



**21^ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**

21st International Oil Palm Conference

**En busca de los
determinantes genéticos
de la resistencia a las
enfermedades para la
selección asistida por
marcadores**

2025



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference

Contexto



fedepalma



cenipalma

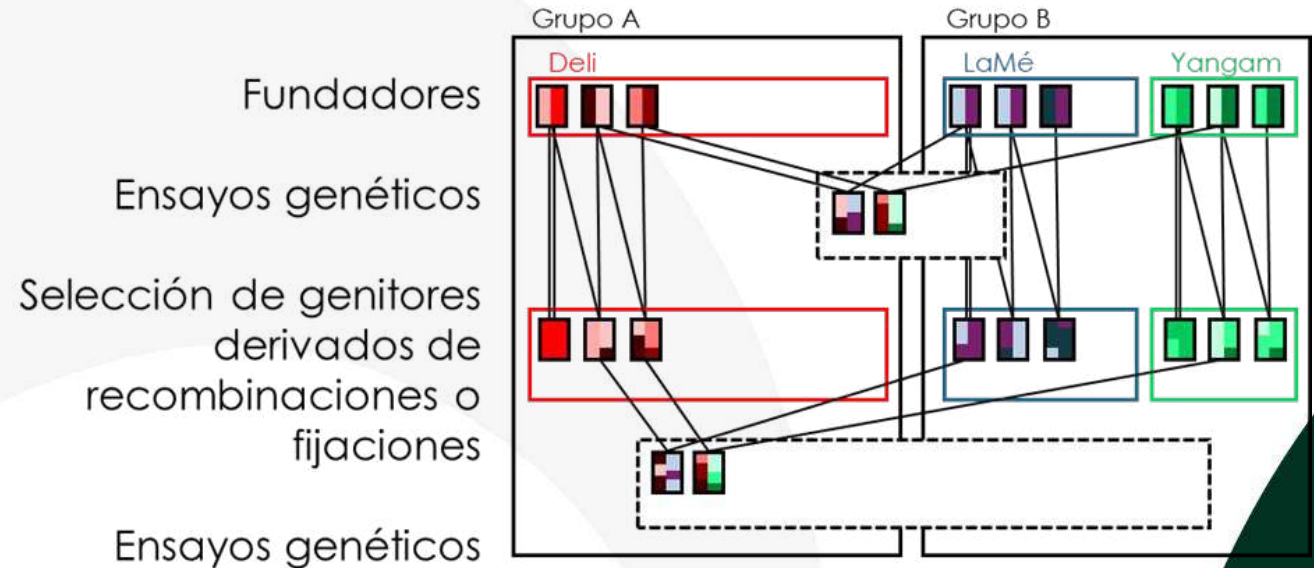


Contexto

- El esquema de selección recurrente recíproca necesita ensayos a gran escala en el campo y en viveros para mejorar los caracteres de interés.



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



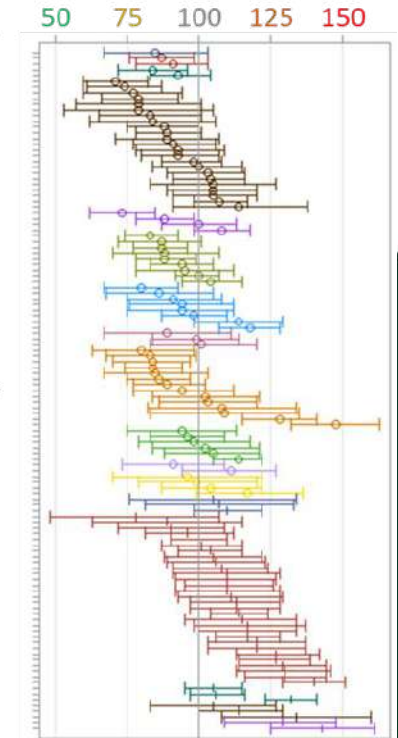
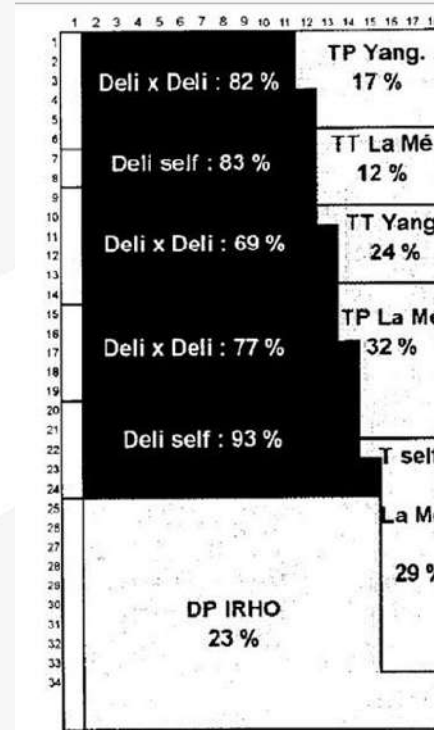
Contexto

- El esquema de selección recurrente recíproca necesita ensayos a gran escala en el campo y en viveros para mejorar los caracteres de interés.

> Para la resistencia a las enfermedades es especialmente largo, laborioso y costoso.



21^ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



De Franqueville *et al.*, 2000
Durand-Gasselin *et al.*, 2005
Breton *et al.*, 2006
Breton *et al.*, 2010

Contexto

- Los marcadores moleculares tienen un gran potencial para acelerar la selección de material de siembra resistente y de alto rendimiento.

Enfoque en la búsqueda de QTL (locus de caracteres cuantitativos)



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

Mol Breeding (2014) 33:415–424
DOI 10.1007/s11032-013-9959-0

Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) linkage map, and quantitative trait locus analysis for sex ratio and related traits

Kitipat Ukoskit · Vipavee Chanroj · Ganlayarat Bhusudawang · Kwanjai Pipatchartearnong · Sithichoke Tangphatsornruang · Somvong Tragoonrung

Theor Appl Genet (2001) 103:1302–1310

K.A. Rance · S. Mayes · Z. Price · P.L. Jack
R.H.V. Corley

Quantitative trait loci for yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Tree Genetics & Genomes (2014) 10:1–14
DOI 10.1007/s12054-013-0655-3

ORIGINAL PAPER

Mapping of quantitative trait loci (QTLs) for oil yield using SSRs and gene-based markers in African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

S. Jenner · H. Volkart

BMC Plant Biology



Research article

Open Access

Mapping quantitative trait loci (QTLs) for fatty acid composition in an interspecific cross of oil palm

Rajinder Singh^{*1}, Soon G Tan², Jothi M Panandam³, Rahimah Abdul Rahman¹, Leslie CL Ooi¹, Eng-Ti L Low¹, Mukesh Sharma^{4,6}, Johannes Jansen⁵ and Suan-Choo Cheah^{1,7}

Theor Appl Genet (2010) 120:1673–1687
DOI 10.1007/s00122-010-1284-y

ORIGINAL PAPER

QTL detection by multi-parent linkage mapping in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

N. Billotte · M. F. Jourjon · N. Marsillac · A. Berger · A. Flori · H. Asmady · B. Adon · R. Singh · B. Nouy · F. Potier · S. C. Cheah · W. Rohde · E. Ritter · B. Courtois · A. Charrier · B. Mangin

Tree Genetics & Genomes (2013) 9:1207–1225
DOI 10.1007/s12054-013-0629-5

ORIGINAL PAPER

Quantitative trait loci (QTLs) analysis of palm oil fatty acid composition in an interspecific pseudo-backcross from *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés and oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Charrenza Montoya · Ricardo Lopes · Albert Flori · David Cros · Teresa Cuellar · Maryline Summo · Sandra Espeout · Renan Rivaslan · Ange-Marie Risternaci · Daniela Bittencourt · Jorge R. Zambrano · Wilmar H. Alarcón G · Pierre Villeneuve · Michel Pina · Bruno Nouy · Philippe Anblard · Enrique Ritter · Thierry Leroy · Norbert Billotte

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN A consensus linkage map of oil palm and a major QTL for stem height

SUBJECT AREAS: PLANT BREEDING, AGRICULTURAL GENETICS

Moy Lee¹, Jun Hong Xie², Zhongwei Zou³, Jian Ye⁴, Rahmadiah⁵, Yasser Alkhatib⁶, Jingjing Jin⁴, Jessica Virginia Leonides⁷, Maria Isabella Purnamasari⁸, Chin Hui Lim⁹, Anbalagan Suvanto¹⁰, Limsoon Wang¹¹, Nam Hai Chua¹² & Gen Hua Yue¹³

OPEN ACCESS freely available online PLOS ONE

Identification of QTLs Associated with Callogenesis and Embryogenesis in Oil Palm Using Genetic Linkage Maps Improved with SSR Markers

Ngoot-Chin Ting¹, Johannes Jansen², Jayanthi Nagappan³, Zamzuri Ishak⁴, Cheuk-Weng Chin⁵, Soon-Guan Tan⁶, Suan-Choo Cheah¹⁸, Rajinder Singh¹⁴

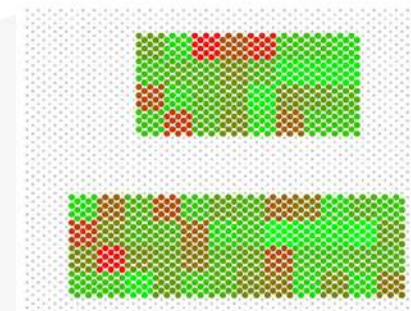
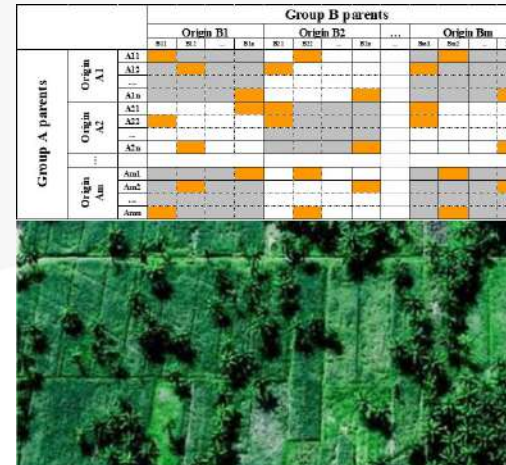
Contexto

- Los marcadores moleculares tienen un gran potencial para acelerar la selección de material de siembra resistente y de alto rendimiento.

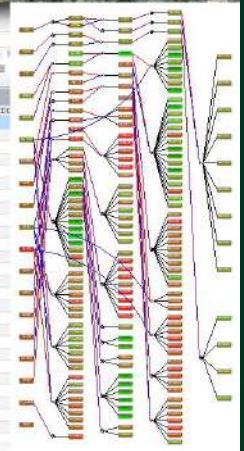
> ¿Cómo implementar la Selección Asistida por Marcadores (SAM) para la resistencia a las enfermedades en la palma aceitera? Estrategia de Cirad/PalmElit basada en **la integración recíproca de la genética y del mejoramiento.**



21st CONFERENCE
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



Risk	SEDE	SPLANT	CSMV	age	NB	VP	AMN	SEU
-0.5	SB 5164 P	2006	2009	3	30	146	4.66666666666667	
-0.4	SB 5164 P	2006	2010	4	24	184	7.66666666666667	
-0.3	SB 5164 P	2006	2011	5	15	141	9.4	
-0.2	SB 5164 P	2006	2009	3	16	77	4.8125	
-0.1	SB 5164 P	2006	2010	4	26	202	7.76923076923077	
0	SB 5164 P	2006	2011	5	27	247	9.14814814814815	
0.1	SB 5164 P	2006	2009	3	27	131	4.85105105105105	
0.2	SB 5164 P	2006	2010	4	30	235	7.83333333333333	
0.3	SB 5164 P	2006	2011	5	18	188	10.4444444444444	
0.4	SB 5164 P	2006	2009	3	20	123	4.39285714285714	
0.5	SB 5164 P	2006	2010	4	16	131	8.1875	
0.6	SB 5164 P	2006	2011	5	27	233	8.62962962962963	
0.7	SB 5164 P	2006	2009	3	19	91	4.78947368421053	
0.8	SB 5164 P	2006	2010	4	24	166	6.91666666666667	
	SB 5164 P	2006	2011	5	23	177	7.69565217391304	
	SB 5164 P	2006	2009	3	25	142	4.62962962962963	
	SB 5164 P	2006	2010	4	34	248	7.29411764705882	
	SB 5164 P	2006	2011	5	21	197	9.38095238095238	
	SB 5164 P	2006	2009	3	35	179	4.58743589743589	
	SB 5164 P	2006	2010	4	35	259	7.71428571428571	
	SB 5164 P	2006	2011	5	27	206	7.62962962962963	
	SB 5164 P	2006	2009	3	35	171	4.88571428571429	
	SB 5164 P	2006	2010	4	29	224	7.72413793103448	
	SB 5164 P	2006	2011	5	30	288	9.6	
	SB 5164 P	2006	2009	3	17	82	4.82352941176471	
	SB 5164 P	2006	2010	4	31	213	6.87096774193548	
	SB 5164 P	2006	2011	5	29	260	8.96551724137931	





21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference

Búsqueda de QTL en el contexto de mejoramiento



fedepalma



cenipalma



Búsqueda de QTL

- “Establecer una correlación entre los alelos transmitidos por los padres a su descendencia y la variación del fenotipo.”



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

Marcadores

0 0
1 1
1 1

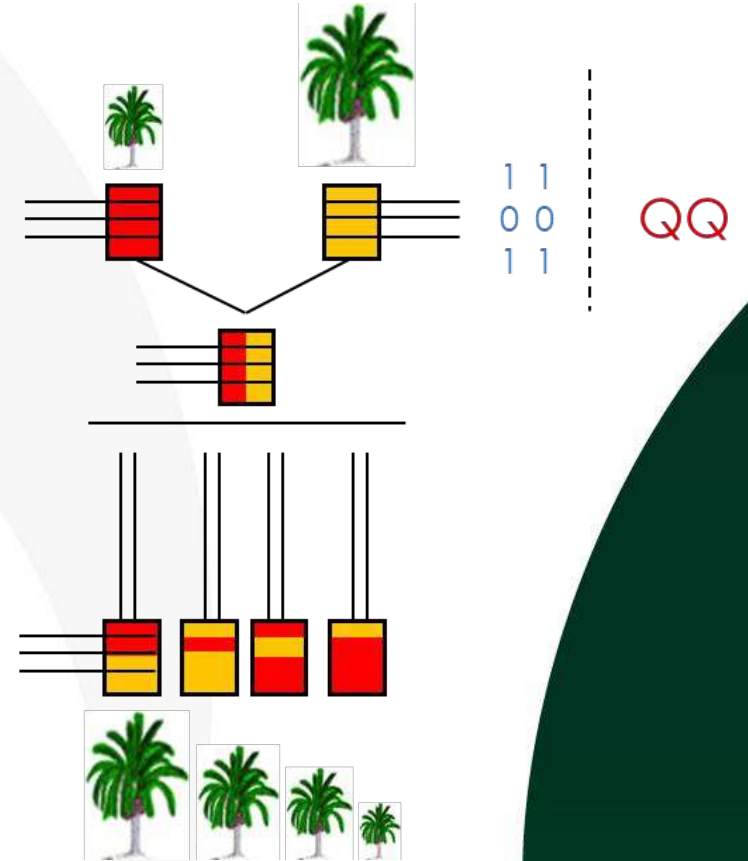
0 1
1 0
1 1

QTL

qq

qQ

??

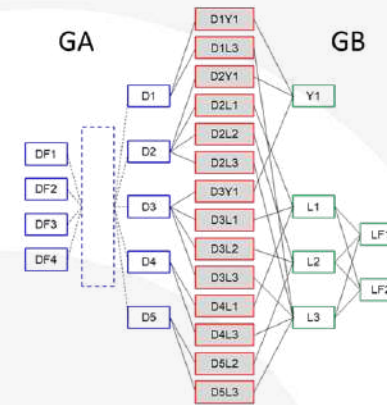


Búsqueda de QTL

- “Establecer una correlación entre los alelos transmitidos por los padres a su descendencia y la variación del fenotipo.”
- Necesita:

✓ Una población en segregación

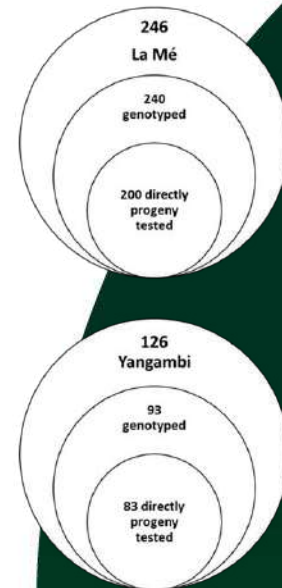
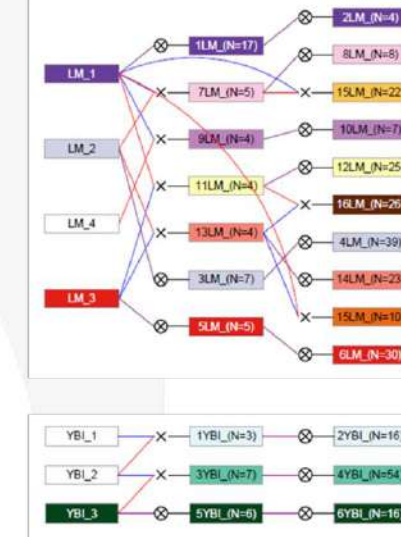
Diseño de poblaciones de estudio directamente en la variación genética presente en el programa de mejoramiento (campos genealógicos y semilleros, ensayos genéticos, ensayos en viveros).



Eg9PP mapping population



21st CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



Búsqueda de QTL

- “Establecer una correlación entre los alelos transmitidos por los padres a su descendencia y la variación del fenotipo.”
- Necesita:
 - ✓ Una población en segregación

✓ Fenotipos fiables

Base de datos de observación sanitaria en el campo y ensayos precoces a partir de la adquisición de datos fenotípicos de los socios

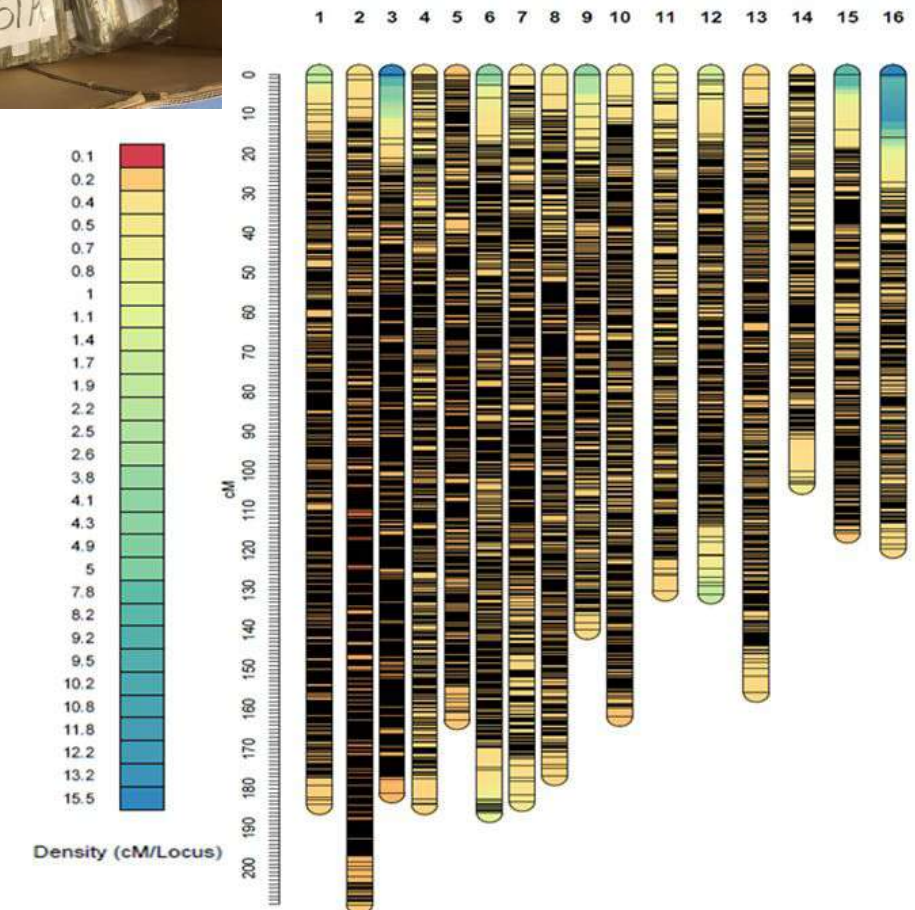


21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



Búsqueda de QTL

- “Establecer una correlación entre los alelos transmitidos por los padres a su descendencia y la variación del fenotipo.”
- Necesita:
 - ✓ Una población en segregación
 - ✓ Fenotipos fiables
 - ✓ **Marcadores moleculares**
Desarrollo de un chip 67K SNP en formato 384 y genotipado masivo (+8000 individuos entre 53 000 muestras colectadas), incluyendo una decena de dispositivos relevantes para la búsqueda de QTL de resistencia a enfermedades.



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

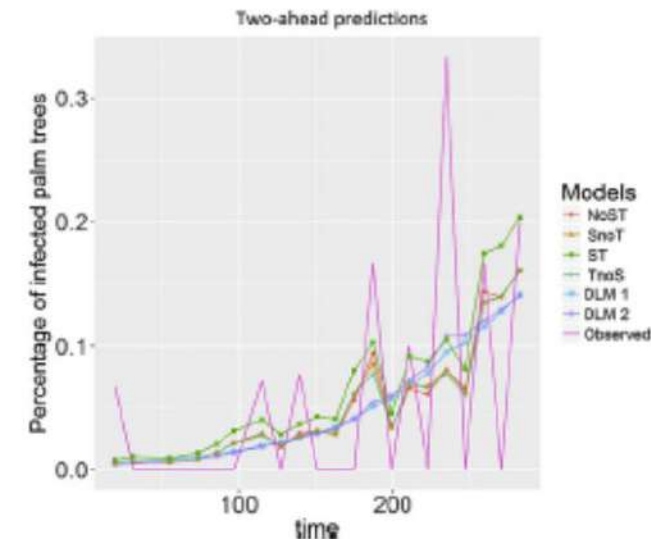
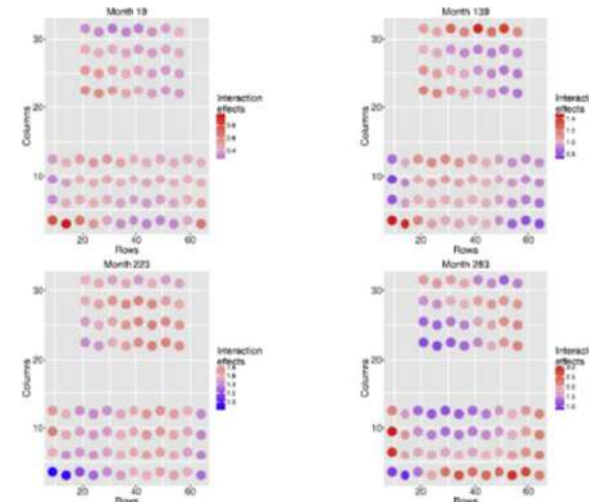
Búsqueda de QTL

- “Establecer una correlación entre los alelos transmitidos por los padres a su descendencia y la variación del fenotipo.”
- Necesita:
 - ✓ Una población en segregación
 - ✓ Fenotipos fiables
 - ✓ Marcadores moleculares
 - ✓ **Estadísticas consistentes**

Alta complejidad de los datos con desafíos estadísticos en cuanto al volumen de datos, la complejidad genética de los dispositivos, los factores no genéticos, etc.



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference





21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

Primeros resultados sobre la fusariosis y el *Ganoderma*



fedepalma



cenipalma

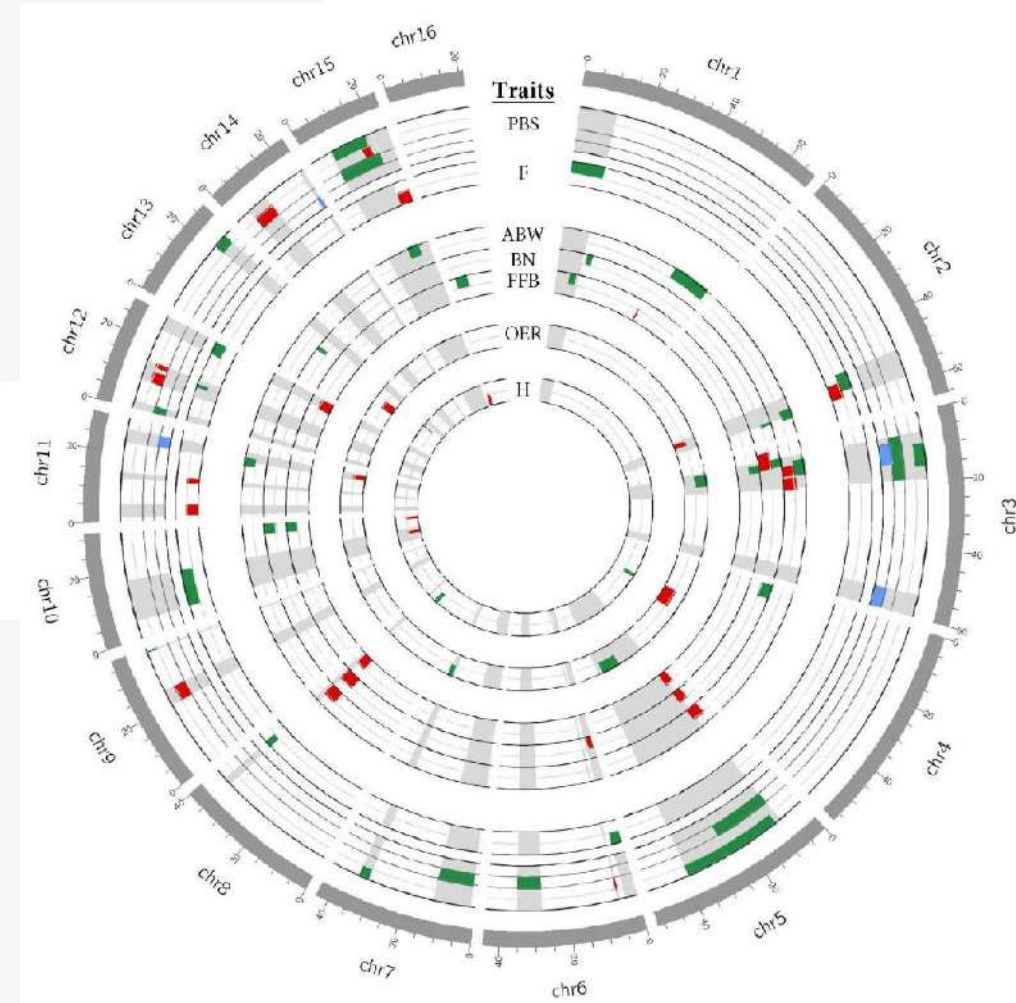


Arquitectura genética de la resistencia



21st CONFERENCE
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

- Identificación de QTL en una variedad de dispositivos (campo, vivero) para el *Ganoderma* y la fusariosis, así como para variables de rendimiento.
 - > Las arquitecturas genéticas son oligo/poligénicas
 - > Los QTL son en su mayoría diferentes entre los diversos fondos genéticos
 - > Los QTL son diferentes entre enfermedades (pero pueden estar ligados en el genoma).

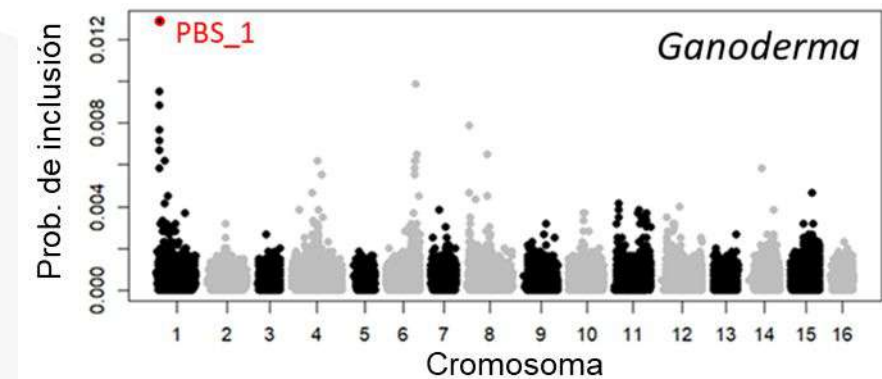
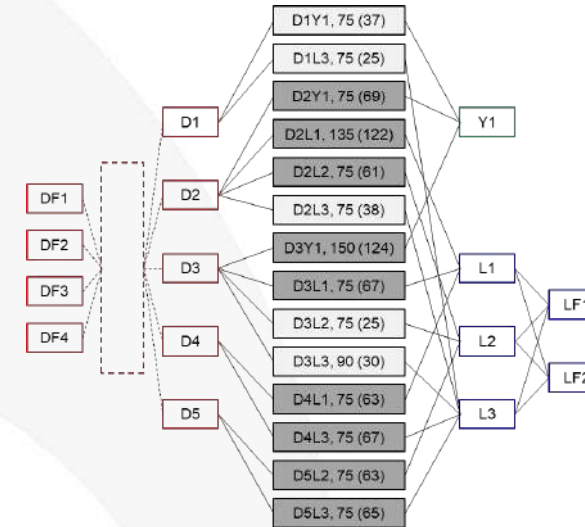


Caracterización de los alelos

- Ejemplo del QTL de resistencia a *Ganoderma* al campo en una población multiparental
- Los diferentes fondos genéticos/individuos tienen diferentes alelos y los transmiten a su descendencia > posibilidad de selección.



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

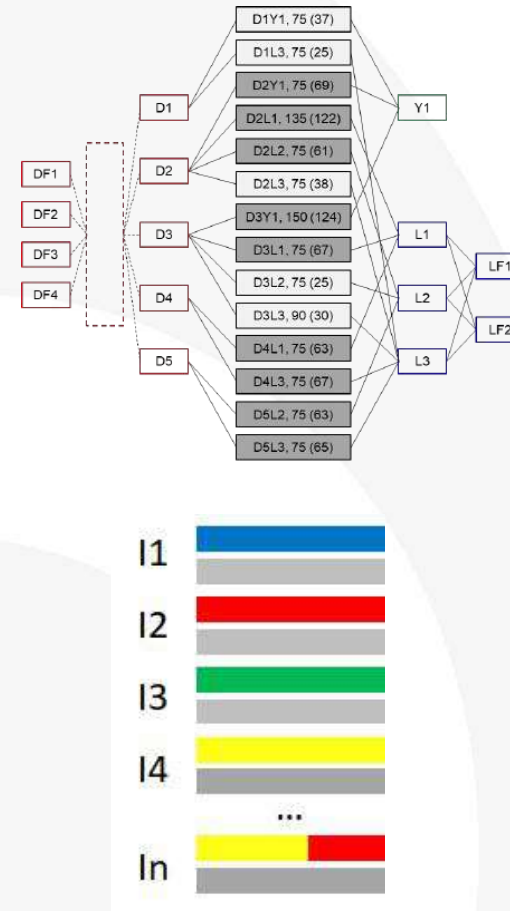


Caracterización de los alelos



21^a CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

- Ejemplo del QTL de resistencia a *Ganoderma* al campo en una población multiparental
- Los diferentes fondos genéticos/individuos tienen diferentes alelos y los transmiten a su descendencia > posibilidad de selección.
- En la diversidad, un marcador único no es suficiente, se utilizan los haplotipos para diferenciar los alelos.



PBS_1

LF1

LF2

0	1
1	0
1	0
1	0
1	0
0	0
1	1
1	0
1	0

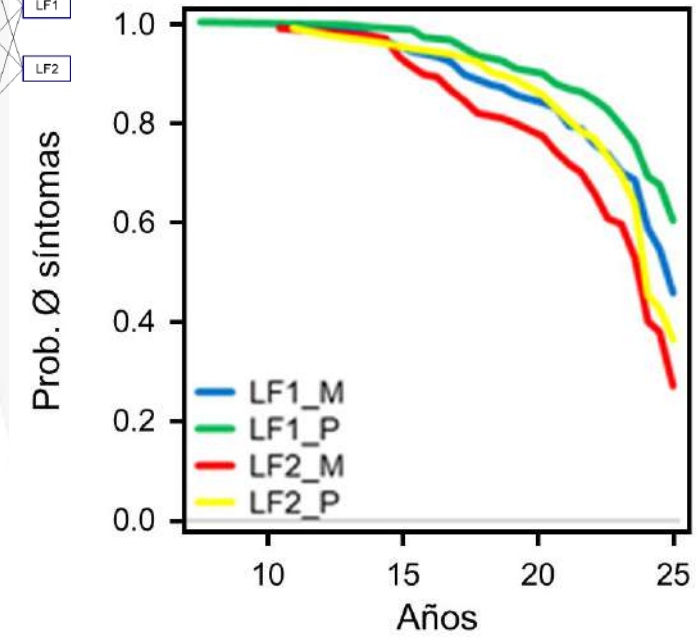
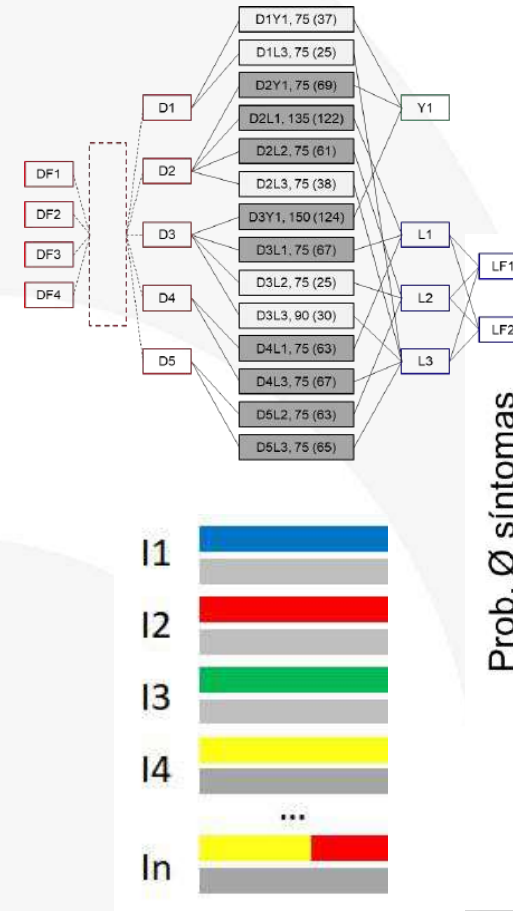
1	0
1	0
1	1
0	1
1	0
0	1
0	1
0	1
0	1

Caracterización de los alelos



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

- Ejemplo del QTL de resistencia a *Ganoderma* al campo en una población multiparental
- Los diferentes fondos genéticos/individuos tienen diferentes alelos y los transmiten a su descendencia > posibilidad de selección.
- En la diversidad, un marcador único no es suficiente, se utilizan los haplotipos para diferenciar los alelos.
 - > Se asocian los haplotipos que se transmiten en el pedigrí con efectos sobre la resistencia a las enfermedades.

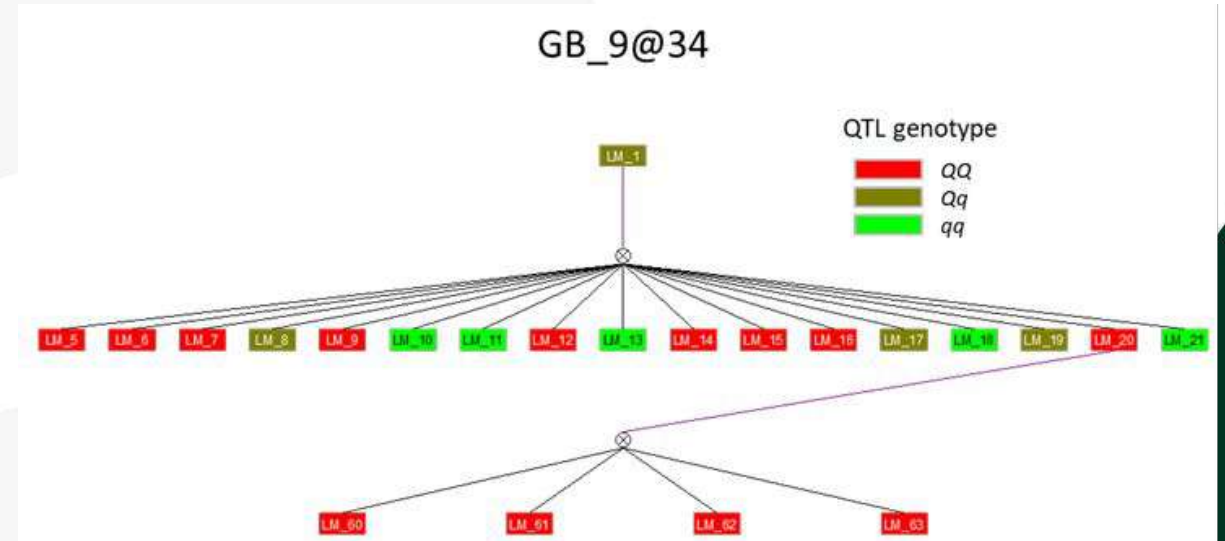


Interés de los haplotipos

- Basado en el genotipo y la identificación de los haplotipos
 - > Segregación de los alelos de resistencia en el pedigrí.



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

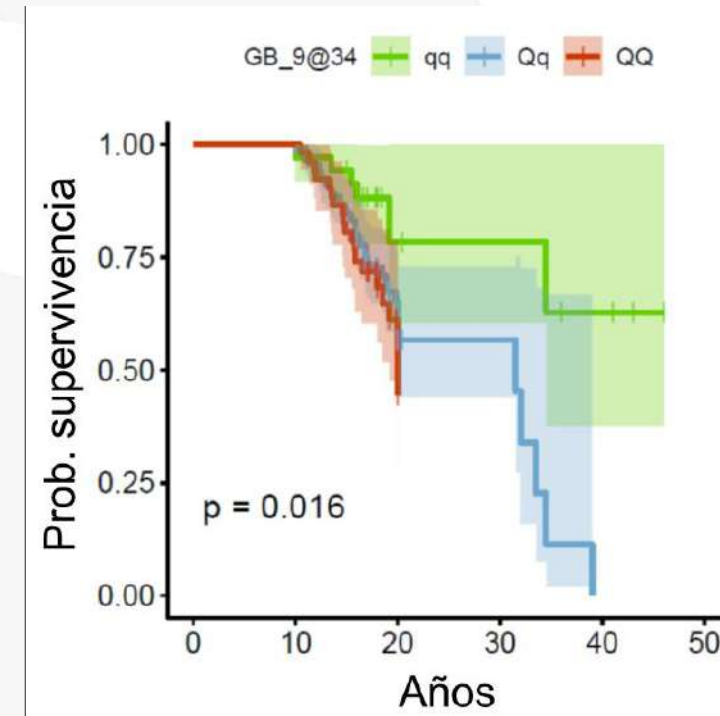
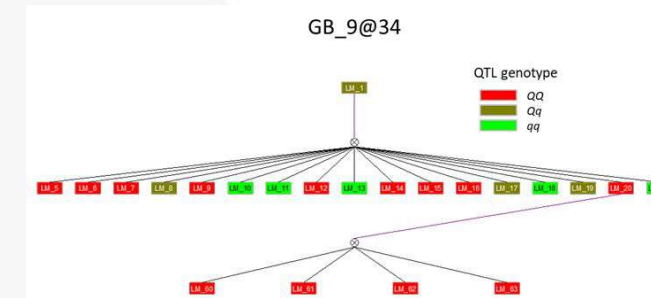


Interés de los haplotipos

- Basado en el genotipo y la identificación de los haplotipos
 - > Segregación de los alelos de resistencia en el pedigrí.
 - > Evaluación del efecto de los QTL entre diferentes dispositivos
 - entre campo y vivero -
 - (*Ganoderma*)



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference

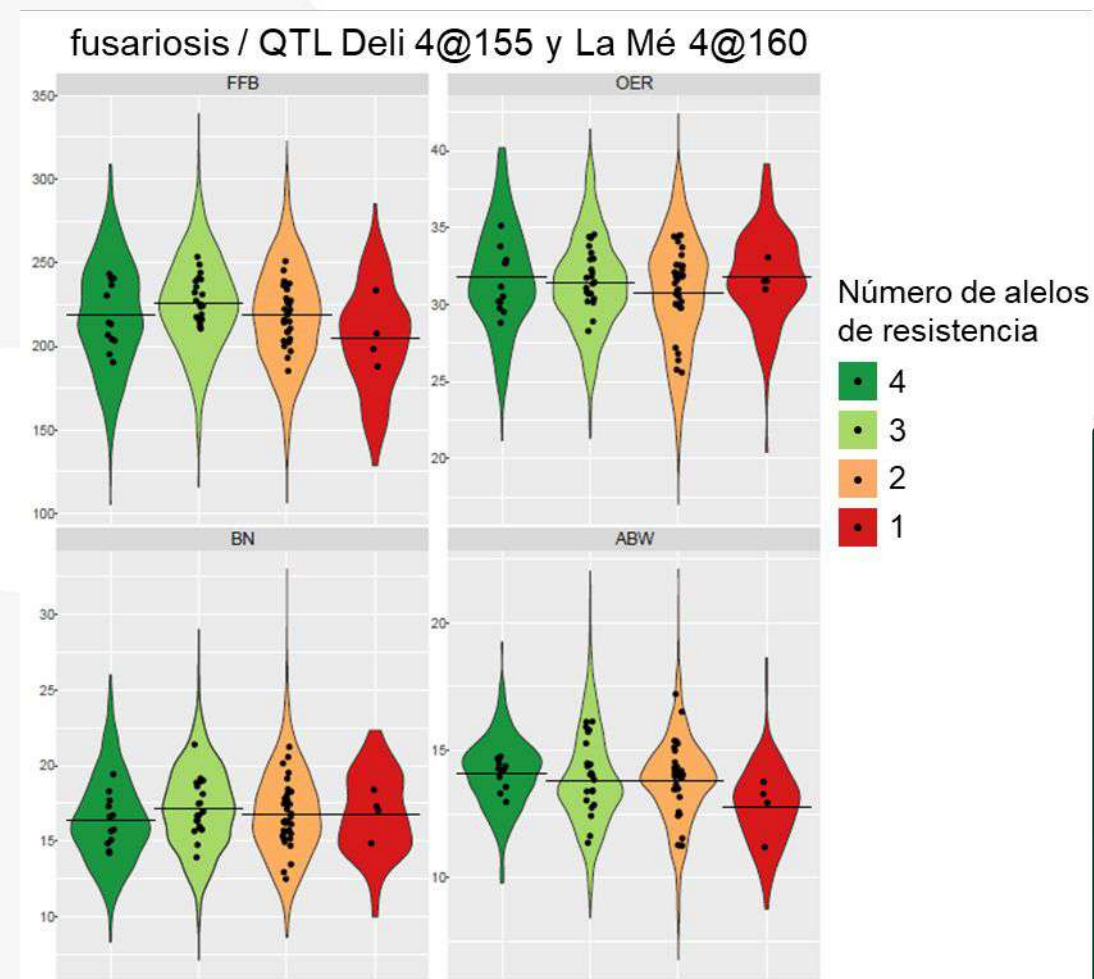


Interés de los haplotipos

- Basado en el genotipo y la identificación de los haplotipos
 - > Segregación de los alelos de resistencia en el pedigrí.
 - > Evaluación del efecto de los QTL entre diferentes dispositivos - entre campo y vivero - (Ganoderma)
 - > Evaluación del efecto de los QTL de resistencia con respecto a los caracteres de rendimiento (fusariosis).



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference





**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference

Últimos avances sobre el complejo pudrición del cogollo (PC)



fedepalma



cenipalma

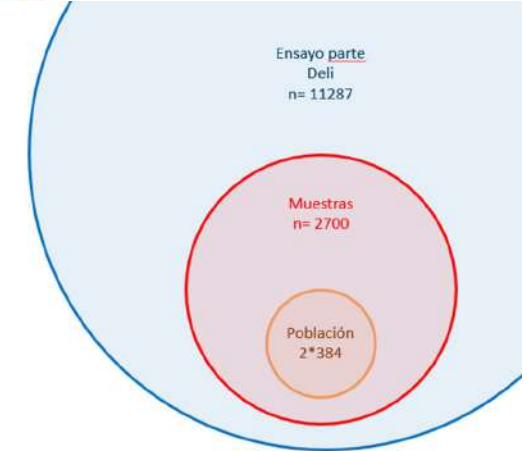
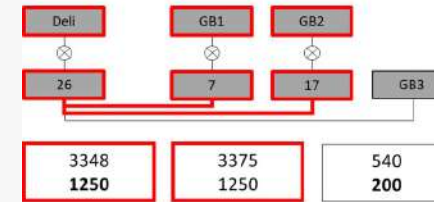


Búsqueda de QTL de resistencia en *E. g*

- Muestreo, diseño y genotipado de una población de cartografía basada en un ensayo a gran escala en el que se evalúan los fondos genéticos fuentes de resistencia a la PC (Ecuador).



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



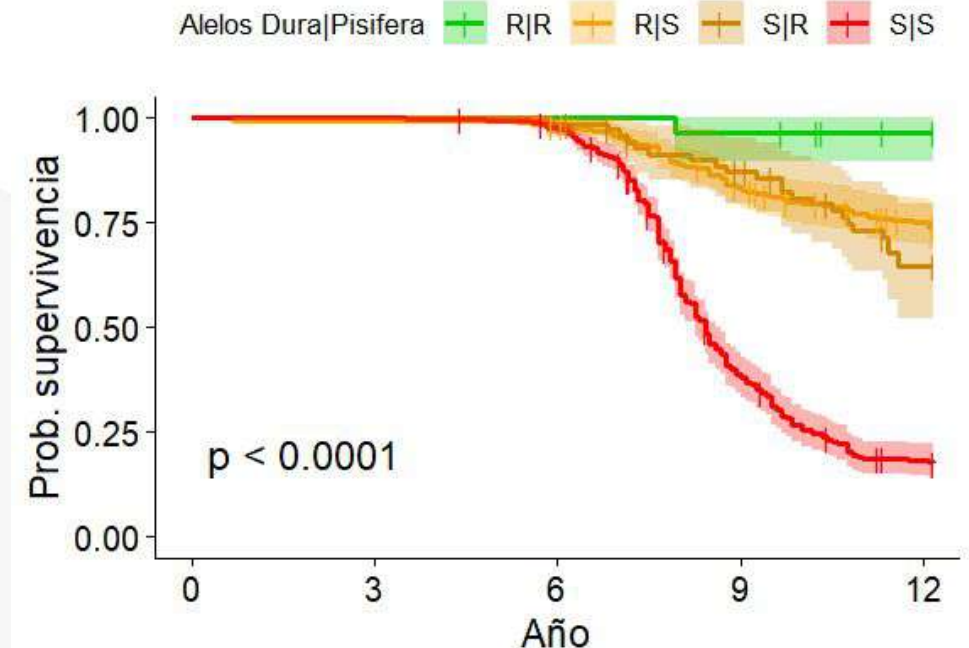
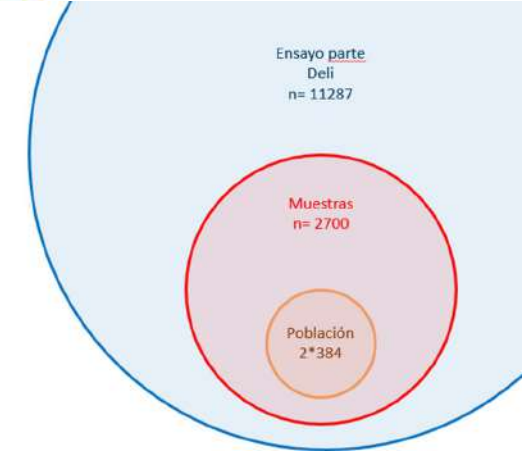
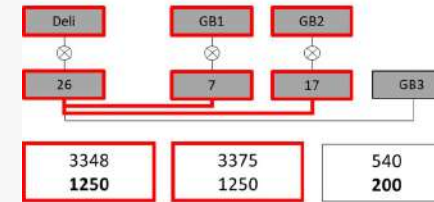
Búsqueda de QTL de resistencia en *E. g*

- Muestreo, diseño y genotipado de una población de cartografía basada en un ensayo a gran escala en el que se evalúan los fondos genéticos fuentes de resistencia a la PC (Ecuador).

> Identificación de un QTL con un efecto mayor de la resistencia a la PC en Ecuador.



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



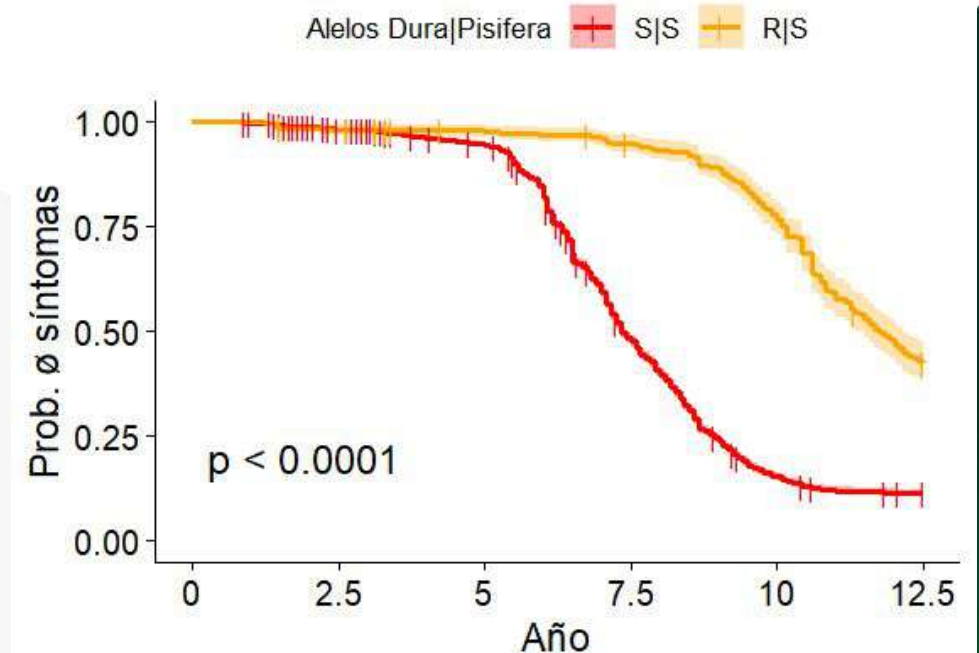
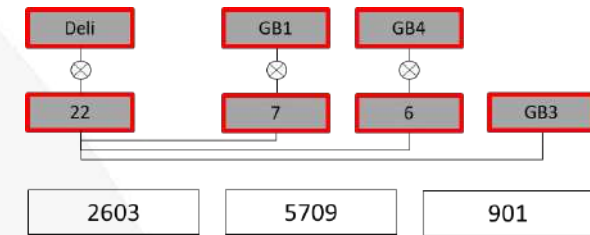
Validación del QTL en Colombia

- Genotipado de los parentales de un ensayo plantado en Colombia e identificación de los alelos en el QTL de resistencia a la PC

> El QTL tiene un efecto mayor de la resistencia a la PC en Colombia



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



HACIENDA LA CABAÑA S.A.



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference

Conclusiones



Conclusiones

- El genotipado masivo y los avances en estadística permiten aprovechar los datos del programa de mejoramiento para identificar las bases genéticas de la resistencia a las enfermedades.
- A su vez, los QTL permiten implementar la selección asistida por marcadores (SAM) para acelerar y optimizar la selección de variedades resistentes y de alta productividad.
- Una mayor integración recíproca permite incluir cada vez más datos, en más contextos, y así validar los resultados para una SAM más eficaz.



**21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE**
21st International Oil Palm Conference



Agradecimientos



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE PALMA DE ACEITE
21st International Oil Palm Conference



Norbert Billotte
Frederic Breton
Letizia Camus-Kulandaivelu
David Cros
Teresa Cuellar
Aurélie Daval
Marie Denis
David Lopez
Virginie Pomiès
Virginie Riou
Alexandre Vaillant
Carlos Viquez Zamora



Philippe Amblard
Benoît Cochard
Arthur Cornet
Tristan Durand-Gasselin
Hubert de Franqueville
Florence Jacob
Sandrine Le Squin
Claude Louise
Camille Madec
Michaël Pernacci
Nicolas Turnbull



(SOCFINDO)

Indra Syahputra MP
Aqdi Prasetyo S
Todo el personal



Andres Tobo
Ramiro Zambrano
Galo Santos
Roberto Poveda
Todo el personal



Charles Poncet
Jeanne Dannon



Jacques Dossa
Hubert Domonhede
Todo el personal



HACIENDA LA CABAÑA S.A.

Camilo Colmenares
Jorge Zambrano
Sofía Murillo
Hernan Pennagos
Todo el personal

MUCHAS
GRACIAS

sebastien.tisne@cirad.fr



21ª CONFERENCIA
INTERNACIONAL
SOBRE **PALMA DE ACEITE**

21st International Oil Palm Conference

2025

