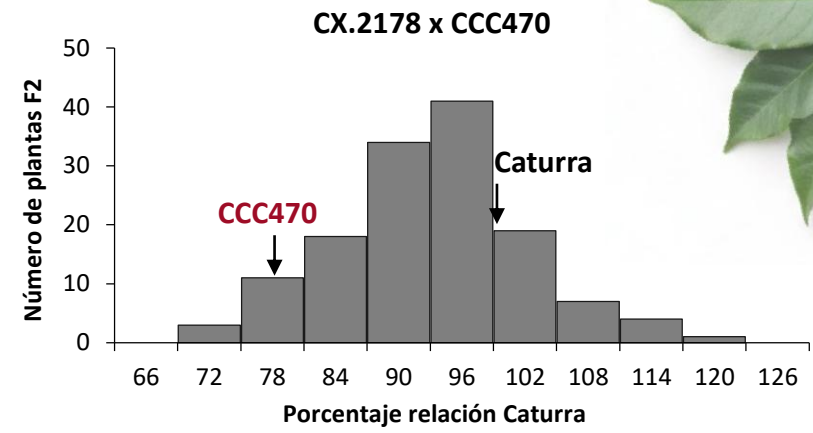
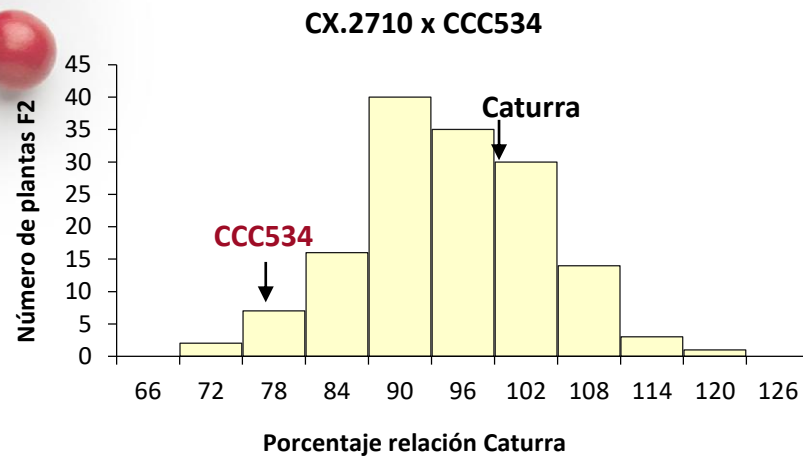
Plantas F₂ con reducción de estados de la broca en condiciones controladas y en campo





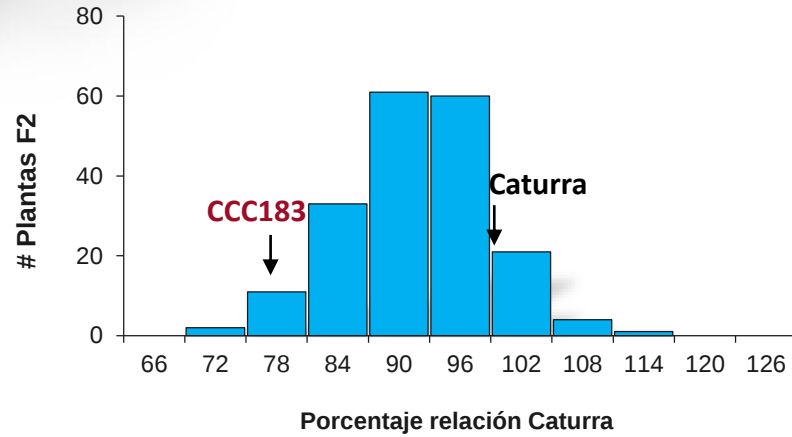
Plantas F₂ con reducción de estados de la broca en condiciones controladas y en campo



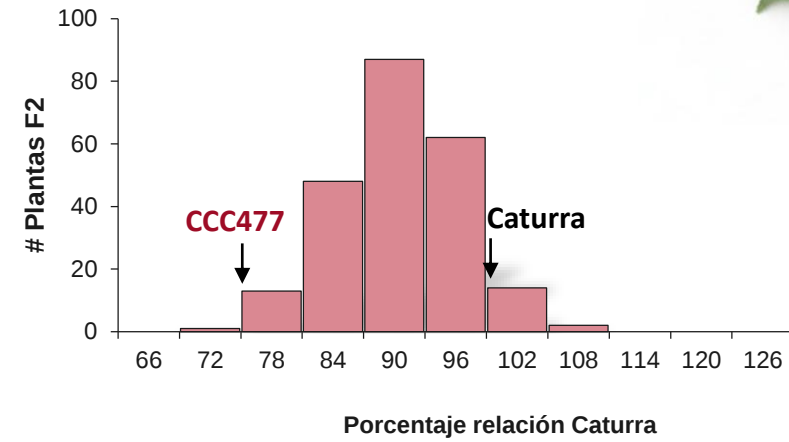




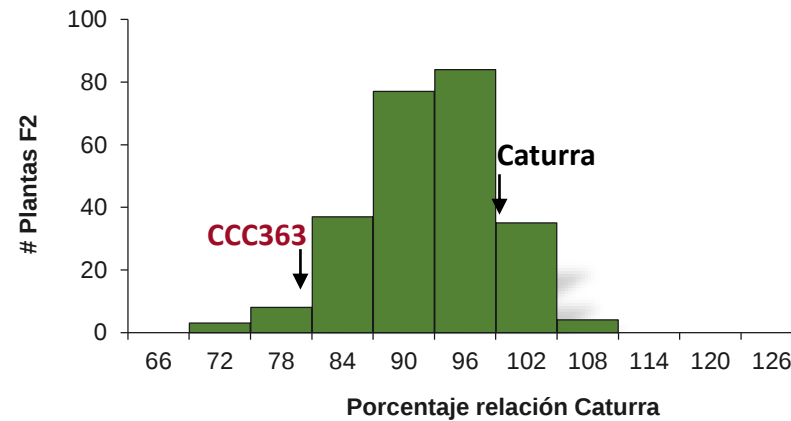
CU1827 x CCC183



CU1778 x CCC477



CU1827 x CCC363





Progenies F₃



Naranjal

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42

Látice 6 x 7



**Densidad de
siembra**



Criterios de Selección progenies F_3

ALTURA: estadísticamente igual
o menor al testigo comercial

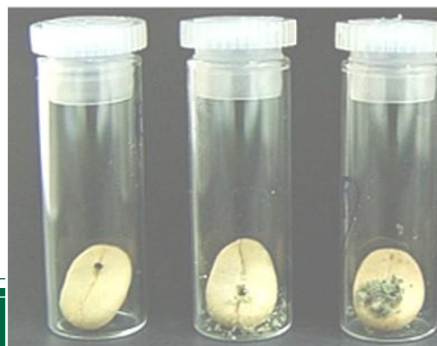


ROYA: 70-97% Incidencia roya
menor o igual a 3 escala de Eskes
y Toma Braghini (1981)



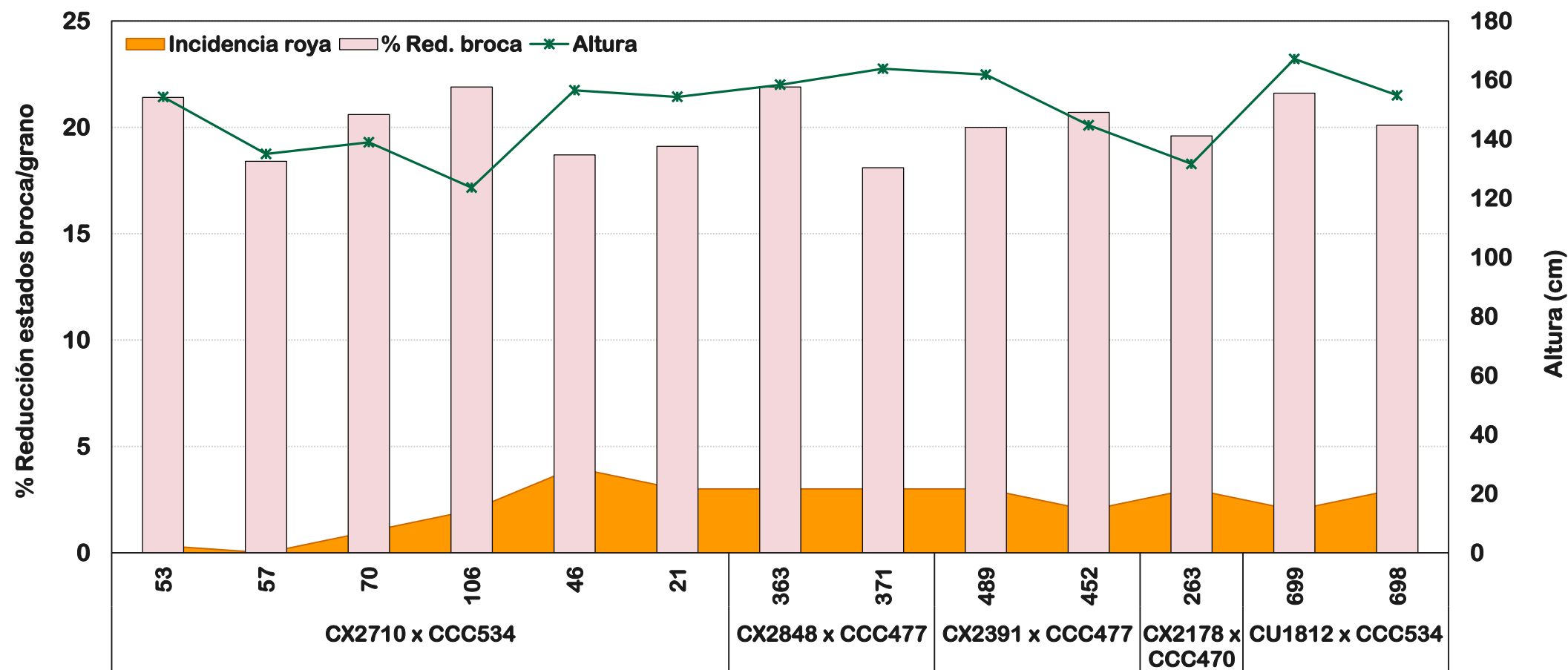
PRODUCCIÓN: estadísticamente
igual o mayor al testigo comercial

BROCA: Total de estados
estadísticamente menor al
observado en el testigo en
condiciones controladas

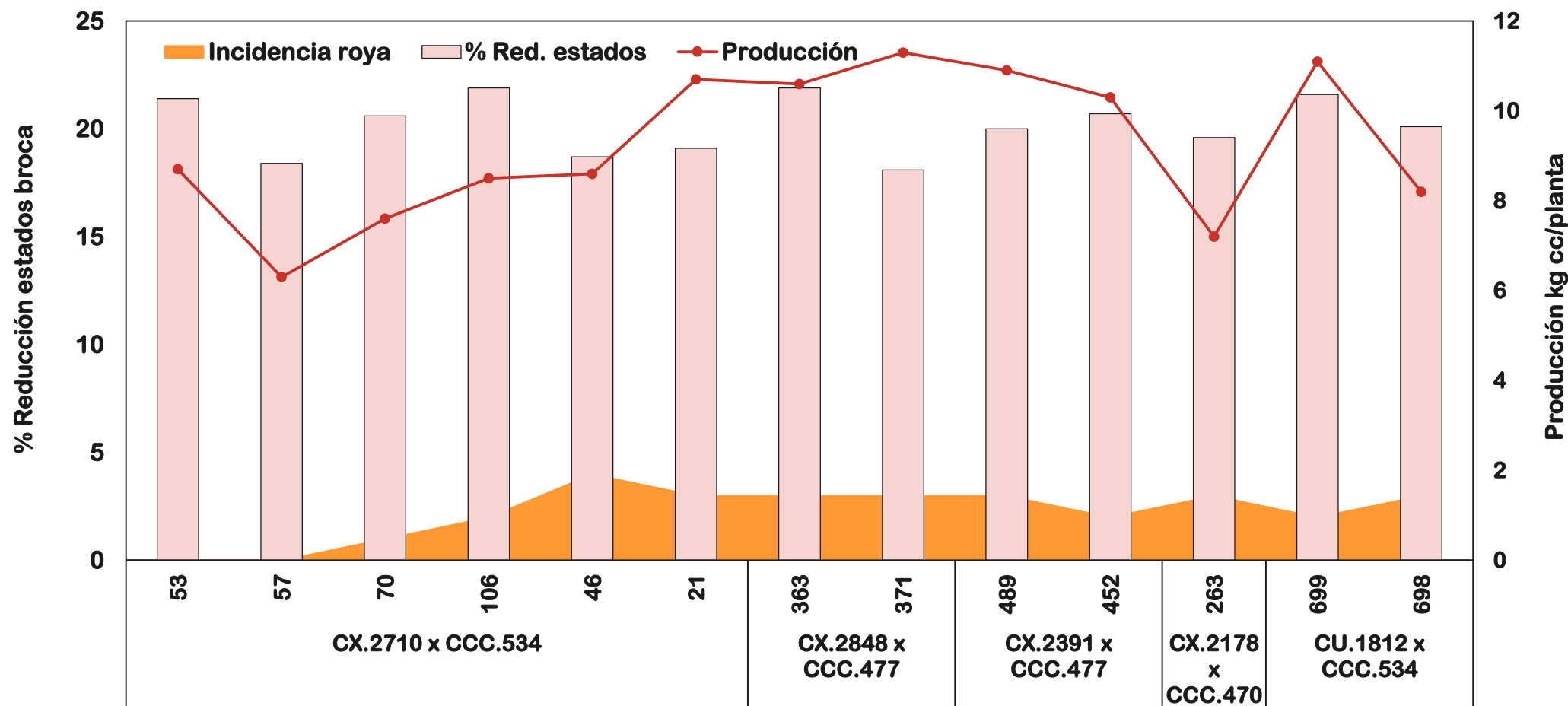


BROCA: Total de estados
estadísticamente menor al
observado en el testigo en
campo

13 Progenies F₃ seleccionadas por incidencia de roya, altura y antibiosis a broca en condiciones controladas

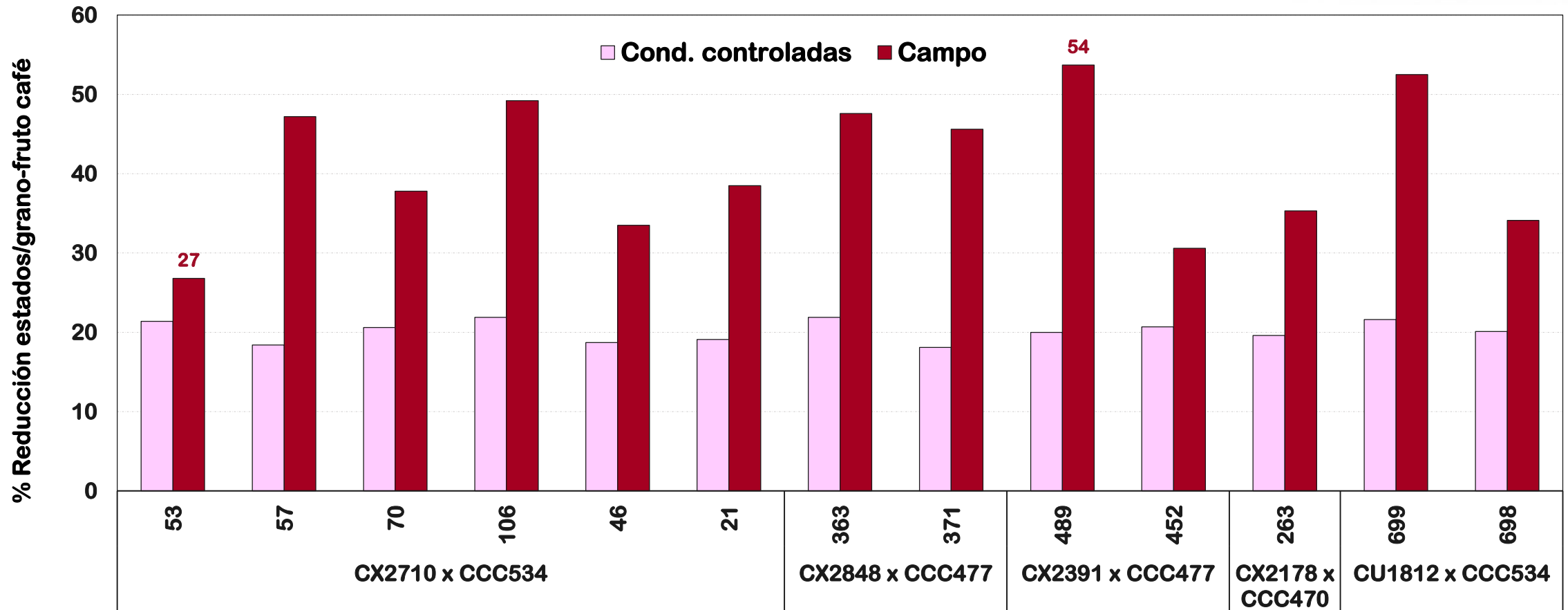


13 Progenies F₃ seleccionadas por incidencia de roya, altura y antibiosis a broca en condiciones controladas



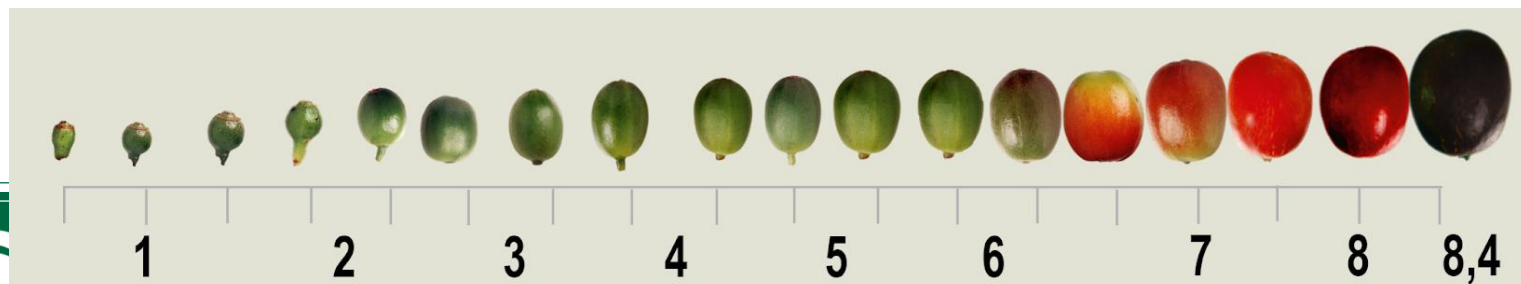
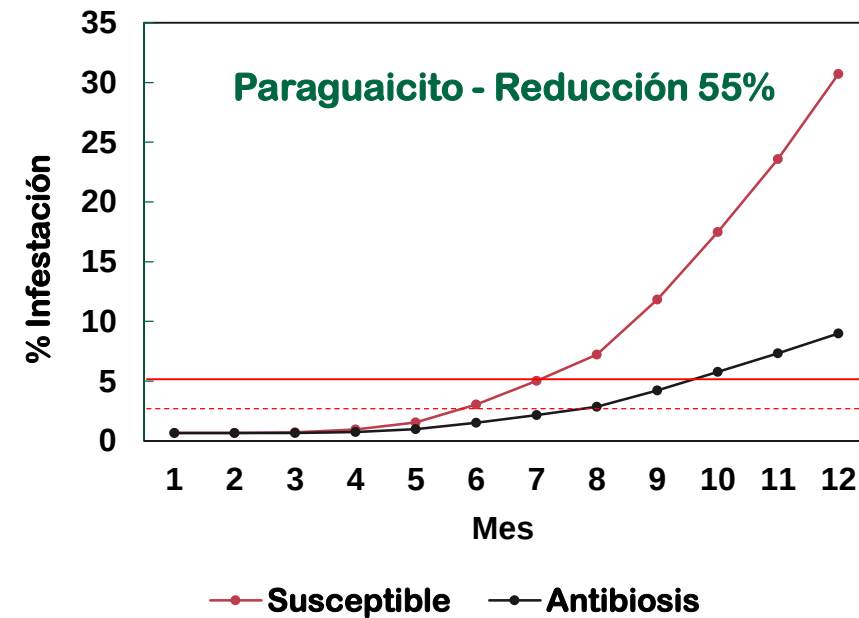
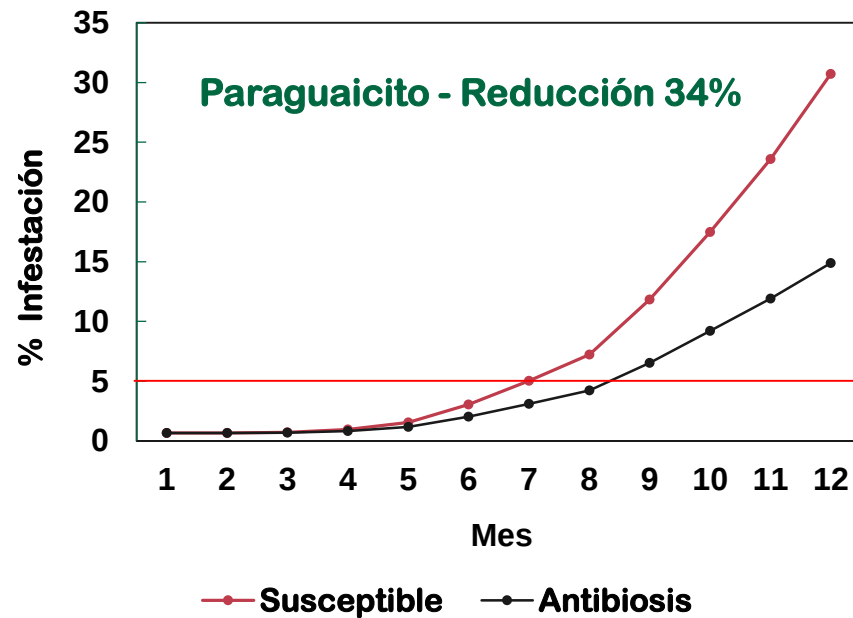


13 Progenies F₃ con reducción de estados de la broca en condiciones controladas y en campo





Simulación de la antibiosis de broca en progenies F₃ en eventos de El Niño en Paraguaicito



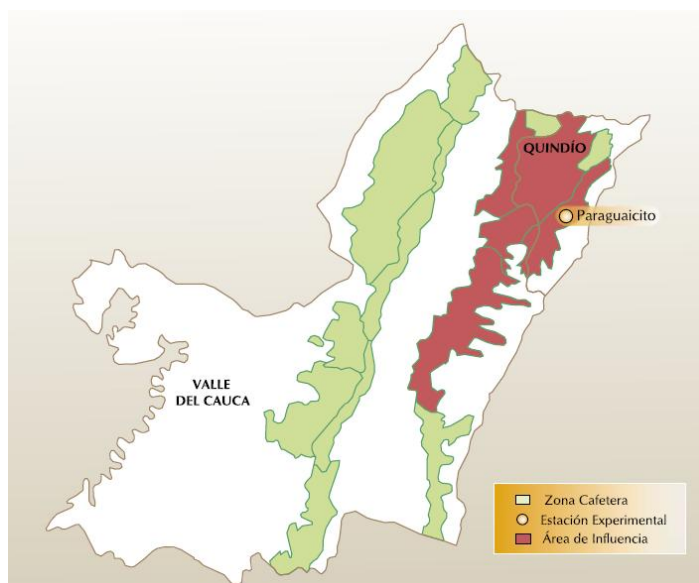


Evaluación poblaciones

Poblaciones	Número	% Reducción estados broca condiciones controladas	% Reducción estados broca campo	Altura (cm) 24 meses	Máxima lectura roya	Producción acumulada (kg cc/planta)
Híbridos F ₁	21	13 – 33	34 – 77			
Plantas F ₂	66	18 – 38	25 – 87	95 – 195	0 – 3	
Progenies F ₃	13	18 – 22	27 – 54	124 – 167	0 – 4	6,3 – 11,3



Evaluación de las progenies F4 en Paraguaicito



Variables	Paraguaicito	Naranjal
Altitud	1.203 msnm	1381 msnm
Temperatura	22,2 °C	20,6 °C
Precipitación anual	2.179 mm	2.850 mm
Brillo solar anual	1.757 h/año	1.650 h/año



Desarrollo marcador molecular ligado a menor oviposición



Evaluación
fenotípica



Número de
estados de broca
en laboratorio



Número de
estados de broca
en campo

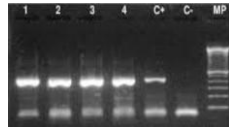
Extracción de
ADN

Obtención de ADN
genómico de cada
individuo de la
población F2



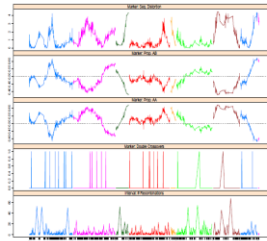
Genotipificación

Análisis ADN con
5.053 marcadores
moleculares SNP



Mapeo
ligamiento QTL

Identificación de
regiones
cromosómicas
ligadas al carácter
de menor
oviposición



Taylor y Butler, (2017)

Detección de
regiones
asociadas

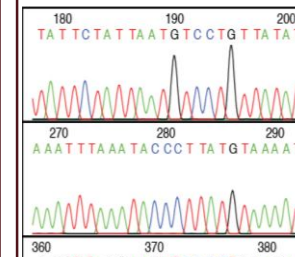
Análisis que
combina varios
QTL en las tres
poblaciones

CX.2710 x CCC.534
CX.2178 x CCC.470
CX.2391 x CCC.477

Sosnowski et al (2012)

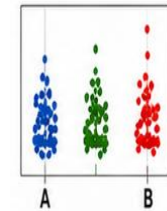
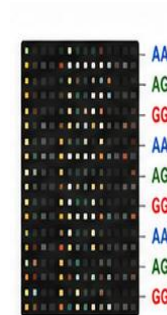
Secuenciación
genómica

Detectar
polimorfismos
SNP asociados a
las regiones de
resistencia



Desarrollo de
marcadores
moleculares

Conversión
marcador SNP a
KASP



Validación
marcadores
moleculares

Validación
marcadores
moleculares en
poblaciones de
C. arabica





Manejo integrado de la broca del café



Revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) con énfasis en la resistencia mediante antibiosis y antixenosis

Review on the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), with emphasis on resistance by antibiosis and antixenosis

 DIANA MOLINA ^{1*}

¹ Investigador científico Ph.D. Disciplina de Mejoramiento Genético. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), Manizales, Colombia. Diana.molina@cafedecolombia.com



Searching for a Coffee variety with antibiosis effect to *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae)

Diana Molina · María-del-Pilar Moncada-Botero ·
Hernando Alfonso Cortina-Guerrero · Pablo Benavides

Received: 3 December 2021 / Accepted: 28 May 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022



Article

Climate-Resilient F₃ Progenies of *Coffea arabica*: Agronomic Traits and Antibiosis to *Hypothenemus hampei*

Diana Molina ^{1,*} , Claudia Patricia Flórez-Ramos ¹, Esther Cecilia Montoya ² , Rubén Medina ² 
and Pablo Benavides ³ 



Gracias



Director

Dr. Santiago Jaramillo Cardona

Disciplina de Entomología

Pablo Benavides Machado

Claudia Bibiana Tabares Buitrago

Disciplina Biometría

Rubén Darío Medina Rivera

Esther Cecilia Montoya Restrepo

Disciplina de Experimentación

Carlos Gonzalo Mejía Mejía

Jhon Félix Trejos Pinzón

Mélsar Danilo Santamaría Burgos

Biocafé

Oscar Gómez

Arcesio González

Personal The People Company

Planeación Financiera y Presupuesto

Valentina Rendón

Leidy Tatiana Rincón Ramírez

Disciplina Mejoramiento genético

Claudia Patricia Flórez Ramos

Gilbert Rodríguez Quintero

Jhon Esteban Quintero Arango

Sandra Velarde Martínez

Carlos Augusto Vera Atehortúa

Juan Pablo Montoya Torres

Jairo Jaramillo Ocampo

Steven Giraldo Rendón

Disciplina de Divulgación

Carmenza Bacca Ramírez

Óscar Loaiza Echeverry



Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café



cenicafe.org



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc