

**Avances en el desarrollo y
evaluación de poblaciones de
café con menor número de
estados de *Hypothenemus
hampei* (Coleoptera:
Curculionidae: Scolytinae)**

**Diana María Molina Vinasco
Mejoramiento genético**



Resistencia a insectos



Resistencia



Tolerancia



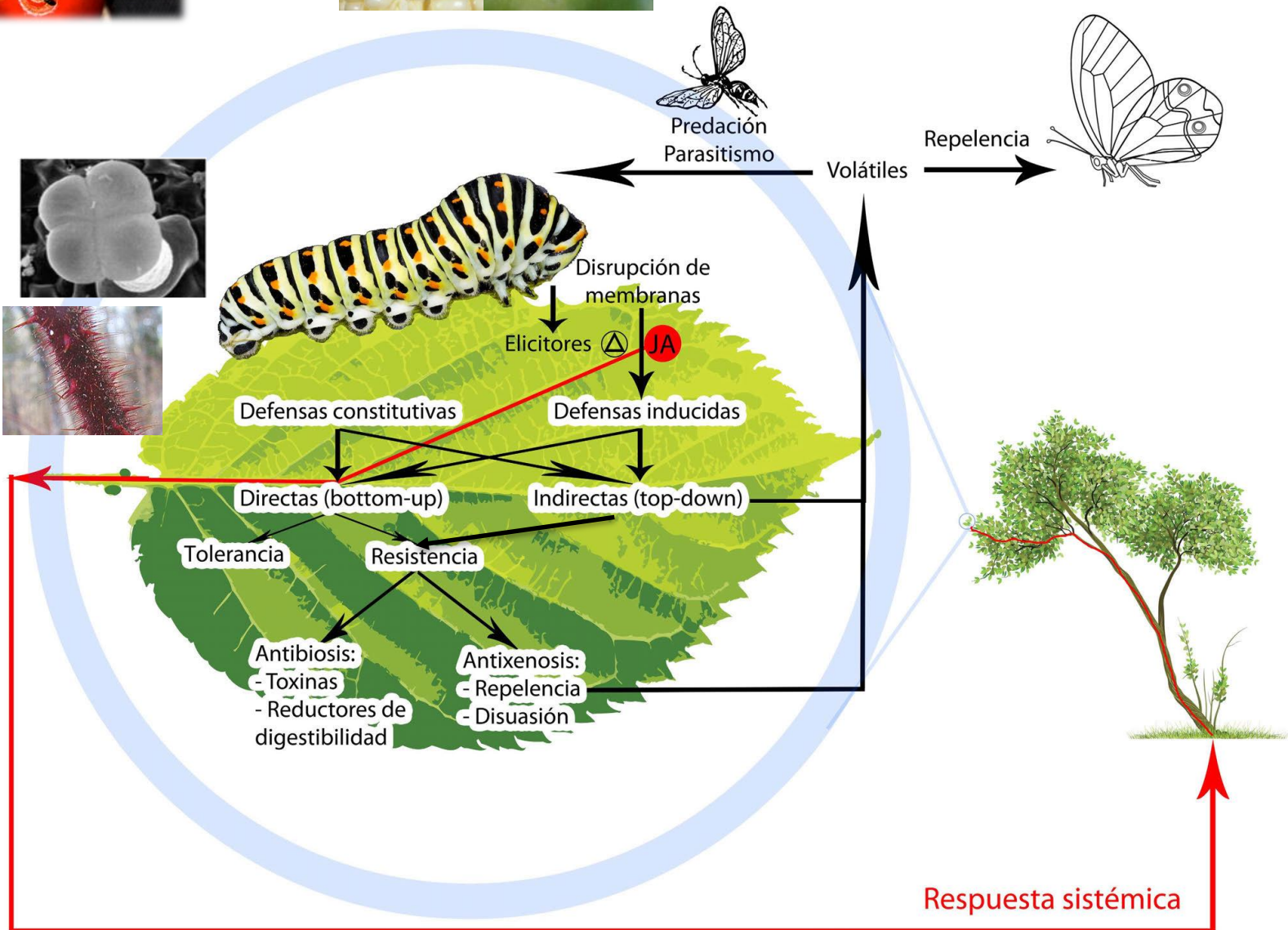
No preferencia

Antixenosis

(Kogan y Ortman, 1978)



Antibiosis



Tolerancia



Habilidad de una planta para crecer y reproducirse, recuperándose del daño ocasionado por un insecto, sin afectar su producción

Antixenosis



**Características de la planta que inducen
al insecto a rechazarla para
alimentación, oviposición y refugio**

Antixenosis

Insecto plaga	Cultivo huésped	Efecto adverso	Referencia
<ul style="list-style-type: none">• <i>Leucoptera coffeella</i> • <i>Diatraea saccharalis</i> • <i>Chillo partellus</i> • <i>Aphis gossypii</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Coffea racemosa</i> • <i>Saccharum</i> spp. • <i>Sorghum bicolor</i>• (27B x PB15881-3; 463B x PB15881-3) • <i>Gossypium hirsutum</i>	<ul style="list-style-type: none">• 40 a 60% menor oviposición • Menor número huevos por planta • Reducción postura huevos por planta • Repelencia	<ul style="list-style-type: none">• Matos et al., 2011 • Sturza et al., 2020 • Padmaja et al., 2012 • Hegde et al., 2012

Antixenosis

Matos et al., 2011

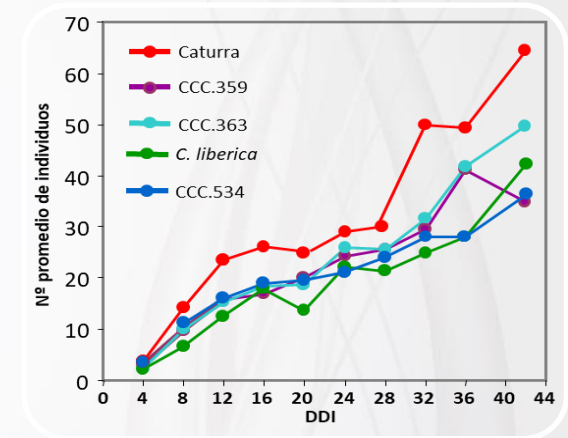
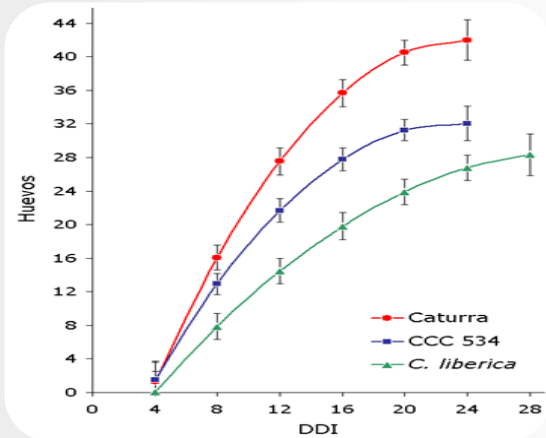
Especies	Genotipos	Huevos	Promedio huevos/planta
<i>Coffea arabica</i>	Icatu	1240	155 a
	Tupi	408	51 ab
	Catuai	352	44 ab
	Mundo novo	512	64 ab
<i>Coffea canephora</i>	Apoata	246	30 b
<i>Coffea racemosa</i>	IAC	29	3,62 c

Promedios seguidos por la misma letra son iguales significativamente (Tukey 5%)

Antixenosis

Insecto plaga	Cultivo huésped	Efecto adverso	Referencia
<ul style="list-style-type: none">• <i>Leucoptera coffeella</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Coffea racemosa</i>	<ul style="list-style-type: none">• 40 a 60% menor oviposición	<ul style="list-style-type: none">• Matos et al., 2011
<ul style="list-style-type: none">• <i>Diatraea saccharalis</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Saccharum</i> spp.	<ul style="list-style-type: none">• Menor número huevos por planta	<ul style="list-style-type: none">• Sturza et al., 2020
<ul style="list-style-type: none">• <i>Chillo partellus</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Sorghum bicolor</i>• (27B x PB15881-3; 463B x PB15881-3)	<ul style="list-style-type: none">• Reducción postura huevos por planta	<ul style="list-style-type: none">• Padmaja et al., 2012
<ul style="list-style-type: none">• <i>Aphis gossypii</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Gossypium hirsutum</i>	<ul style="list-style-type: none">• Repelencia	<ul style="list-style-type: none">• Hegde et al., 2012

Antibiosis



Efecto adverso ocasionado por una planta
en la biología de un insecto cuando se
alimenta de ella

Antibiosis



Antibiosis

Insecto plaga	Cultivo huésped	Efecto adverso	Referencia
<ul style="list-style-type: none">• <i>Oligonychus ilicis</i>• <i>Callosobruchus maculatus</i>• <i>Chilo partellus</i>• <i>Chilo partellus</i>• <i>Helicoverpa armigera</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Coffea canephora</i>• <i>Phaseolus vulgaris</i>• <i>Sorghum bioclor</i>• Maíz• <i>Glycine max</i>	<ul style="list-style-type: none">• Reducción fertilidad, <i>Ro</i>; <i>Rm</i>.• Menor peso larvas, mortalidad larvas• Menor peso larvas y pupas, mortalidad larvas, menos hembras• Reducción fecundidad• Mortalidad, reducción del peso, prolongación desarrollo	<ul style="list-style-type: none">• Da silva et al., 2018• Kunz et al., 2019.• Padmaja et al., 2012• Kumar et al., 1997• Coelho et al., 2020

Antibiosis

Da silva et al., 2018

Genotipos	Fertilidad	<i>Ro</i>	<i>Rm</i>
2	9,26±0,19 a	4,97±0,43 a	0,581±0,0002 a
8	6,77±0,31 b	2,85±0,41 b	0,041±0,007 a
502	6,75±0,77 b	3,13±0,52 b	0,046±0,009 a
3	6,07±0,92 b	2,71±0,44 b	0,037±0,006 a
11	6,17±0,0 b	2,88±0,43 b	0,041±0,0006 a
12	5,71±0,54 c	1,79±0,29 c	0,019±0,007 b
501	5,16±0,38 c	1,35±0,34 c	0,0002±0,015 b
10	5,71±0,66 c	1,63±0,52 c	0,011±0,009 b
5	5,22±0,56 c	2,19±0,47 c	0,026±0,006 b
9	4,95±0,77 c	2,06±0,38 c	0,023±0,008 b
4	4,68±1,10 c	1,68±0,36 c	-0,002±0,014 b
6	4,35±0,53 c	1,63±0,28 c	0,018±0,006 b
1	4,61±1,12 c	2,23±0,60 c	0,026±0,008 b
13	4,06±0,81 c	1,61±0,04 c	0,021±0,001 b

Promedios seguidos por la misma letra son iguales significativamente (Prueba F y Scott P<0,05)

Antibiosis

Insecto plaga

- *Oligonychus ilicis*
- *Callosobruchus maculatus*
- *Chilo partellus*
- *Chilo partellus*
- *Helicoverpa armigera*

Cultivo huésped

- *Coffea canephora*
- *Phaseolus vulgaris*
- *Sorghum bioclor*
- Maíz
- *Glycine max*

Efecto adverso

- Reducción fertilidad, Ro; r.
- Menor peso y mortalidad larvas
- Menor peso larvas y pupas, mortalidad larvas, menos hembras
- Reducción fecundidad
- Mortalidad, reducción del peso, prolongación desarrollo larvas

Referencia

- Da silva et al., 2018
- Kunz et al., 2019.
- Padmaja et al., 2012
- Kumar et al., 1997
- Coelho et al., 2020

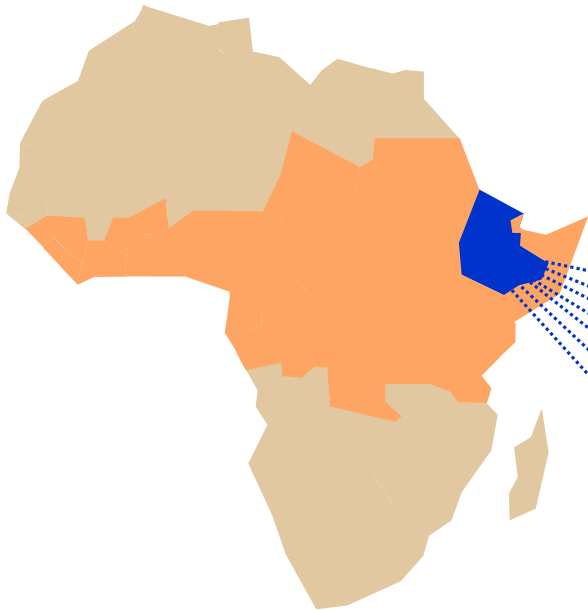
Coffea

Coffea arabica

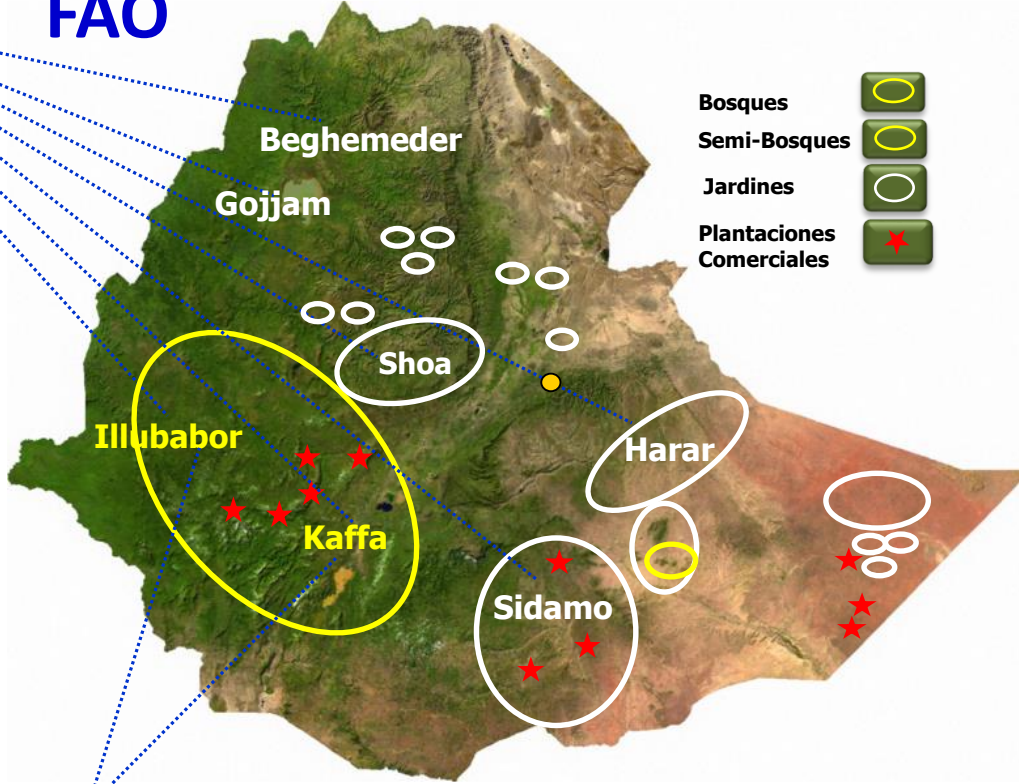
Coffea canephora
Coffea liberica



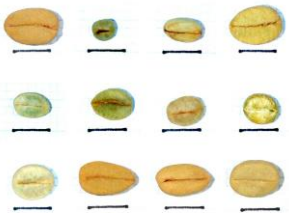
Coffea arabica



FAO



Introducciones etíopes



ORSTOM

Colección colombiana de café

1031 Introducciones

C. arabica

885 (86%)

C. canephora

93 (9%)

C. liberica

19 (1.5%)

Variedades

163 (18%)

Etíope

568 (64%)

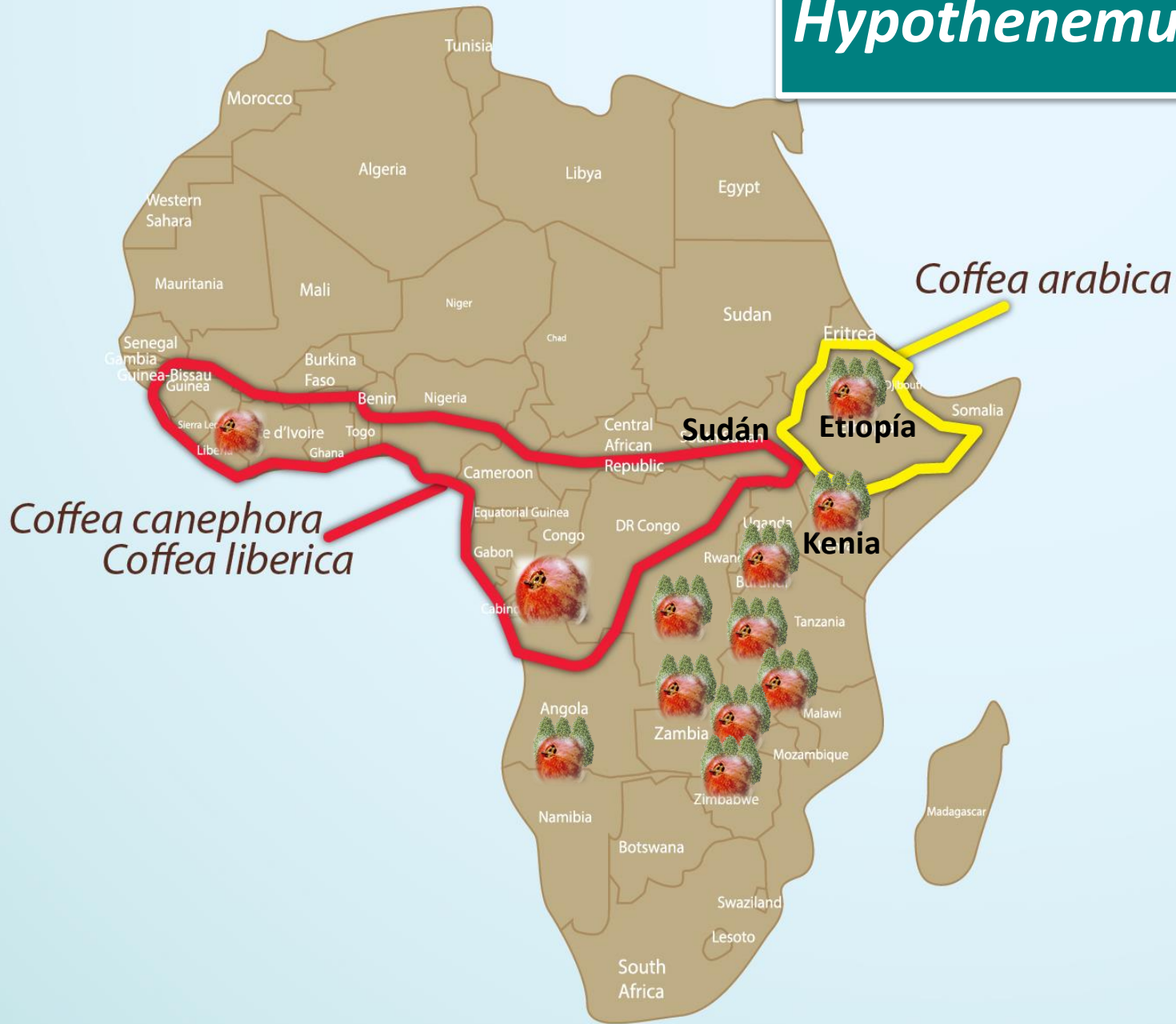
FAO –
ORSTOM

487 (83%)

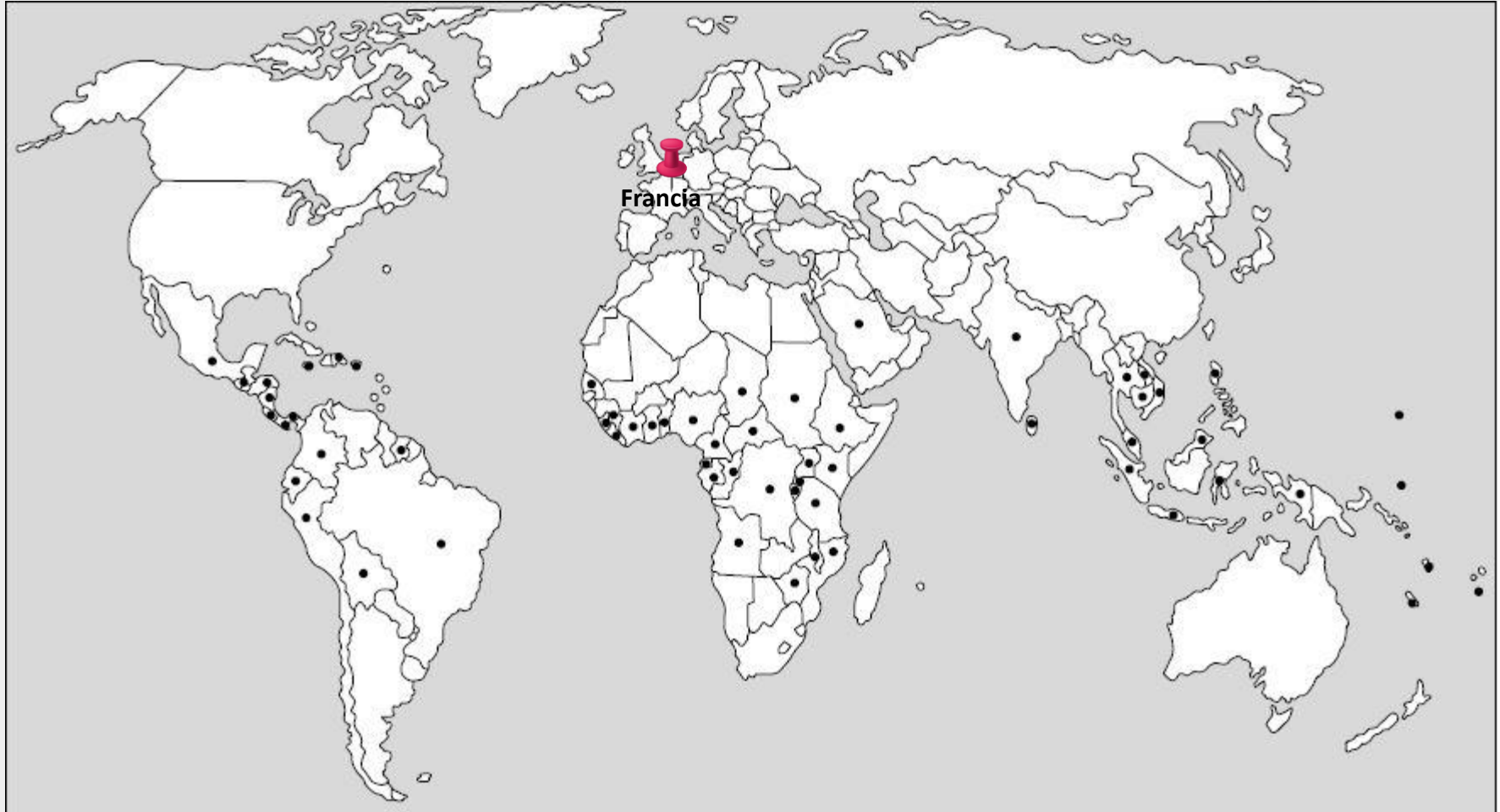
Otros

81 (17%)

Hypothenemus hampei



Dispersión de *Hypothenemus hampei*



Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*



Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*



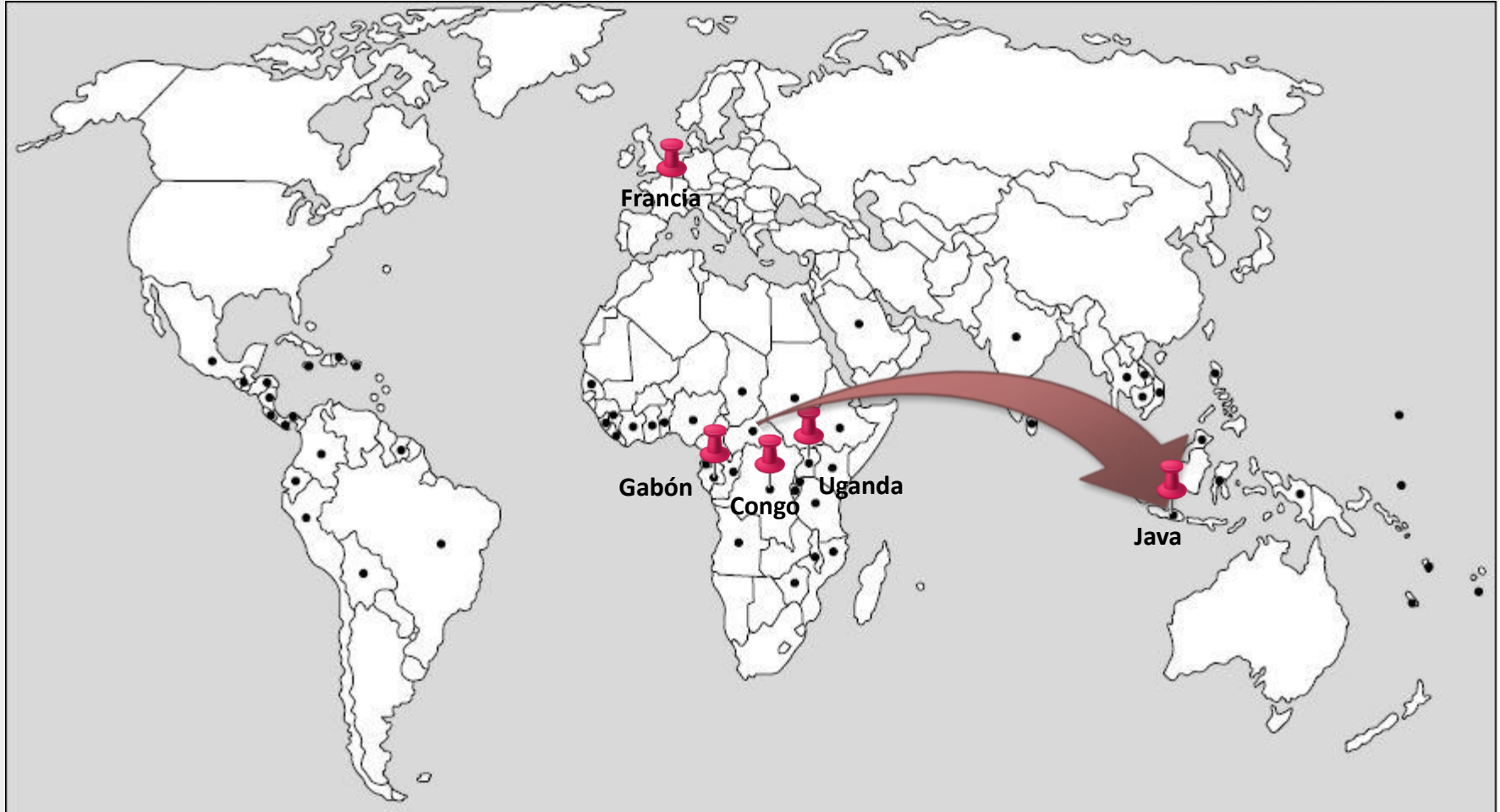
Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*



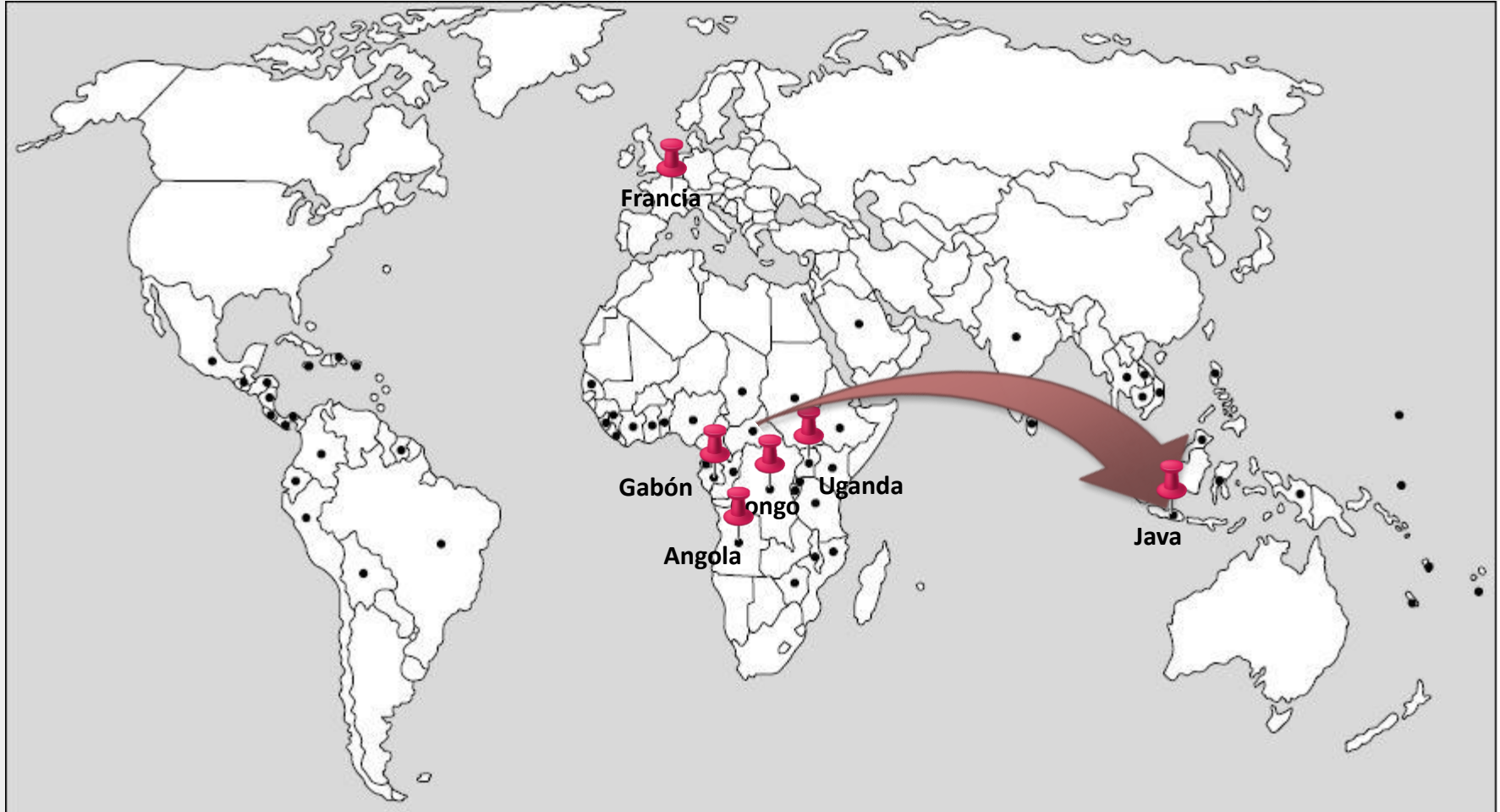
Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*



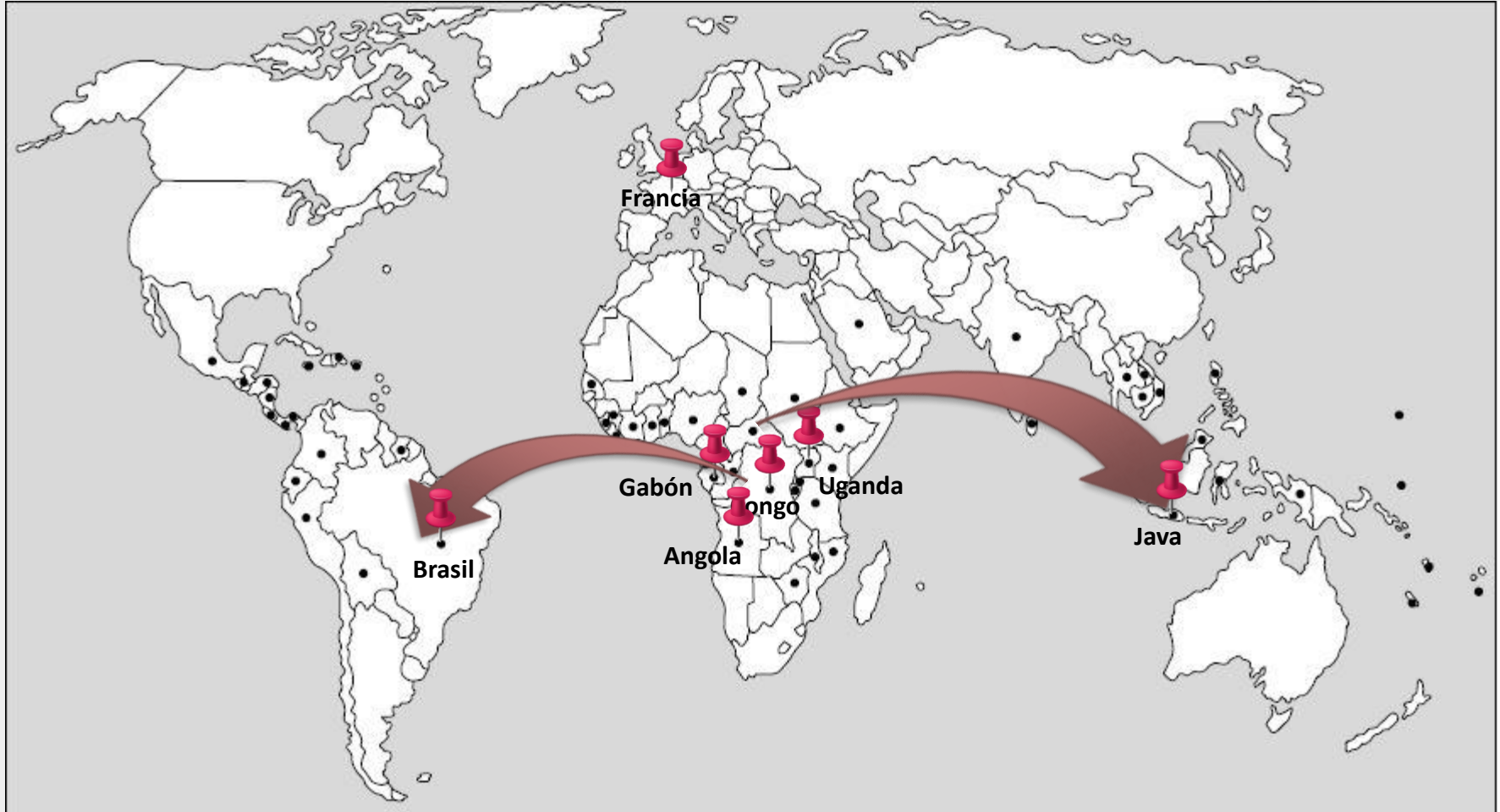
Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*



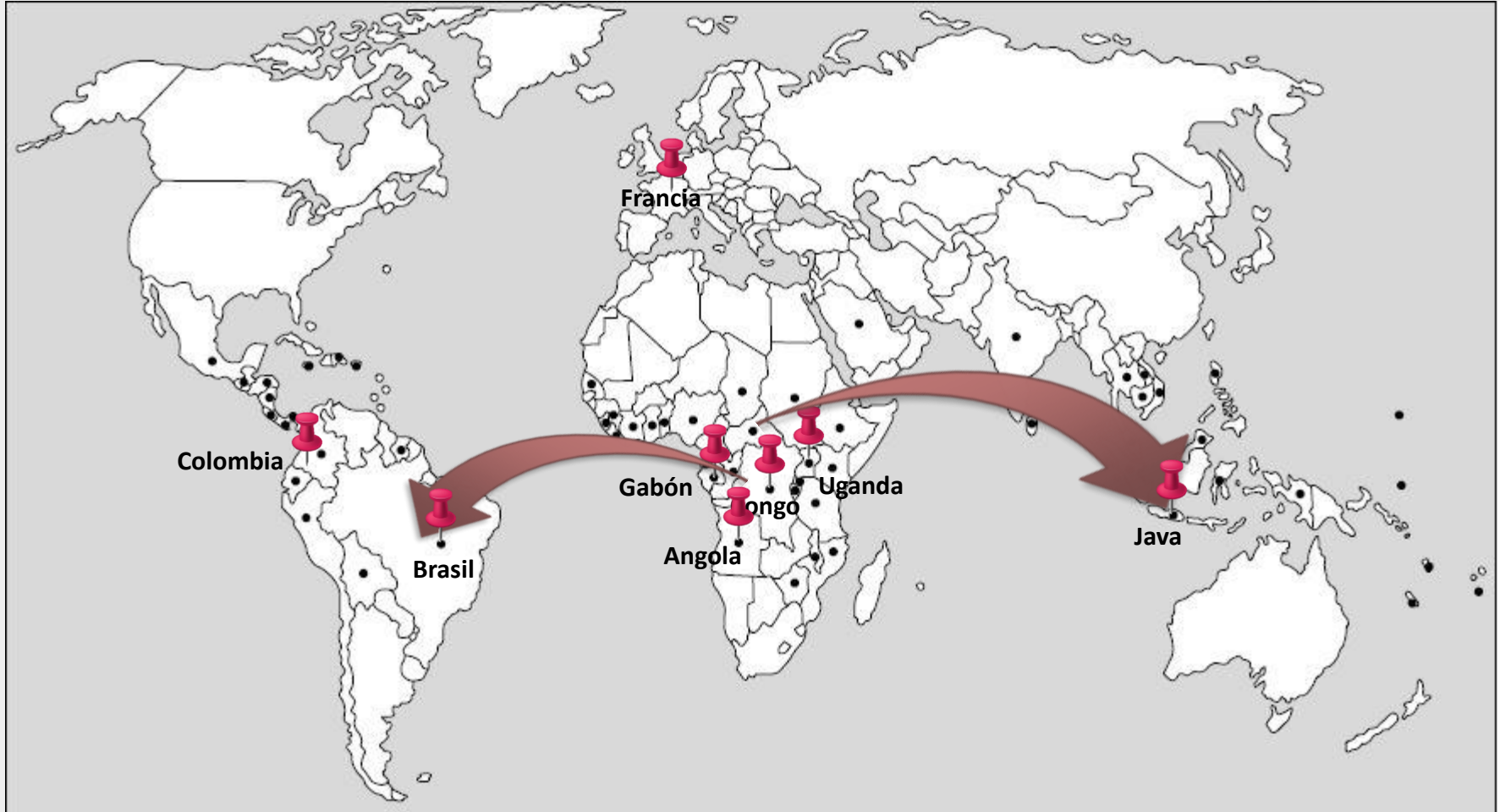
Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*



Jaramillo et al., 2006

Dispersión de *Hypothenemus hampei*

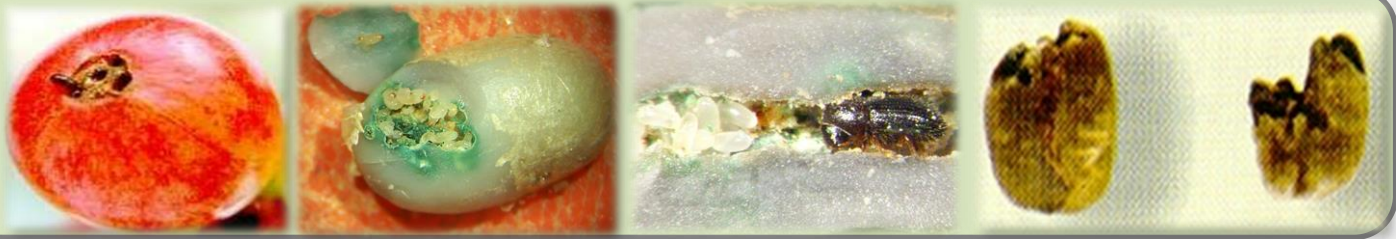


Jaramillo et al., 2006



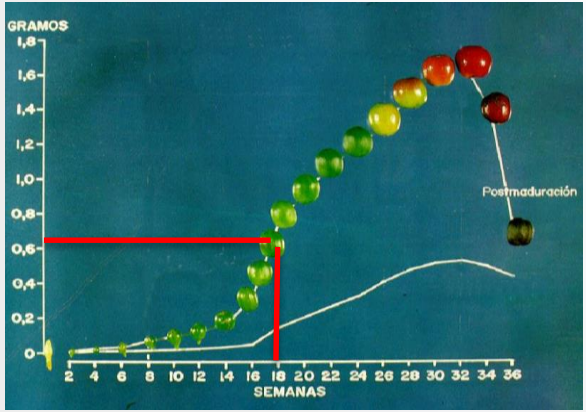
Pérdidas ocasionadas por *Hypothenemus hampei*

Daño grano café
Reducción peso y rendimiento

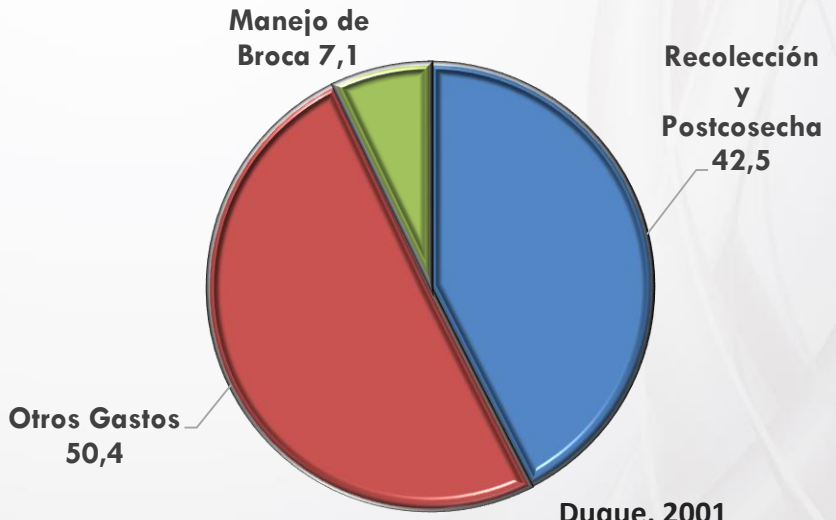


Bustillo et al., 1998

Caída prematura frutos jóvenes
Infestados por broca
Pérdida calidad



Salazar et al., 1993; Arcila et al., 1993



Duque, 2001

Manejo integrado de la broca del café



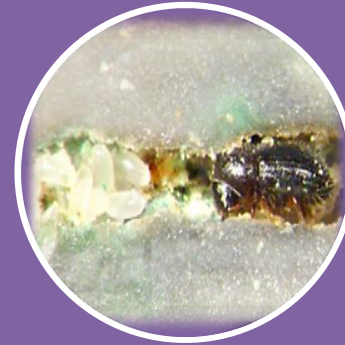
Bustillo et al., 1998; Benavides et al., 2012



**Naturaleza
criptica**



**Relación
sesgada
sexos**



**Hembras
aparean
hermanos**



Primeros estudios búsqueda de resistencia a la broca del café



*Coffea
liberica*

- Resistente



*Coffea
liberica
excelsa*

- Menor ataque



*Coffea
liberica
dybowski*

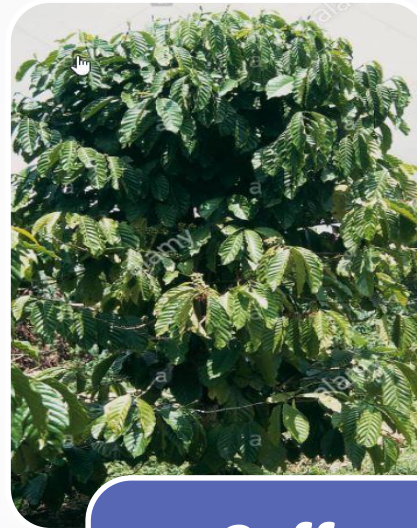
- Menor ataque

Primeros estudios búsqueda de resistencia a la broca del café



*Coffea
liberica
dewevrei*

- Menor ataque



*Coffea
canephora*

- Susceptible



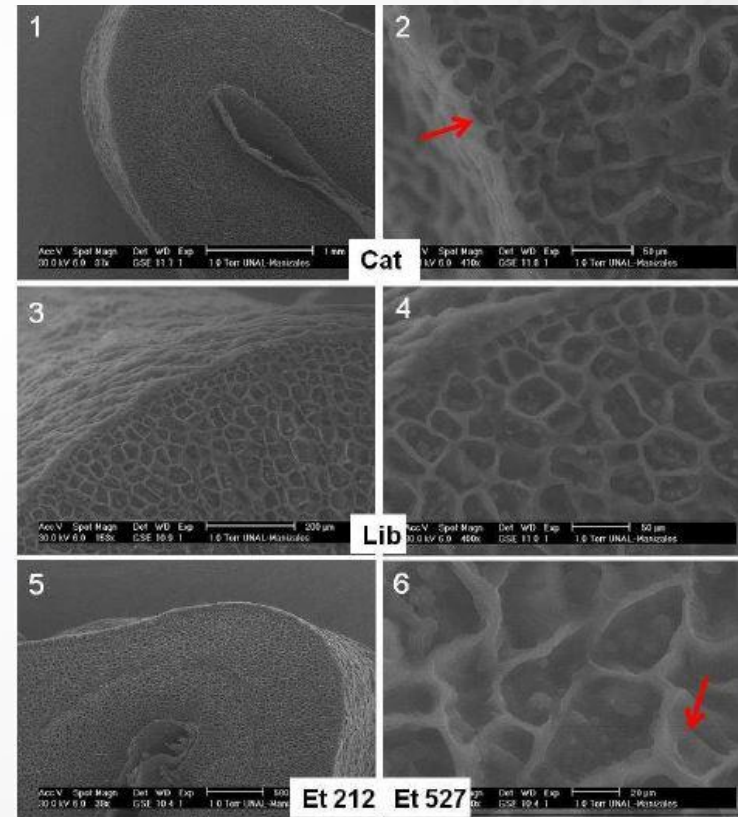
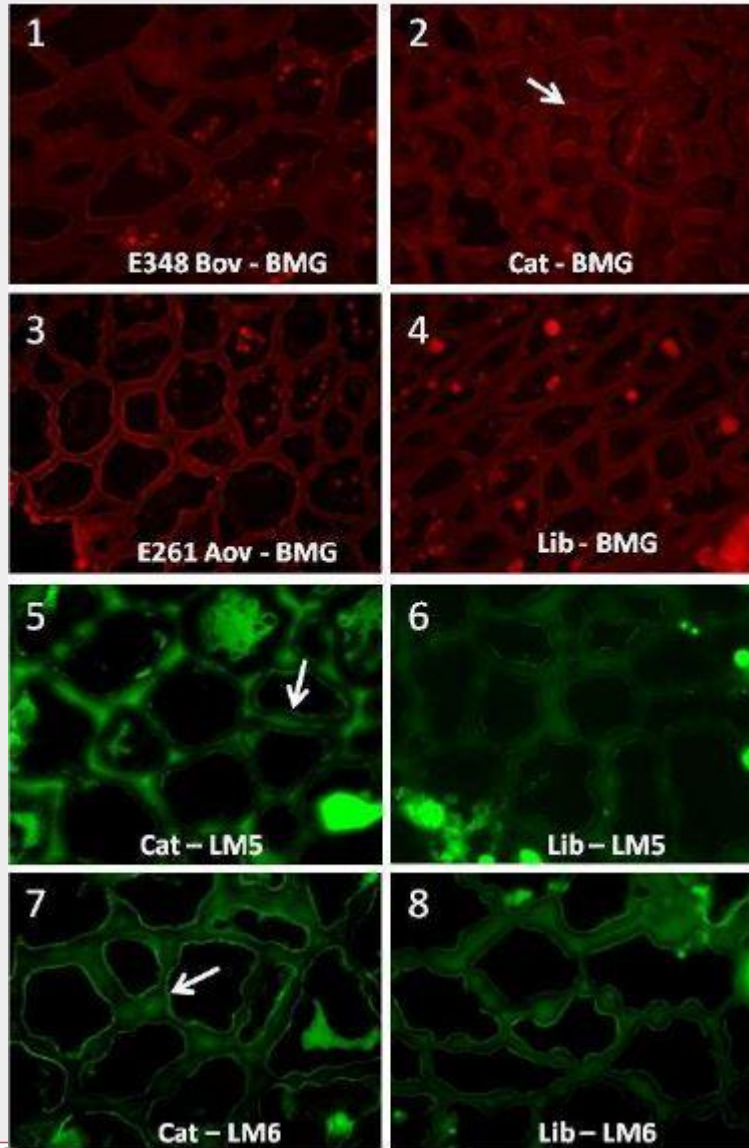
*Coffea
arabica*

- Susceptible

Estudios búsqueda de resistencia a la broca del café

Especies	Promedio huevos/fruto	Promedio larvas /fruto	Promedio adultos/fruto
<i>Coffea canephora</i> Robusta	2,61 a	2,49 a	2,30 a
<i>Coffea arabica</i> Borbón	2,55 ab	2,34 ab	2,14 a
<i>Coffea arabica</i> Pacas	2,56 ab	2,44 a	2,26 a
<i>Coffea arabica</i> Goiaba	2,37 bc	2,28 ab	2,30 a
<i>Coffea arabica</i> Mundo novo	2,19 c	2,11 b	1,83 b
<i>Coffea liberica</i>	1,12 e	1,20 d	1,24 c
<i>Coffea liberica</i> Passigapore	1,19 e	1,26 cd	1,19 c
<i>Coffea kapakata</i>	1,65 d	1,51 c	1,37 c

Estudios búsqueda de resistencia a la broca del café



Herrera, Acuña, Camayo, 2010

Estudios búsqueda de resistencia a la broca del café



*Coffea
liberica*
Resistente



*Coffea
liberica*
passipagore
Resistente



*Coffea
kapakata*
Resistente



*Coffea
arabica*
Susceptible



*Coffea
canephora*
Susceptible

Estudios búsqueda de resistencia a la broca del café



Coffea arabica

Borbón
San Ramón
Crespa
Villa Sarchí
Caturra
Catuaí
Murta
Pacas

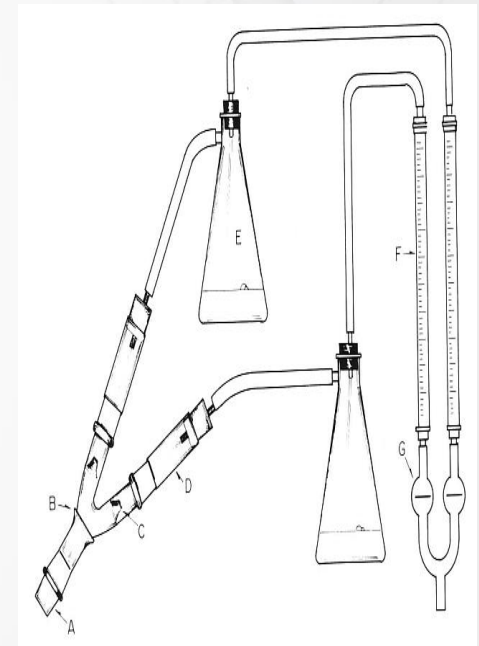
Más preferida

Coffea kapakata

Menos atractiva

Coffea liberica

Menos atractiva



Duarte, 1990



Evaluación
resistencia en
campo

1992 - 2000



Desarrollo
método
evaluar
antibiosis

1998 - 2001



Desarrollo
método
evaluar
Antixenosis

1998 - 2004



Evaluación
resistencia en
condiciones
controladas

2003-2010



Evaluación
resistencia en
campo mangas
entomológicas

2004-2010



Desarrollo y
evaluación F1

2007-2009



Desarrollo y
Evaluación F2

2009-2020

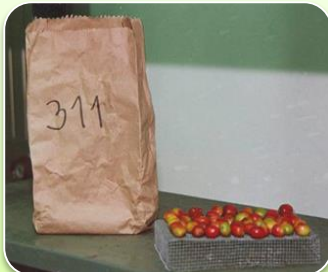
**Búsqueda fuentes de resistencia y desarrollo poblaciones de café
con menor número de estados de la broca**

Evaluación de la resistencia a la broca del café en campo



29 experimentos

- Estación experimental Rafael Escobar Pizano Supía
- La Catalina Pereira



835 introducciones

- Diseño completamente al azar
- Unidad experimental una planta (500 frutos/planta), 10 repeticiones
- Variedad Caturra, testigo



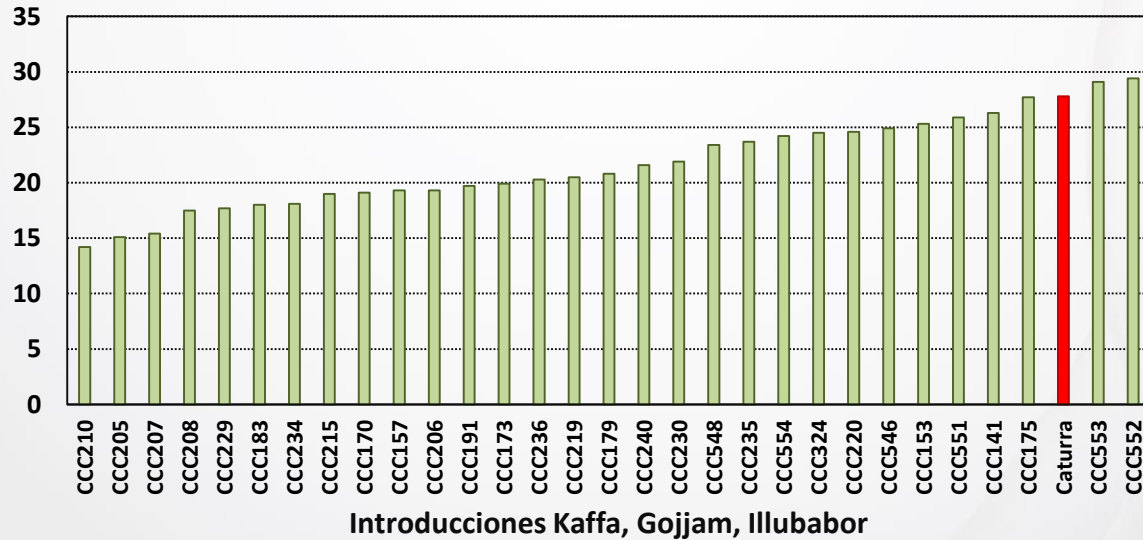
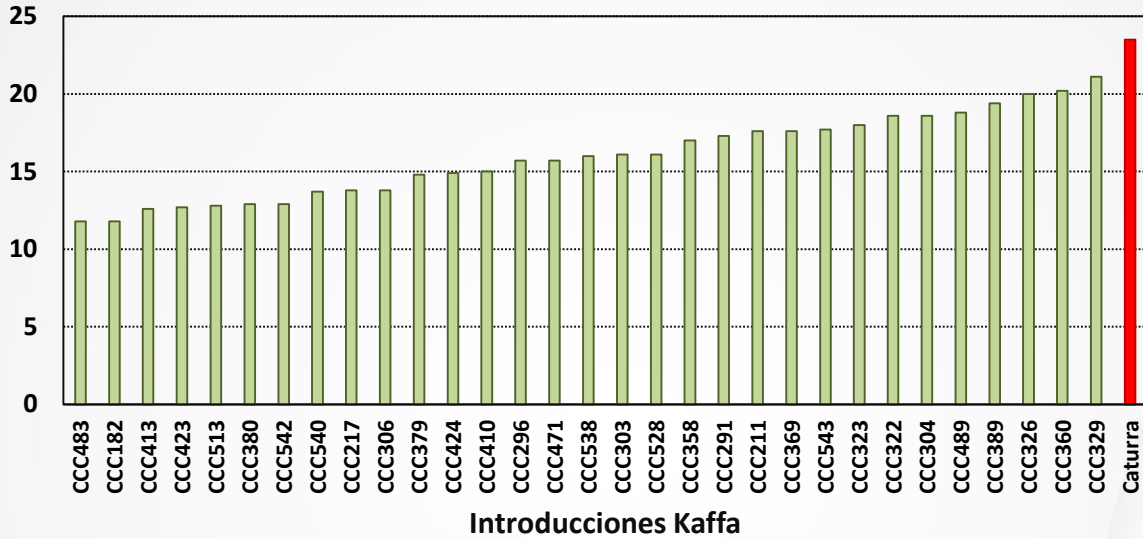
Variable

Niveles de infestación superiores a 15%

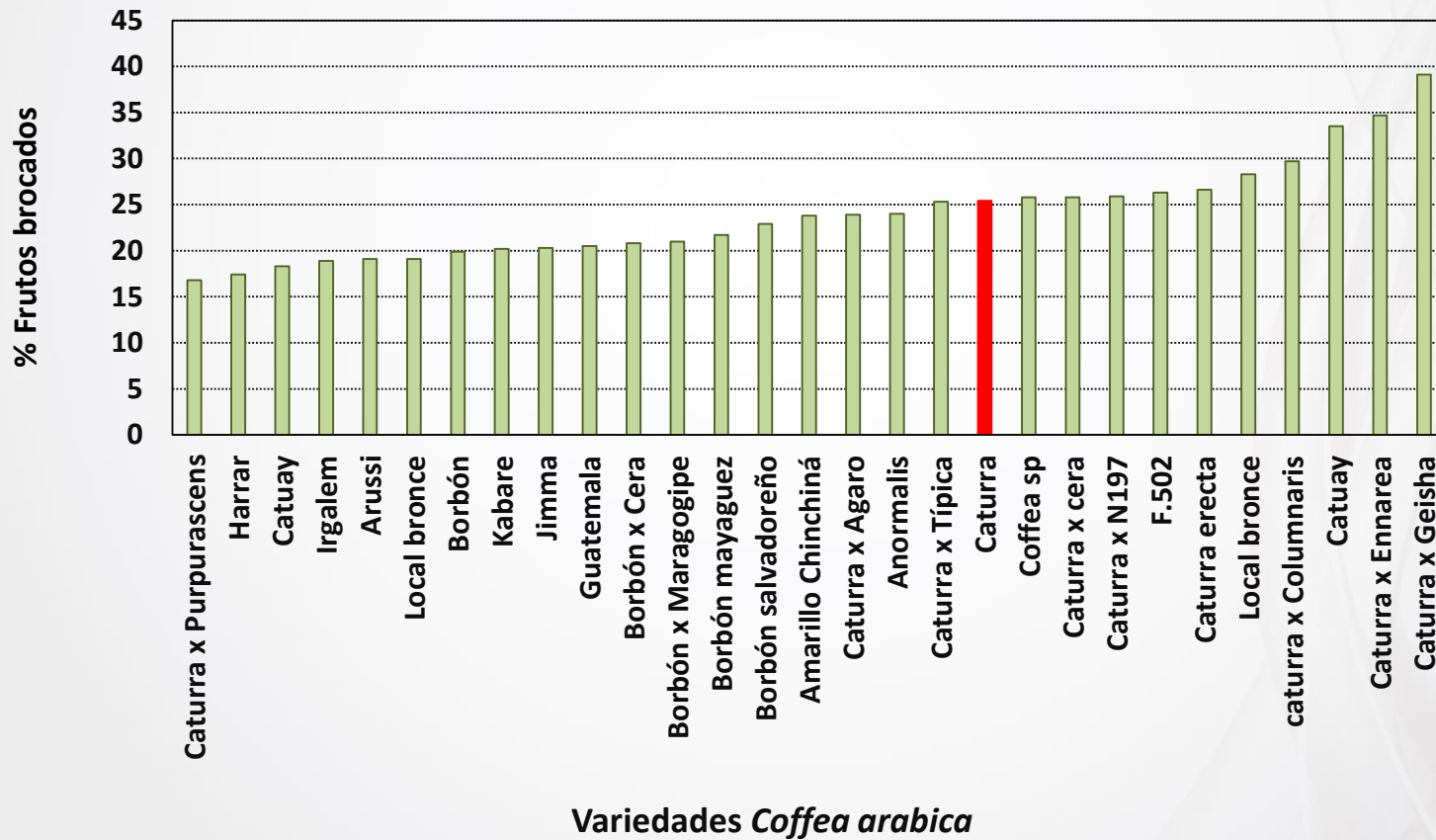
- % frutos brocados

Evaluación de la resistencia a la broca del café en campo

% Frutos brocados



Evaluación de la resistencia a la broca del café en campo



Desarrollo de métodos para evaluar antibiosis

Caja

200 granos
2 brocas/grano



17 x 12 x 7 cm

Dieta

Vial con
dieta
1 broca



0,8 x 1,0 cm

Vial

Vial
1 grano
1 broca



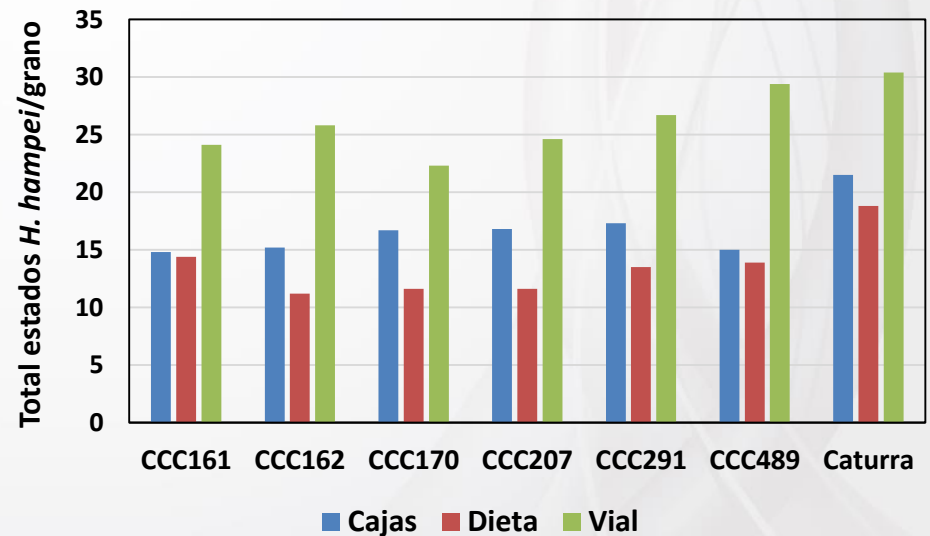
0,9 x 3,4 cm

Desarrollo de métodos para evaluar antibiosis

Antibiosis en viales con grano pergamino



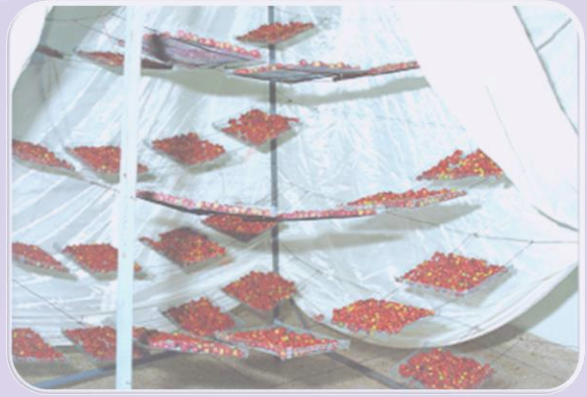
Menor pérdida humedad
Mayor número de estados
Resultados confiables y reproducibles



Álvarez et al., 2001

Desarrollo de métodos para evaluar antixenosis

1,45 m
1,15 m
0,85 m
0,55 m



10 *C. arabica*
1 *C. liberica*
Caturra



Selección libre

Jaula entomológica

Bandejas con 50 frutos
Cuatro alturas

Relación frutos:brocas 1:1



Sin selección

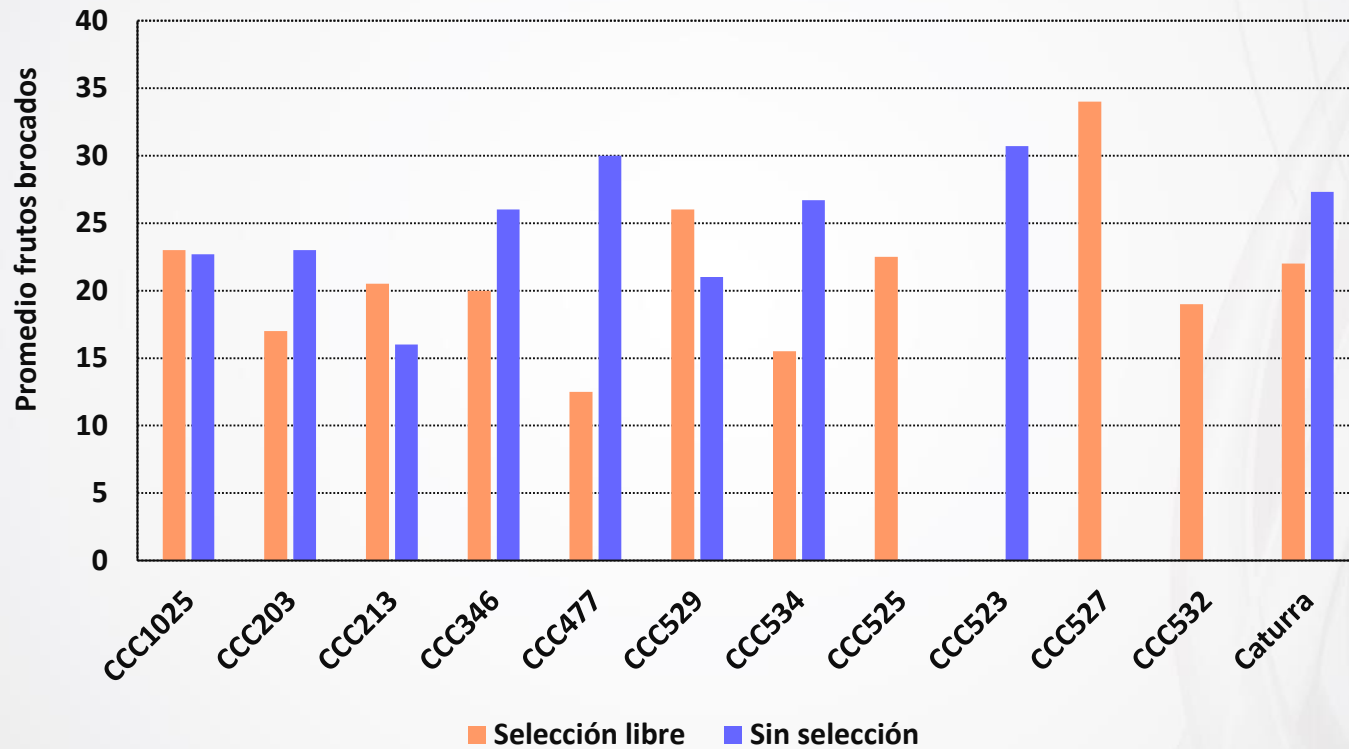
Jaula cilíndrica

Bandejas con 50 frutos
Una altura

Relación frutos:brocas 1:1

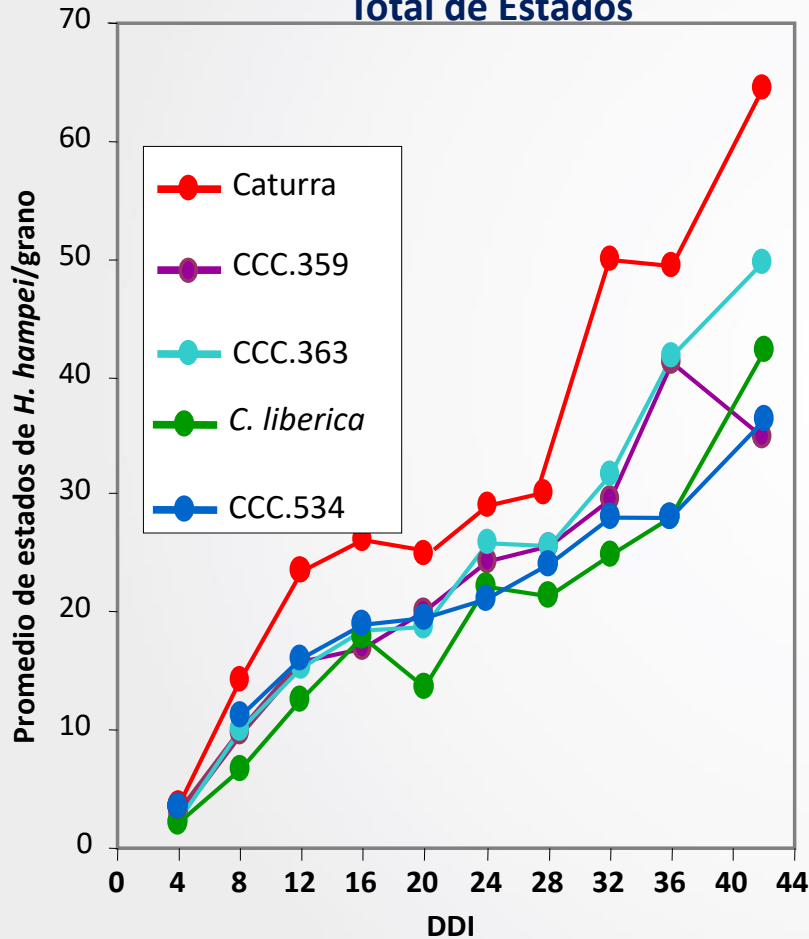


Desarrollo de métodos para evaluar antixenosis

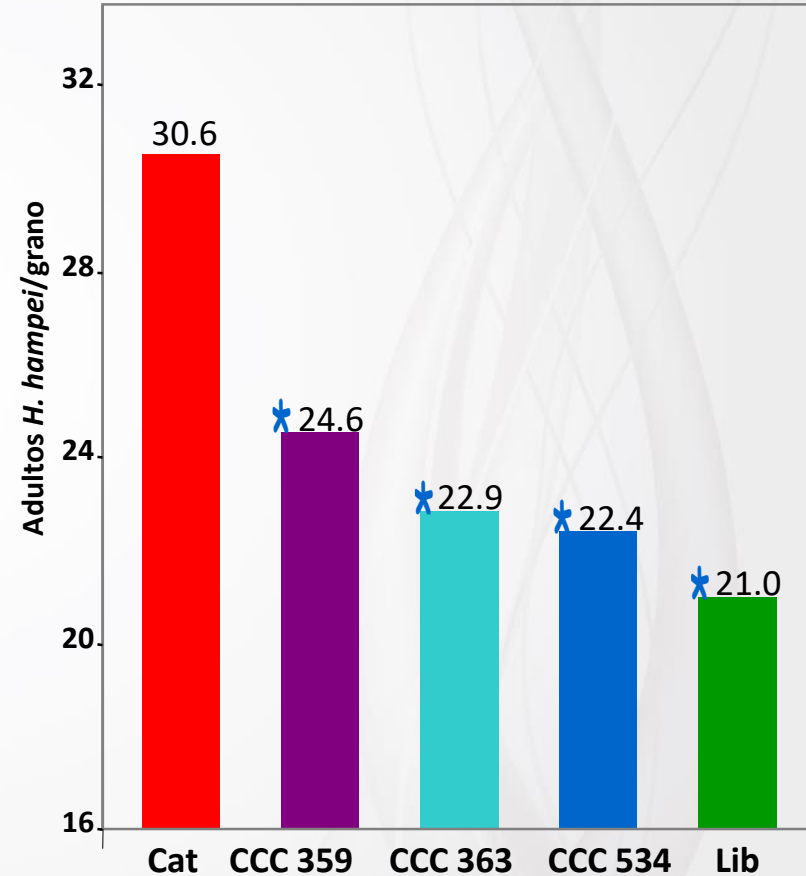


Evaluación resistencia en condiciones controladas

Total de Estados



Adultos a los 43 días



* Dunnett: 5%

Romero y Cortina 2004

Evaluación resistencia en condiciones controladas



R_o

Tasa reproductiva neta

Hembras / hembra/generación

T

Tiempo generacional

Edad promedio hembras al momento nacimiento descendencia

R_m

Tasa intrínseca de crecimiento

Hembras/hembra/día

TD

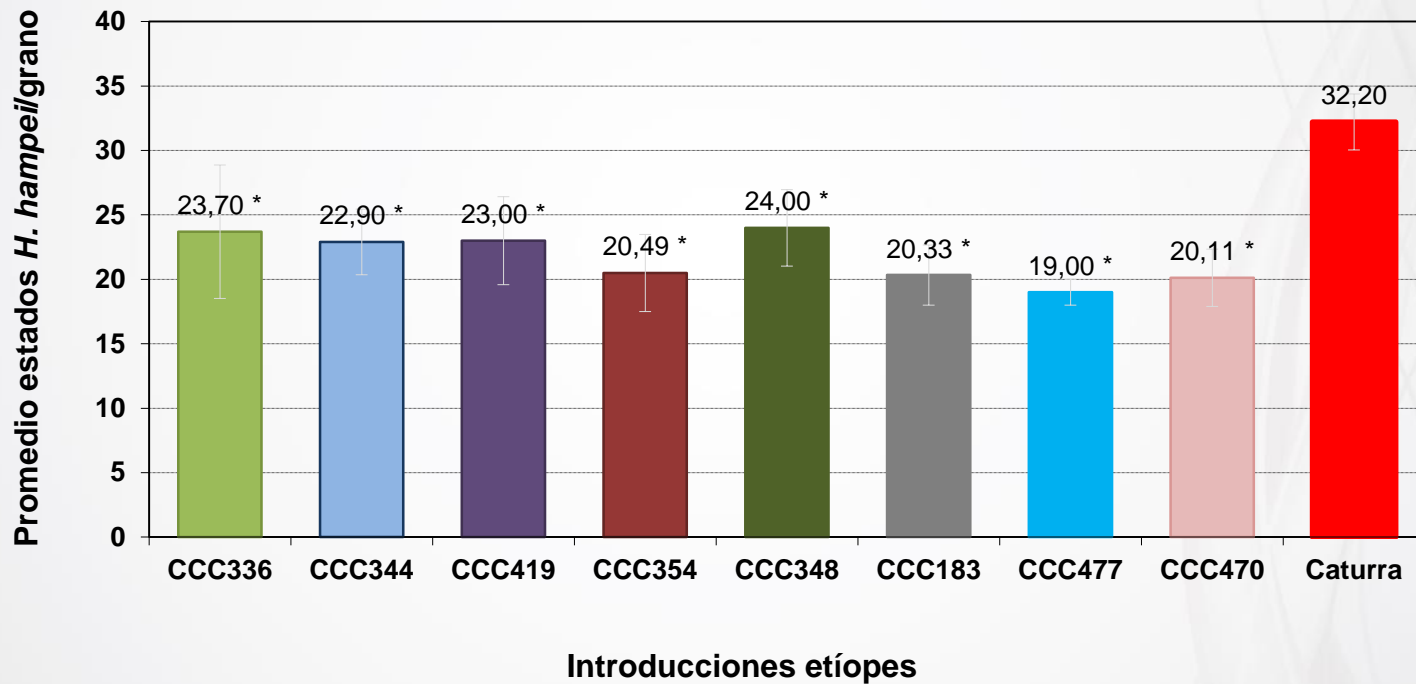
Tiempo de duplicación

Tiempo tarda población inicial duplicar el número de individuos

Evaluación resistencia en condiciones controladas

Introducción	R_o	R_m	T	TD	NI35
Caturra	25 ± 1	0.073	$45 \pm 0,4$	$10 \pm 0,2$	45.2
CCC.359	15.2	0.071	37.9	9.1	22.3
CCC.363	14.6	0.068	38.3	10.1	18.8
CCC.534	18 ± 2	$0,065 \pm 0,02$	44.7	$11 \pm 0,4$	30.5
CCC.1025	15 ± 2	$0.057 \pm 0,03$	$47 \pm 0,8$	$12 \pm 0,6$	29.3

Evaluación resistencia en condiciones controladas



* Diferencias significativas prueba de Dunnett (5%)

Evaluación en campo con mangas entomológicas



11 Introducciones

- Diseño completamente al azar
- Unidad experimental una planta 2 o 3 ramas
- 150 frutos de 150 días de desarrollo



Variable

- Número total estados por fruto

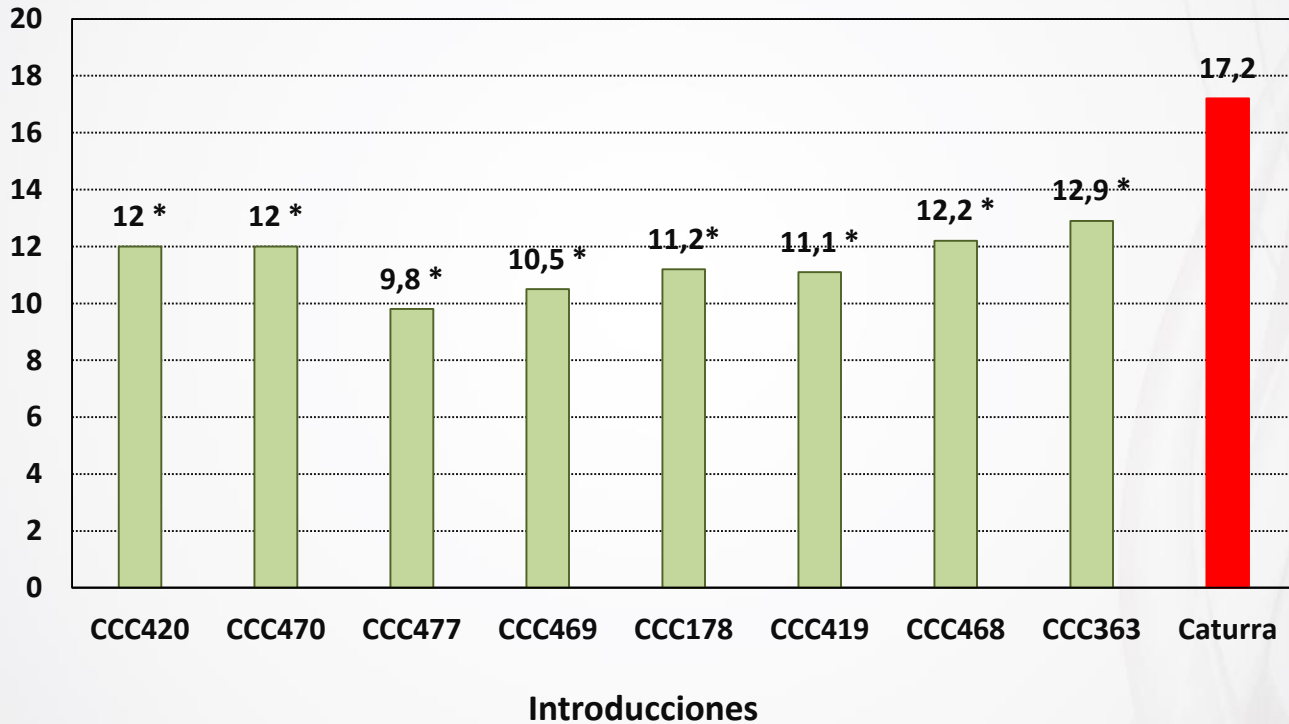


Análisis información

- Promedio total estados por fruto
- Análisis de varianza
- Prueba de Dunnett al 5%

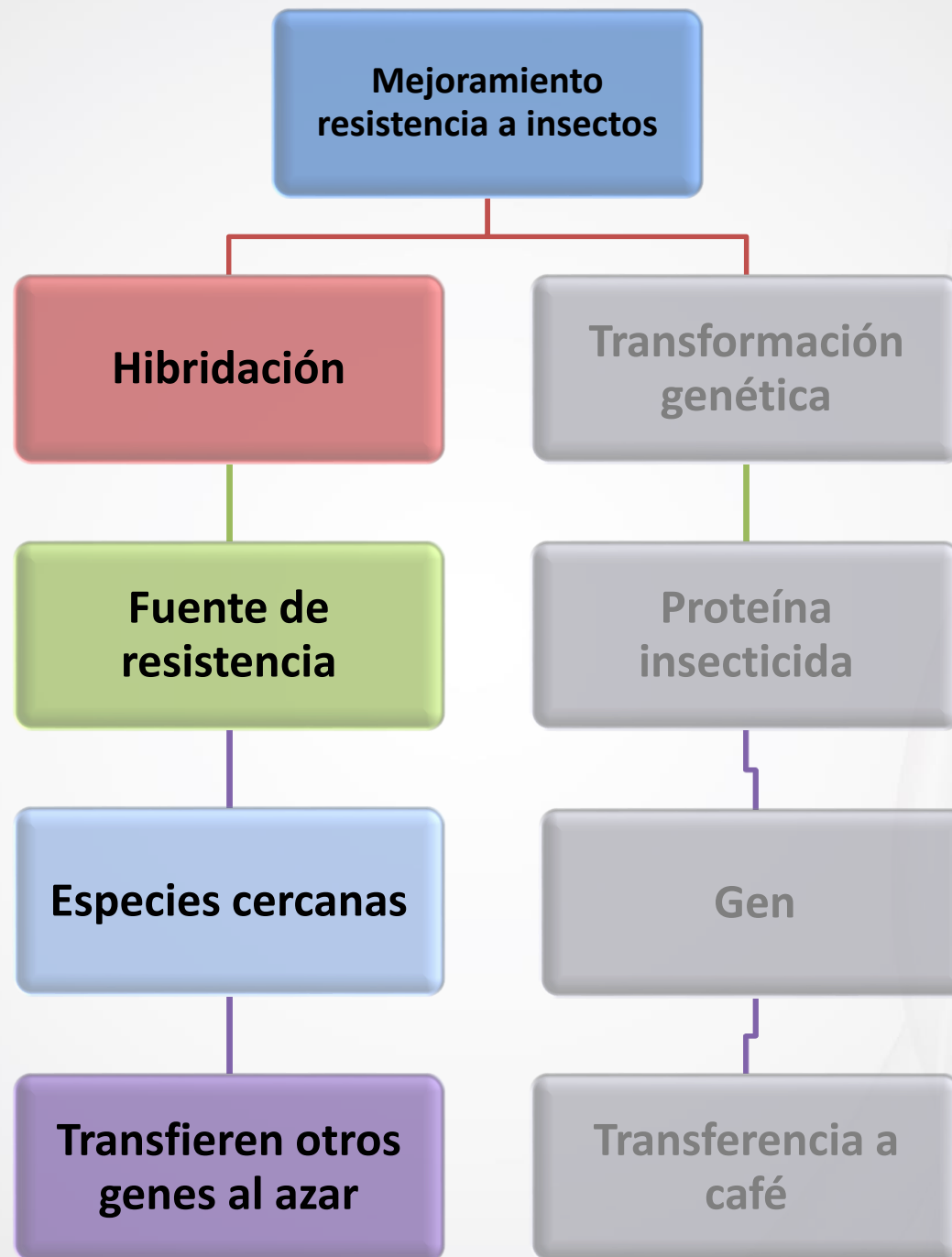
Evaluación en campo con mangas entomológicas

Promedio estados *H. hampei*/fruto

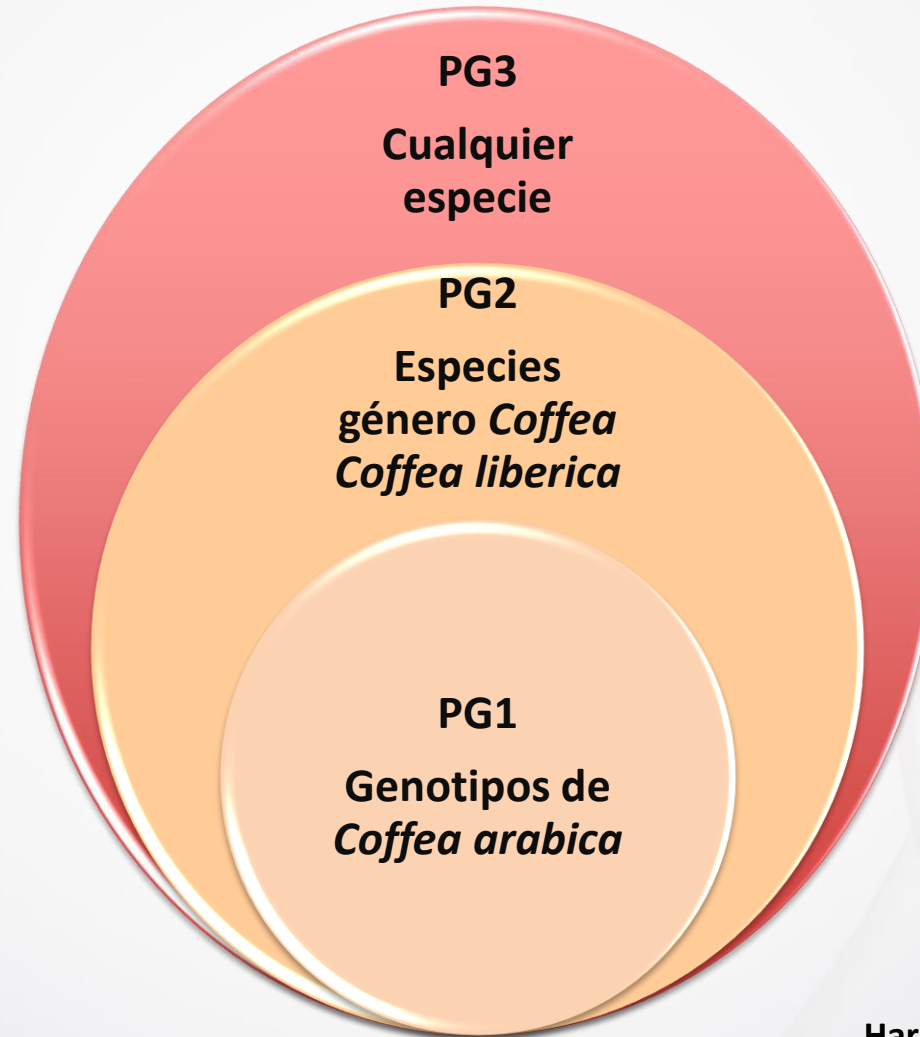


* Introducciones diferentes estadísticamente al testigo Prueba Dunnett 5%

Vargas, 2006



Desarrollo y evaluación de poblaciones



Harlan y De Wet, 1971

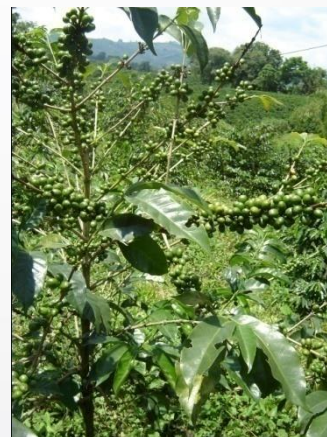
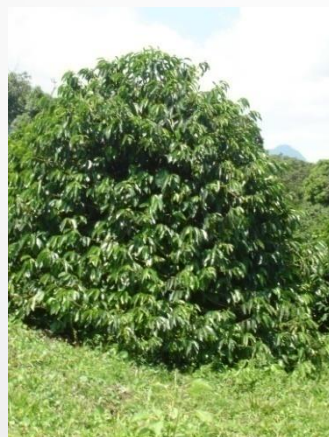
Desarrollo y evaluación de poblaciones



Desarrollo de variedades

Progenitores masculinos

Introducción	Provincia	% Reducción estados broca	Producción acumulada	Altura 24 meses	Vanos	Caracol	Supremo	Taza	Fragancia/aroma
CCC183	Illubabor	30	8,0	180,0	9,5	17,7	32,9	5,0	Chocolate amargo
CCC336	Kaffa	35	28,5	241,9	4,2	14,0	33,5	5,0	Chocolate dulce
CCC344	Kaffa	47	8,0	158,1	7,8	21,4	11,3	ND	
CCC354	Kaffa	35	16,8	166,9	4,8	12,6	40,5	5,5	Chocolate dulce
CCC359	Kaffa	28	13,4	161,9	6,7	14,0	44,7	4,5	Chocolate dulce
CCC363	Kaffa	38	10,6	188,1	2,5	12,0	22,5	ND	
CCC419	Kaffa	30	22,6	188,1	4,4	9,9	51,1	6,0	Espicias
CCC470	Kaffa	34	17,94	239,38	3,29	12,32	44,14	5	Limpia
CCC477	Kaffa	32	11,89	153,75	6,46	21,25	11,81	4.5	Amargo, astringente
CCC534	Kaffa	32	21,77	146,25	5,04	11,88	29,57	4.5	Amargo, astringente



Progenitores masculinos

CCC	Especie	% Reducción número estados broca	Generación
1025	<i>C. liberica</i>	40	F1
1038	<i>C. liberica</i>	38	F1
1030	<i>C. liberica</i>	36	F1
1037	<i>C. liberica</i>	48	F1
1028	<i>C. liberica</i>	38	F1
1034	<i>C. liberica</i>	38	F1



Progenitores femeninos

Genotipo	Origen
CU.2034	H.3005
CU.1953	H.3005
CU.1827	H.3005
CU.1778	H.3005
CX.2848	H.3004
CX.2710	H.3005
CX.2178	H.3005
CU.1812	H.3005
CX.2391	H.3005
MEG 667 # 114	H.4341
MEG 667 # 665	H.4343
MEG 667 # 669	H.4343



Desarrollo y evaluación de híbridos F1

Madre susceptible



Líneas de variedad Castillo®

**Padre tolerante
menor número estados broca**



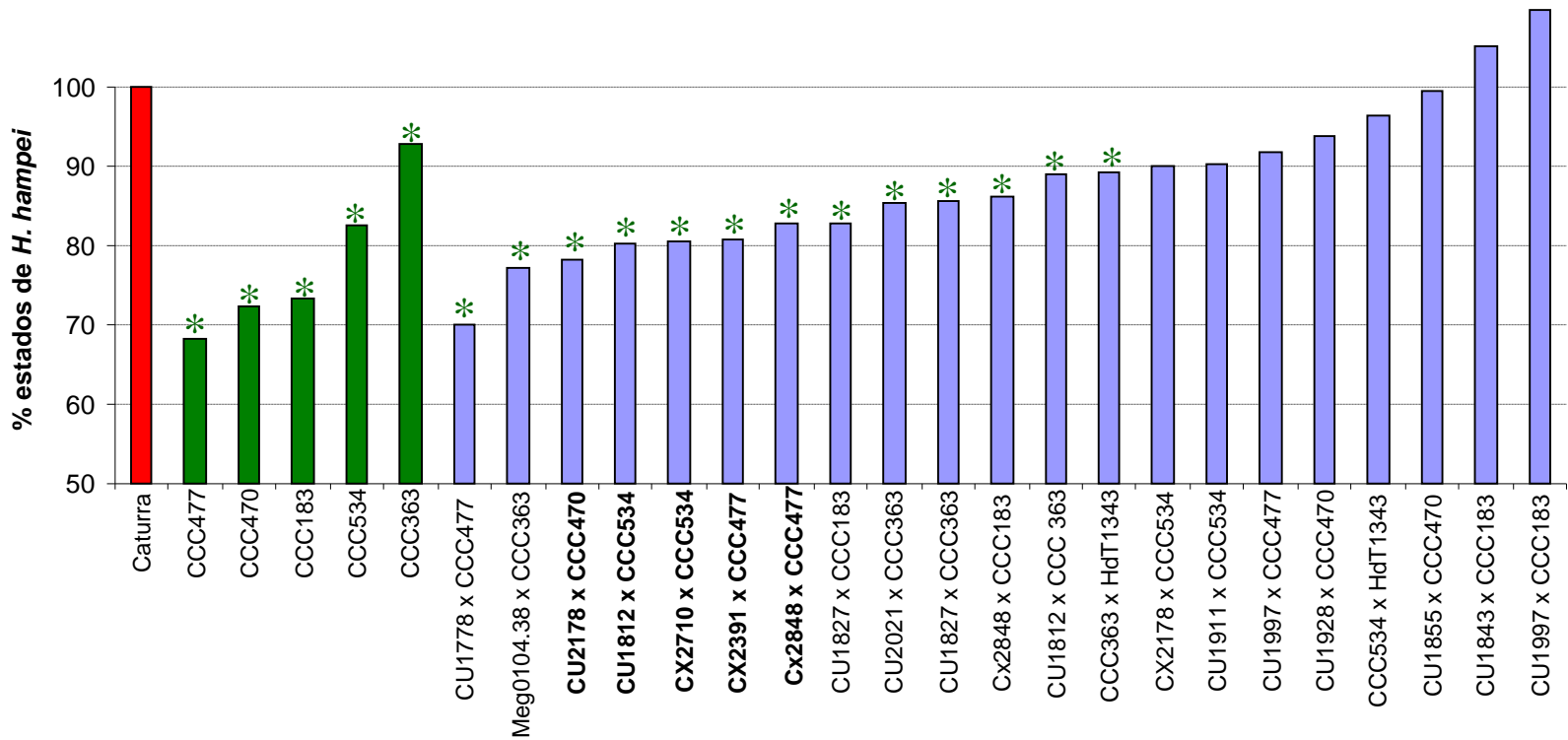
Introducciones Etiópicas

X
↓

F₁

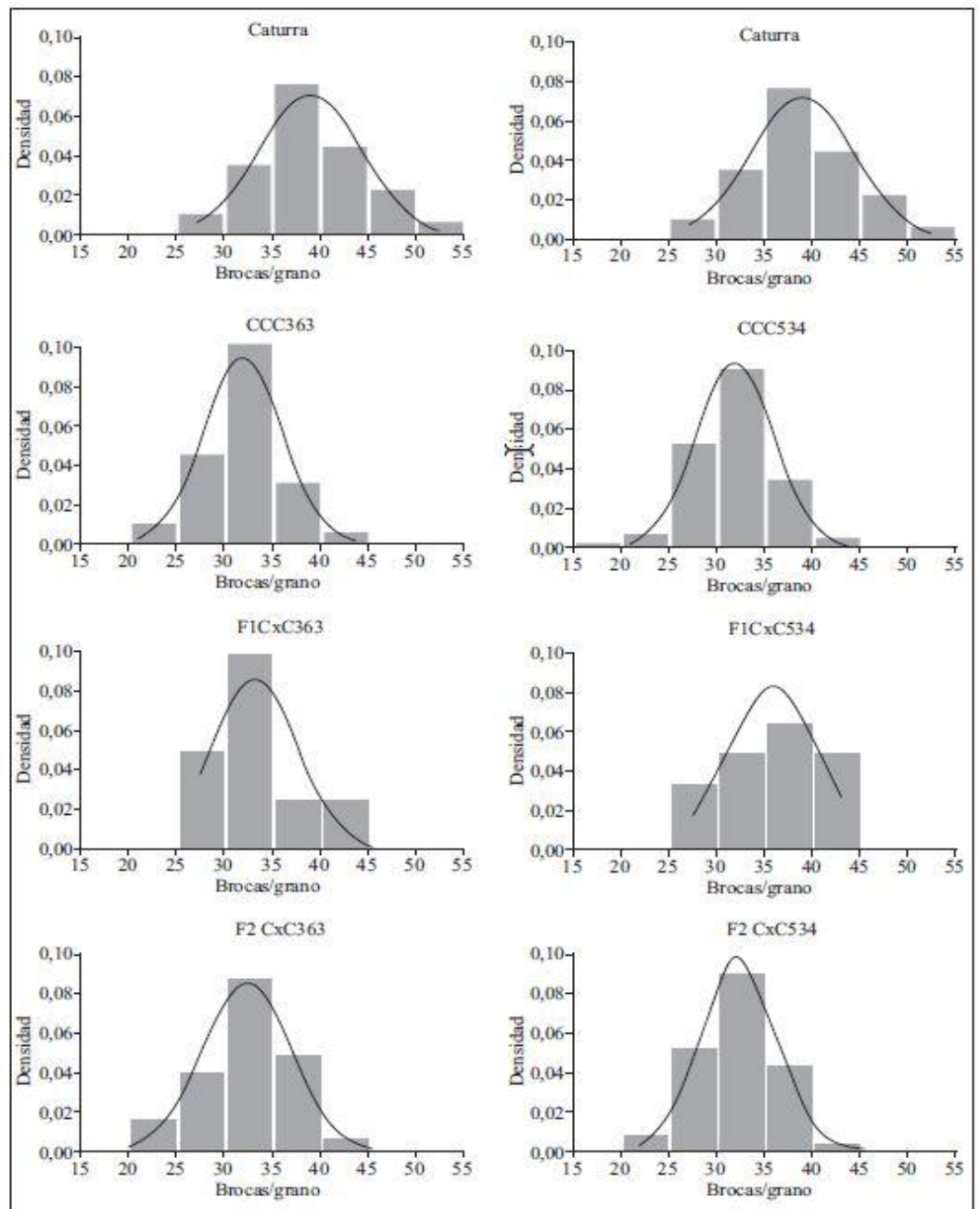


Desarrollo y evaluación de híbridos F1



* Híbridos diferentes estadísticamente al testigo según prueba de Dunnett (5%).

Desarrollo y evaluación de plantas F2



Desarrollo y evaluación de plantas F2

Madre susceptible



Padre tolerante
menor número estados broca



X
↓

Líneas de variedad Castillo®
Cenicafé1, líneas avanzadas
híbridos interespecíficos

F₁



Introducciones Etiópicas
Coffea liberica

F₂



- CX.2710 x CCC534
- CX.2178 x CCC470
- CX.2848 x CCC477
- CU.1812 x CCC534
- CX.2391 x CCC477

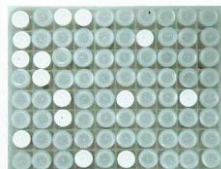
Desarrollo y evaluación de plantas F2

Condiciones controladas

U. Experimental: un vial con un grano y una broca



Número de repeticiones: 80



Diseño experimental: completamente aleatorio

Variable de respuesta: total estados biológicos
28 días



Análisis estadístico: Análisis de varianza
Prueba de Dunnett

Campo

UE: una planta con tres ramas con 50 granos sanos
cubierta con una manga entomológica, infestada con
100 brocas



Diseño experimental: completamente aleatorio

Variable de respuesta: total estados biológicos
40 días

Análisis estadístico: Prueba t al 5%

Desarrollo y evaluación de plantas F2

Población

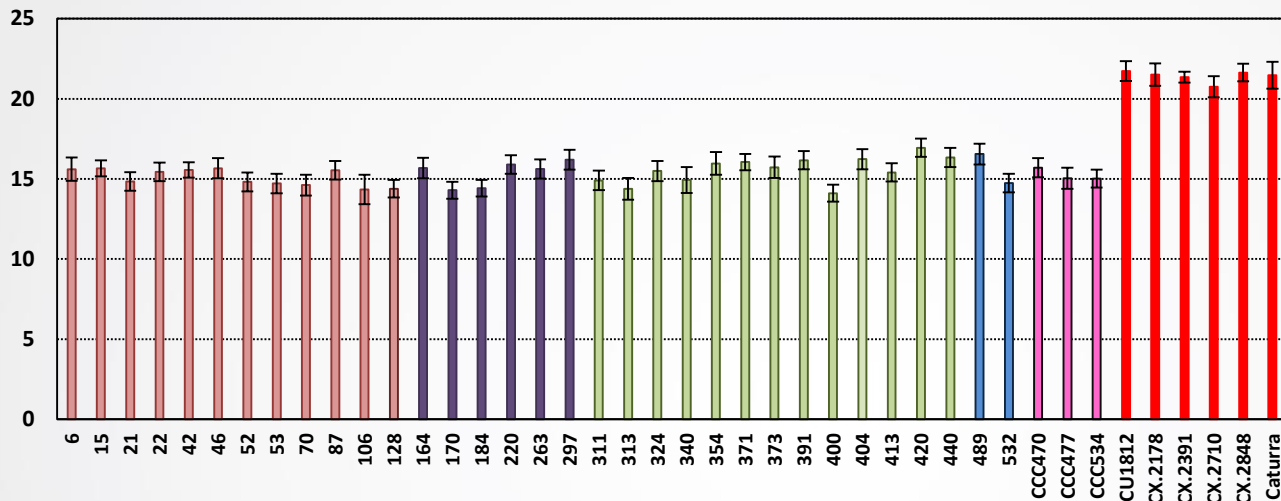
- CX2710 X CCC534
- CX2178 X CCC470
- CX2848 X CCC477
- CX2391 X CCC477
- CU1812 X CCC534

Ubicación

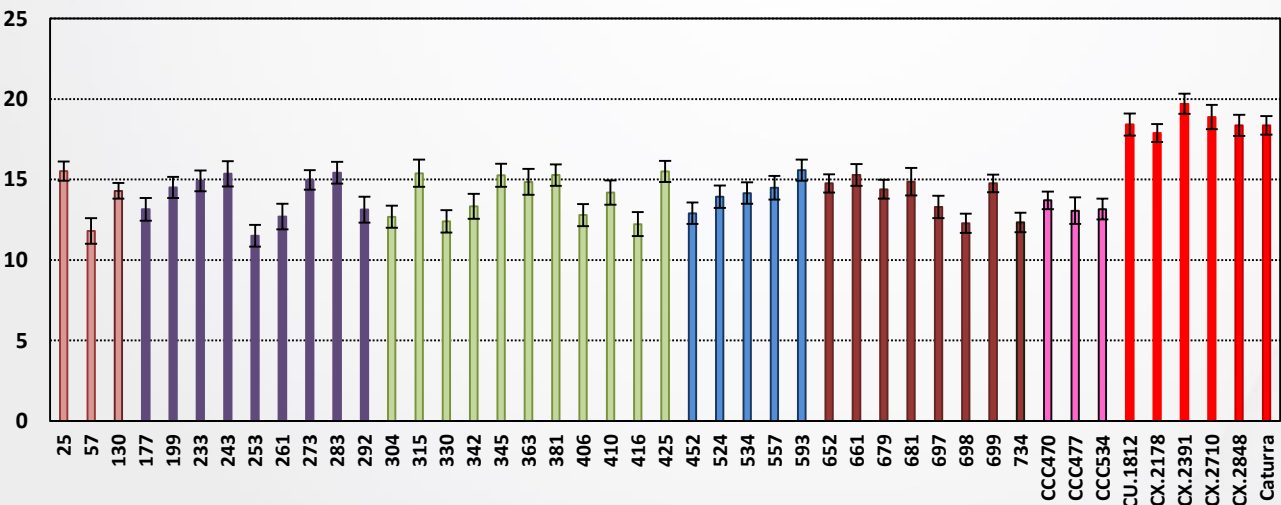
- 1 – 150
- 151 – 300
- 301 – 450
- 451 – 600
- 601 - 750

Desarrollo y evaluación de plantas F2

Total estados de *H. hampei*/grano



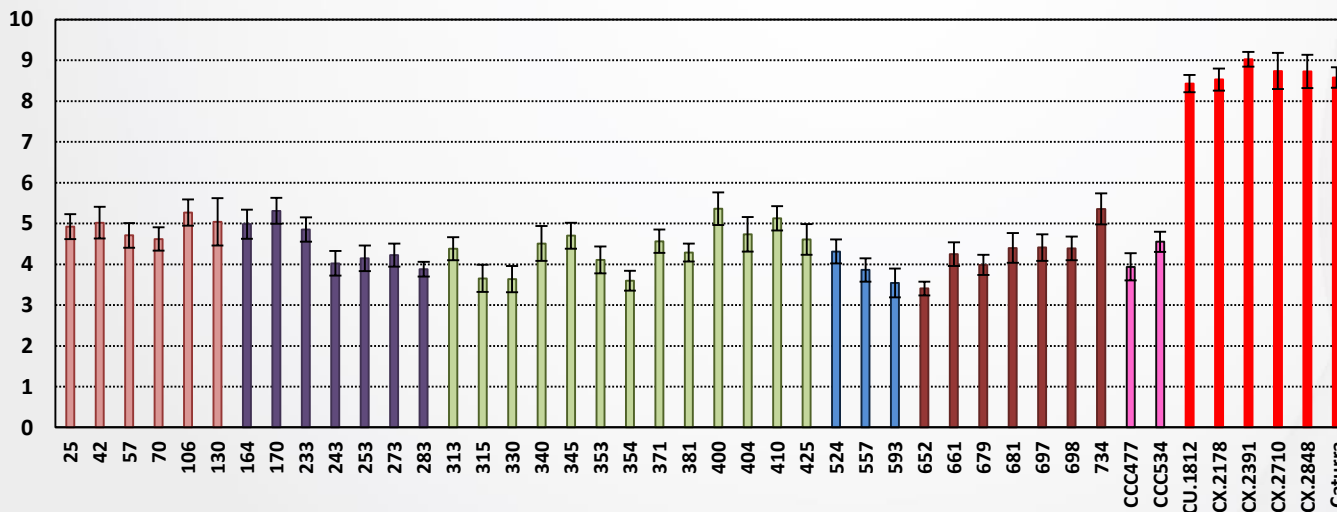
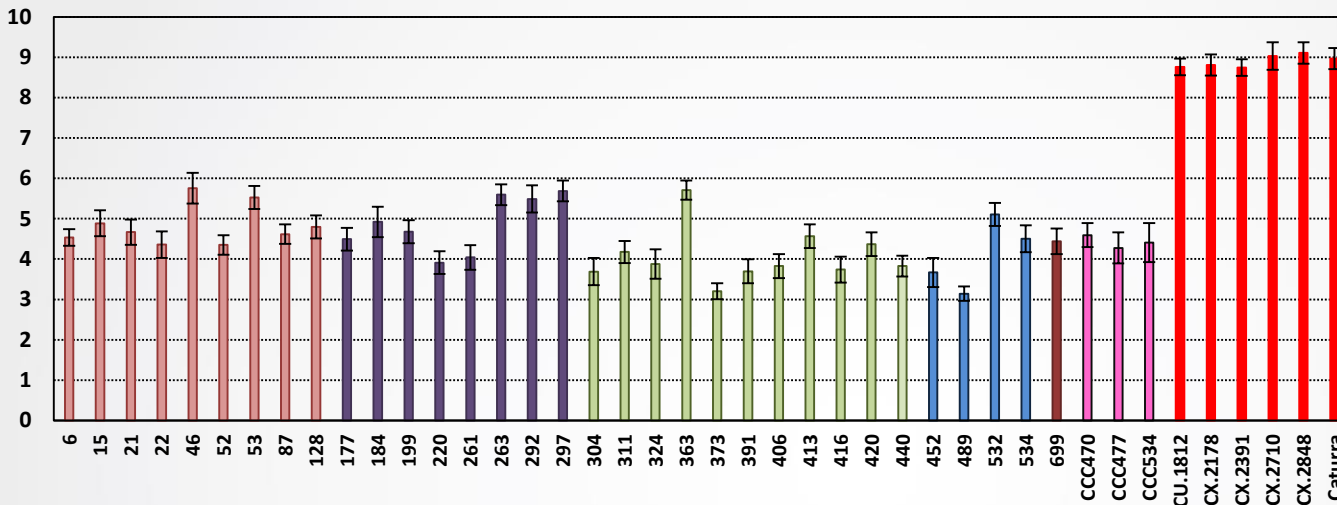
- CX2710 X CCC534
- CX2178 X CCC470
- CX2848 X CCC477
- CX2391 X CCC477
- CU1812 X CCC534
- Progenitores masculinos
- Progenitores femeninos
- Variedad Caturra



Plantas F2

Desarrollo y evaluación de plantas F2

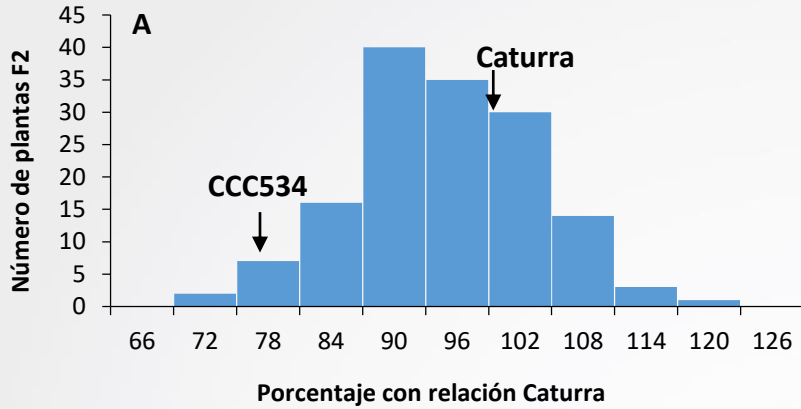
Total estados de *H. hampei*/fruto



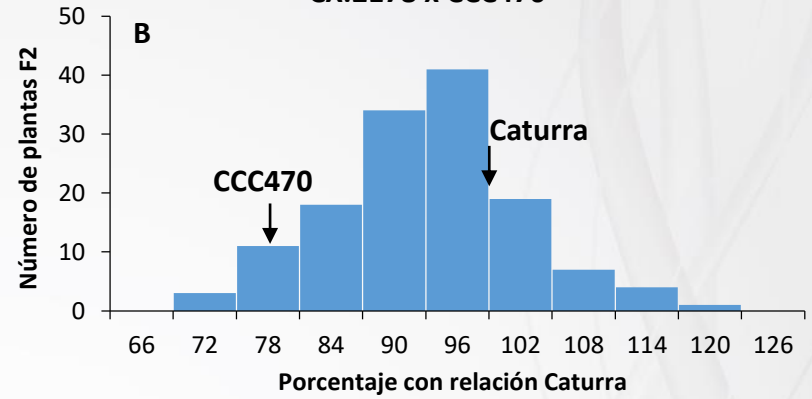
- CX2710 X CCC534
- CX2178 X CCC470
- CX2848 X CCC477
- CX2391 X CCC477
- CU1812 X CCC534
- Progenitores masculinos
- Progenitores femeninos
- Variedad Caturra

Plantas F2

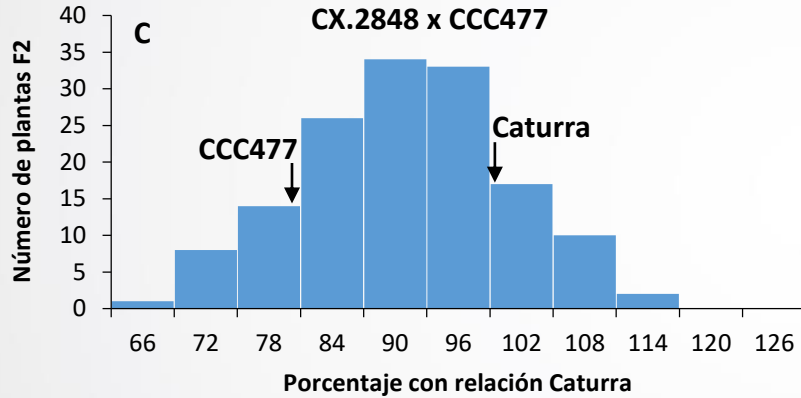
CX.2710 x CCC534



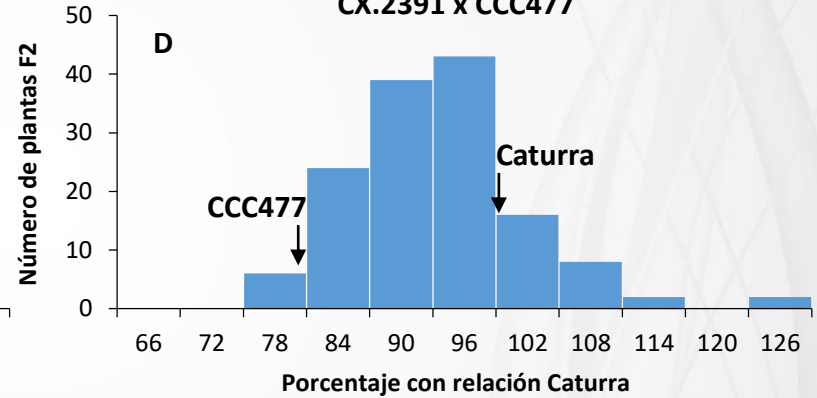
CX.2178 x CCC470



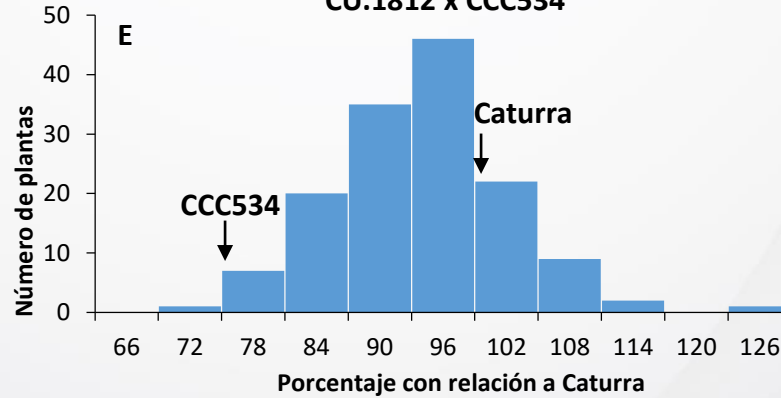
CX.2848 x CCC477



CX.2391 x CCC477



CU.1812 x CCC534



CX2710 X CCC534

F2	% Reducción estados vs progenitor femenino condiciones controladas	% Reducción estados vs progenitor femenino en campo
6	24,76	52,16
15	24,48	46,98
21	28,48	50,45
25	19,60	43,66
42	25,00	42,56
46	24,48	46,13
52	28,57	53,19
53	29,08	43,56
57	33,22	46,13
70	29,57	47,12
106	30,86	39,69
128	30,64	42,76
130	23,69	42,33
Rango	19,6 - 33,2	39,7 - 53,2



CX2178 X CCC470

F2	% Reducción estados vs progenitor femenino condiciones controladas	% Reducción estados vs progenitor femenino en campo
164	27,08	41,56
177	29,54	46,28
184	32,91	43,47
199	23,27	48,86
220	26,05	58,30
233	21,63	43,08
253	34,45	60,50
261	31,39	65,71
263	27,34	29,61
Rango	21,6 - 34,4	29,6 - 65,7



CX2848 X CCC477

F2	% Reducción estados vs progenitor femenino condiciones controladas	% Reducción estados vs progenitor femenino en campo
311	31,11	63,28
313	33,52	55,57
315	18,94	58,11
340	31,00	48,32
345	19,85	52,95
363	22,12	30,52
371	25,83	52,38
373	27,32	29,05
381	20,18	50,88
391	25,29	70,42
406	31,21	72,10
416	30,66	70,60
Rango	18,94 - 33,52	29,05 - 72,10



CX2391 x CCC477
CU1812 X CCC534

F2	% Reducción estados vs progenitor femenino controladas	% Reducción estados vs progenitor femenino campo
452	35,60	68,49
489	22,46	35,37
524	30,84	52,21
534	29,88	52,28
557	28,40	57,24
661	19,98	49,58
681	22,24	47,80
698	31,87	47,93
699	22,75	51,35
734	32,81	36,44
Rango	19,98 - 35,60	35,37 - 68,49



Manejo integrado de la broca del café



Gracias

Disciplina de Entomología

Pablo Benavides

Claudia Tabares

Disciplina Biometría

Rubén Darío Medina

Disciplina de Fisiología

Ricardo Acuña

Disciplina de Experimentación

Personal Acciones y servicios

Disciplina de Divulgación

Disciplina Mejoramiento genético

Síguenos



www.cenicafe.org



agroclima.cenicafe.org



@cenicafe



cenicafé

