

Necrosis Letal del Maíz (MLN)

Marcela Carvalho Andrade
Programa de Recursos Genéticos, CIMMYT

Reunión Anual De Colaboradores en el Proyecto
MasAgro - Biodiversidad (MAB)
13 y 14 de marzo de 2018

Necrosis Letal del Maíz (MLN)

MLN = MCMV + cualquier potyvirus que infecta maíz

Virus del Mosaico de la caña de azúcar (SCMV)

Virus del Mosaico Estriado del Trigo (WSMV)

Virus del Mosaico del Enanismo del Maíz (MDMV)

El Virus del Moteado Clorótico del Maíz (MCMV) es considerado el factor de más importancia en el desarrollo de la enfermedad Necrosis Letal del Maíz (MLN)



Necrosis Letal del Maíz (MLN)

- MLN no está restringido al oriente de África y se ha convertido en una amenaza para varios países.
- También es un problema en China y, recientemente, fue reportado por primera vez en Ecuador.
- En el pasado, fue reportado en Estados Unidos de Norteamérica (1976) y en México (1989)

Estados Unidos – MCMV + WSMV o MDMV

México - MCMV + MDMV

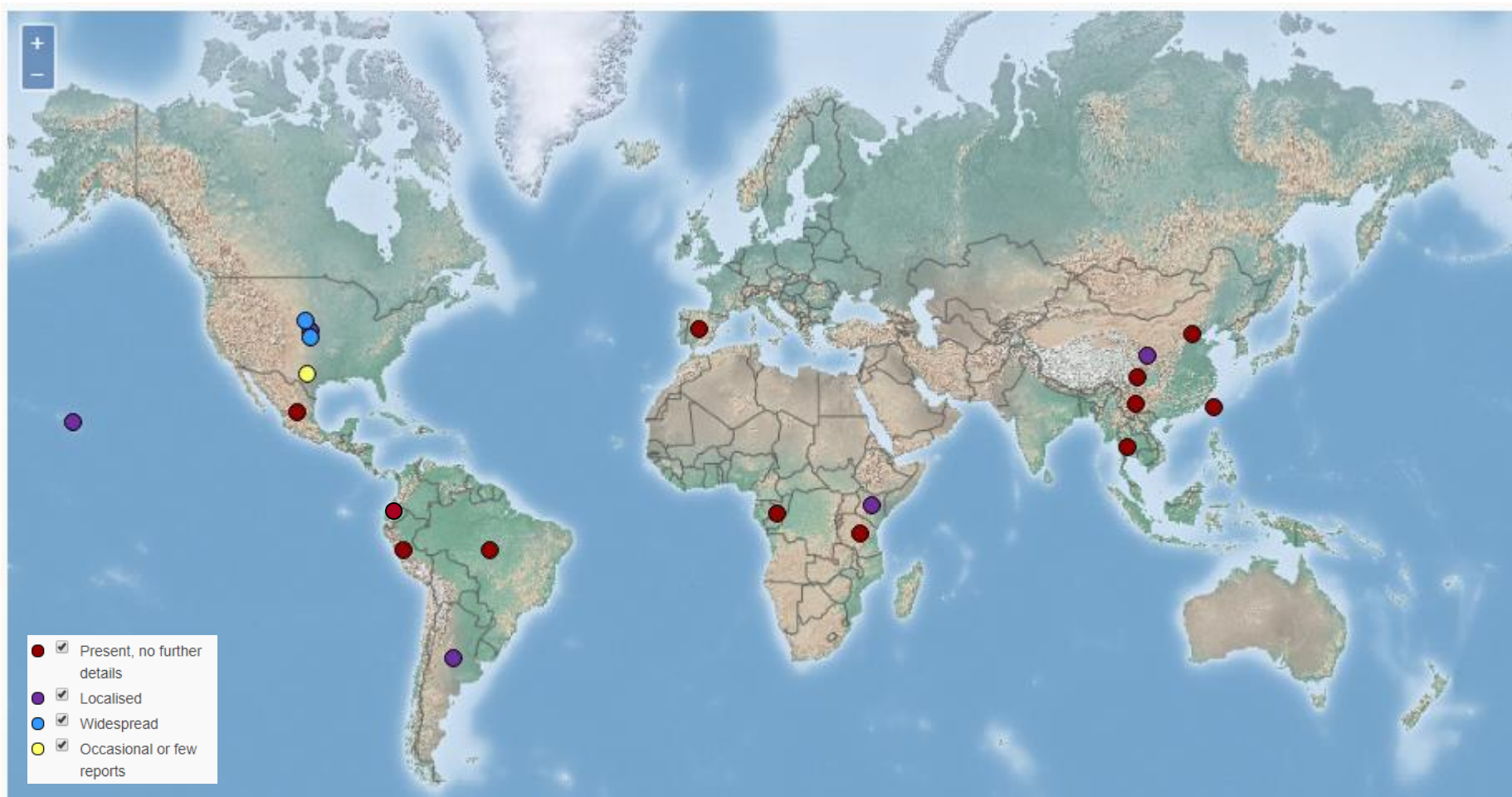
África – MCMV + SCMV

China – MCMV + SCMV

Ecuador – MCMV + SCMV



Distribución del MCMV en el mundo



CABI/EPPO, 2014



Trabajando para ablandar la crisis del MLN

- Iniciativa para identificar nuevas fuentes de resistencia al MLN en las accesiones/criollos.
- 4000 criollos fueron preseleccionados por ser potencialmente tolerantes al MLN con base a las áreas conocidas por tener alta presión de los virus, especialmente MCMV.
- Se utilizó información genética para garantizar una amplia diversidad genética y reducir el número de criollos a 1000.
- 1000 criollos fueron evaluados para los virus MCMV y SCMV.
- 20 de estos criollos fueron seleccionados por su prometedora tolerancia al MCMV, al SCMV o tolerancia a ambos.
 - Se cruzaron los criollos con líneas del CIMMYT con el objetivo de transferir esta tolerancia a líneas elite.



- Durante los años 2015 y 2016 , la generación F1 fue avanzada hasta generación F3

Accession	CIMMYT	Origin	Evaluated
BRVI2	CML549	British Virgin Islands	x
CUBA32	CML494	Cuba	
CUBA9	CML550	Cuba	x
ECUA327	CML537	Ecuador	x
HAIT44	CML494	Haiti	x
OAXA106	CML549	Mexico	x
PERU558	CML537	Peru	x
PUER15	CML494	Puerto Rico	
PUER2	CML550	Puerto Rico	x
RDOM169	CML537	Dominican Republic	x
RDOM309	CML494	Dominican Republic	
SCRO1	CML537	Virgin Islands	x
SVIN8	CML494	St Vincent Island	
VENE1014	CML494	Venezuela	
VERA179	CML537	Mexico	x
VERA203	CML537	Mexico	x
VERA413	CML549	Mexico	
VERA470	CML537	Mexico	
VERA73	CML494	Mexico	
VERA756	CML549	Mexico	

- Evaluamos 11 de las familias seleccionadas
- 715 líneas de la generación F3 fueron evaluadas a tolerancia al virus MCMV durante 2016 y 2017 .

Escala de evaluación del MCMV

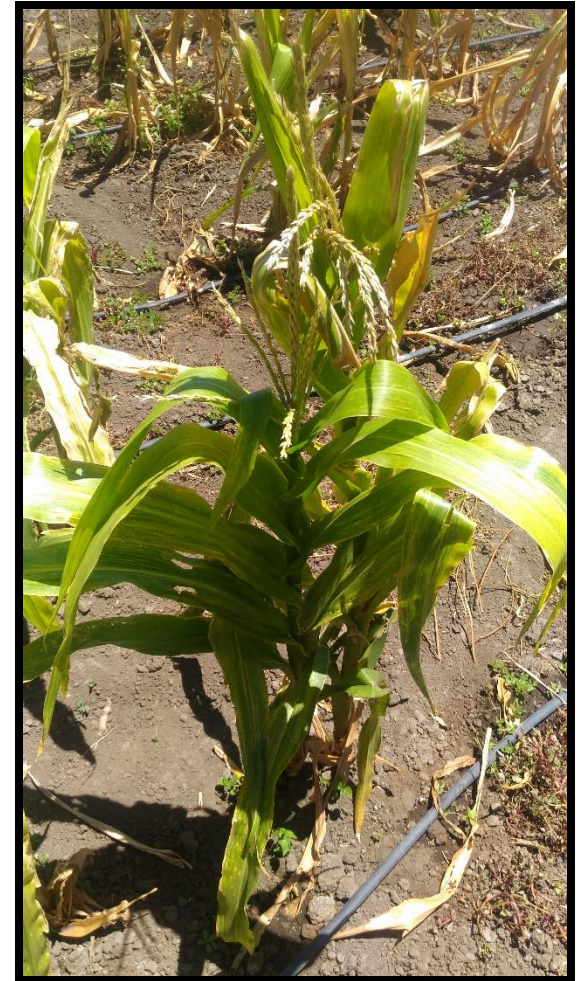
- 1 = Resistente: sin síntomas del MCMV visibles;
- 2 = Resistente: sin síntomas distintivos del MCMV;
- 3 = Tolerante : estrías cloróticas finas en hojas inferiores;
- 4 = Tolerante: estrías cloróticas finas en hojas inferiores y superiores;
- 5 = susceptible: estrías cloróticas y moteado leve en la planta;
- 6 = susceptible: estrías cloróticas y 50% de moteado en la planta con estrías necróticas observables;
- 7 = susceptible: moteado clorótico excesivo en la planta, estrías necróticas;
- 8 = susceptible: moteado clorótico excesivo en la planta e internodos acortados, estrías necróticas severas y algunas veces necrosis foliar marginal;
- 9 = susceptible: planta muerta.



Síntomas del MCMV en el invernadero



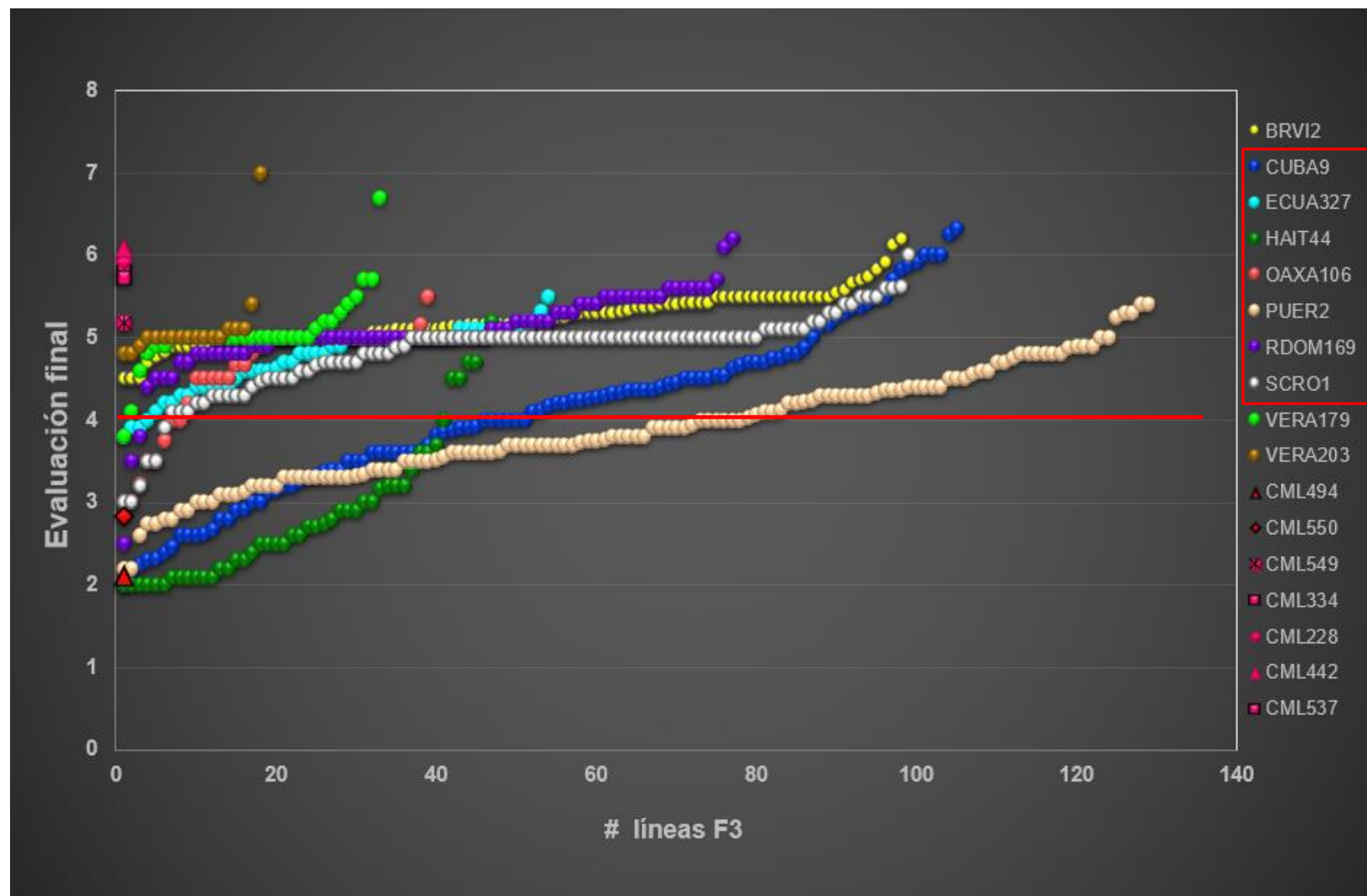
Síntomas del MLN en el campo



Naivasha, Febrero de 2018



Resultados de la evaluación de líneas F3 del MCMV



Líneas F3 tolerantes al MCMV

Initial Cross	F3 lines	F4 lines
CUBA9/CML550	37	110
PUER2/CML550	27	80
HAIT44/CML494	26*	-
SCRO1/CML537	5	15
RDOM169/CML537	3	12
ECUA327/CML537	2	6
OAXA106/CML549	2	6
Total	102	229

* F3 lines was sent to Naivasha. This lines will be advanced on 18A nursery

- 102 líneas F3 fueron seleccionadas como tolerantes al MCMV.
- 229 líneas F4 derivadas de las líneas F3 tolerantes y 26 líneas F3 derivadas del criollo HAIT44 fueron seleccionadas para evaluación en Naivasha, Kenya.



Evaluación al MCMV en Naivasha – Kenya



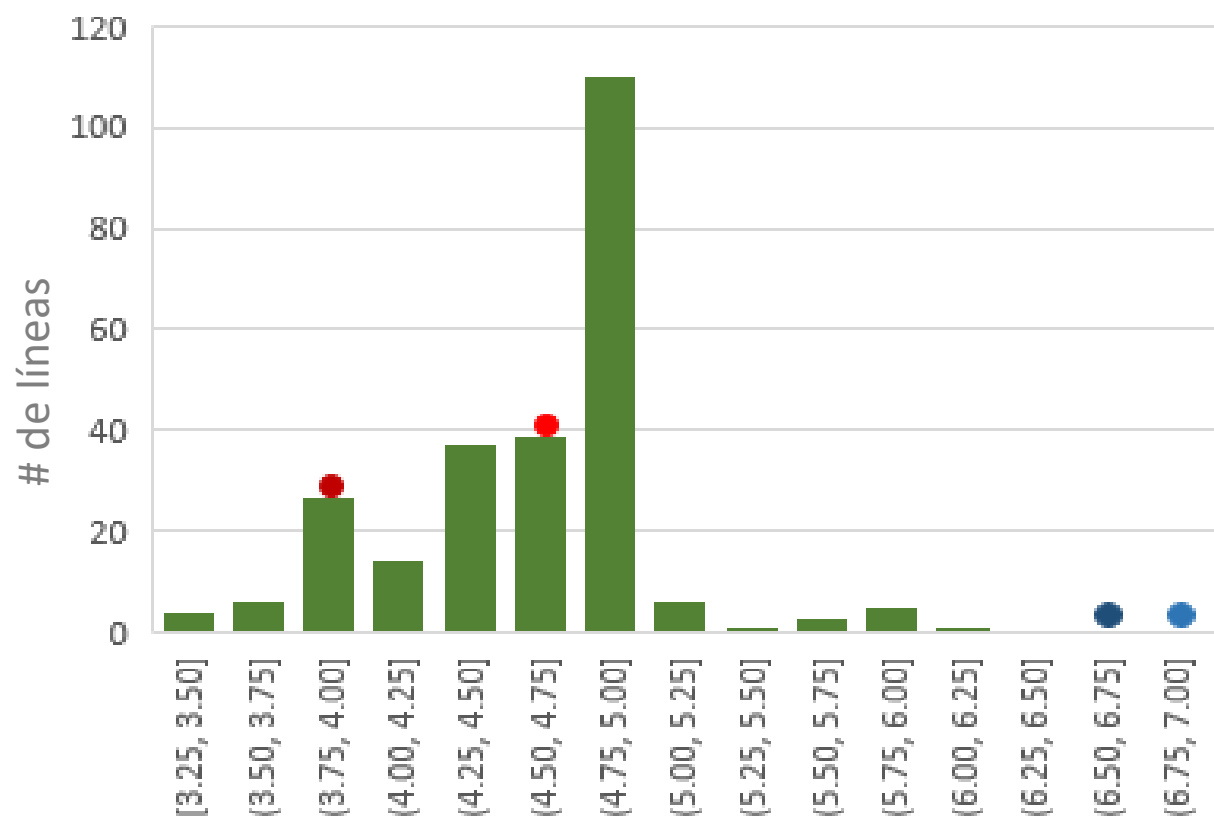
Evaluación al MCMV en Naivasha – Kenya

- 253 líneas fueron evaluadas al MCMV en Naivasha, en Enero y Febrero de 2018.
- Estas líneas están avanzando en el vivero de 2018A en Puerto Vallarta.



Resultados de la evaluación de líneas F4 del MCMV

# líneas	% líneas ≤ CML494	% líneas ≤ CML550	% líneas ≥ CML228	% líneas ≥ CML442
253	4.74% (12)	42.29% (107)	0% (0)	0% (0)



(CML537/RDOM169)

(CML549/OAXA106)

(CML550/PUER2)

(CML550/CUBA9)

(CML494/HAIT44)

● CML494 = 3.91

● CML550 = 4.66

● CML228 = 6.47

● CML442 = 6.75

Evaluación final

Resultados de la evaluación de líneas F4 del MCMV



CML550



(CML549/OAXA106)-B-13-2-3



CML228



Resultados de la evaluación de líneas F4 del MCMV



CML550



(CML537/RDOM169)-B-3-1-2



CML228

- Evaluar las líneas F5 a tolerancia a la MLN (MCMV+SCMV) en Naivasha, Kenia, derivada de las líneas F4 tolerantes al MCMV

GWAS – estudio de selección genómica amplia

- Identificar regiones genómicas asociadas a la tolerancia al MCMV y determinar si las nuevas fuentes son diferentes de la encontrada en las líneas de CIMMYT
- Las líneas del generación F3 fueron genotipadas
- Estamos asociando los datos fenotípicos a los datos genotípicos, buscando identificar las regiones genéticas.



Buscando más fuentes de resistencia

- 424 S1s derivados de poblaciones y sintéticos desarrollados por el antiguo Jefe del Banco de Germoplasma de Maíz, el Dr. Suketoshi Taba, fueron evaluados en 2017.
- 46 S1s mostraron un buen desempeño al MCMV.



Buscando más fuentes de resistencia

- Los 46 S1s con buen desempeño para MCMV fueron reevaluados
- 20 S1s presentaron tolerancia al MCMV
- Este material está avanzando para evaluaciones adicionales

Genotypes	1st eval	2nd eval	3rd eval	Average
CML494	2.0	2.1	2.0	2.0
CML550	2.0	2.1	2.2	2.1
S1 P73 NIC 3-10	2.0	2.0	2.9	2.3
S P76 PR 1-7	2.0	2.2	2.8	2.3
S1 P76 NIC 3-1	2.6	2.3	2.7	2.5
S1 P73 COT 1-5	2.1	2.3	3.3	2.6
S1 P76 NICOP-9	2.1	2.3	3.5	2.6
S1 P76 NIC 3-16	1.7	2.7	3.6	2.7
S BCO STUNT2-4	1.7	2.9	3.5	2.7
S1 P76 NICOP-1	2.0	2.5	3.7	2.7
S1 P73 COT 1-13	2.0	2.5	3.7	2.7
S1 P73 NIC 3-24	2.6	2.8	2.9	2.8
S1 P73 NIC 3-14	2.2	2.8	3.3	2.8
S P76 PR 1-24	2.1	3.0	3.4	2.8
TEYDMR POP C3-13	2.0	3.3	3.2	2.8
ACROSS 8076-7	2.1	2.7	3.9	2.9
S1 P73 NIC 3-5	1.6	3.7	3.5	2.9
S1 P73 NIC 3-1	2.0	2.9	3.9	2.9
S1 P73 NIC 3-25	2.5	2.7	3.7	3.0
S1 P73 NIC 3-6	2.8	2.7	3.4	3.0
S P73 PR 2-15	2.9	2.7	3.4	3.0
S1 P76 NIC 3-5	2.3	3.7	3.1	3.0
CML537	4.7	5.5	5.6	5.3
CML228	5.2	5.7	6.0	5.6



Perspectivas para 2018

- Probar las líneas F5 a tolerancia a la MLN (MCMV+SCMV) en Naivasha, Kenia, derivada de las líneas F4 tolerantes al MCMV
- Líneas F5 tolerante a la MLN serán liberadas a los mejoradores de maíz para que puedan ser incorporadas en los programas de mejoramiento del mismo, especialmente en África.
- Continuar trabajando con las generaciones avanzadas de las poblaciones y sintéticos con tolerancia al MCMV.



Referencias

CABI/EPPO (2014). Maize chlorotic mottle virus. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Diseases, No. April. Wallingford, UK: CABI, Map 912 (Edition 2).

Delgadillo, S.F., & Gaytán, B.R. (1987). Identificación de la enfermedad de la “necrosis letal” del maíz en el estado de Guanajuato. *Rev. Mex. Fitopatología*, 5, 21-26

E Isabirye, B., & Rwomushana, I. (2016). Current and future potential distribution of maize chlorotic mottle virus and risk of maize lethal necrosis disease in Africa. *Journal of Crop Protection*, 5, 215-228.

Niblett, C. L., & Claflin, L. E. (1978). Corn lethal necrosis a new virus disease of corn in Kansas. *Plant Disease Report*, 62, 15–19.

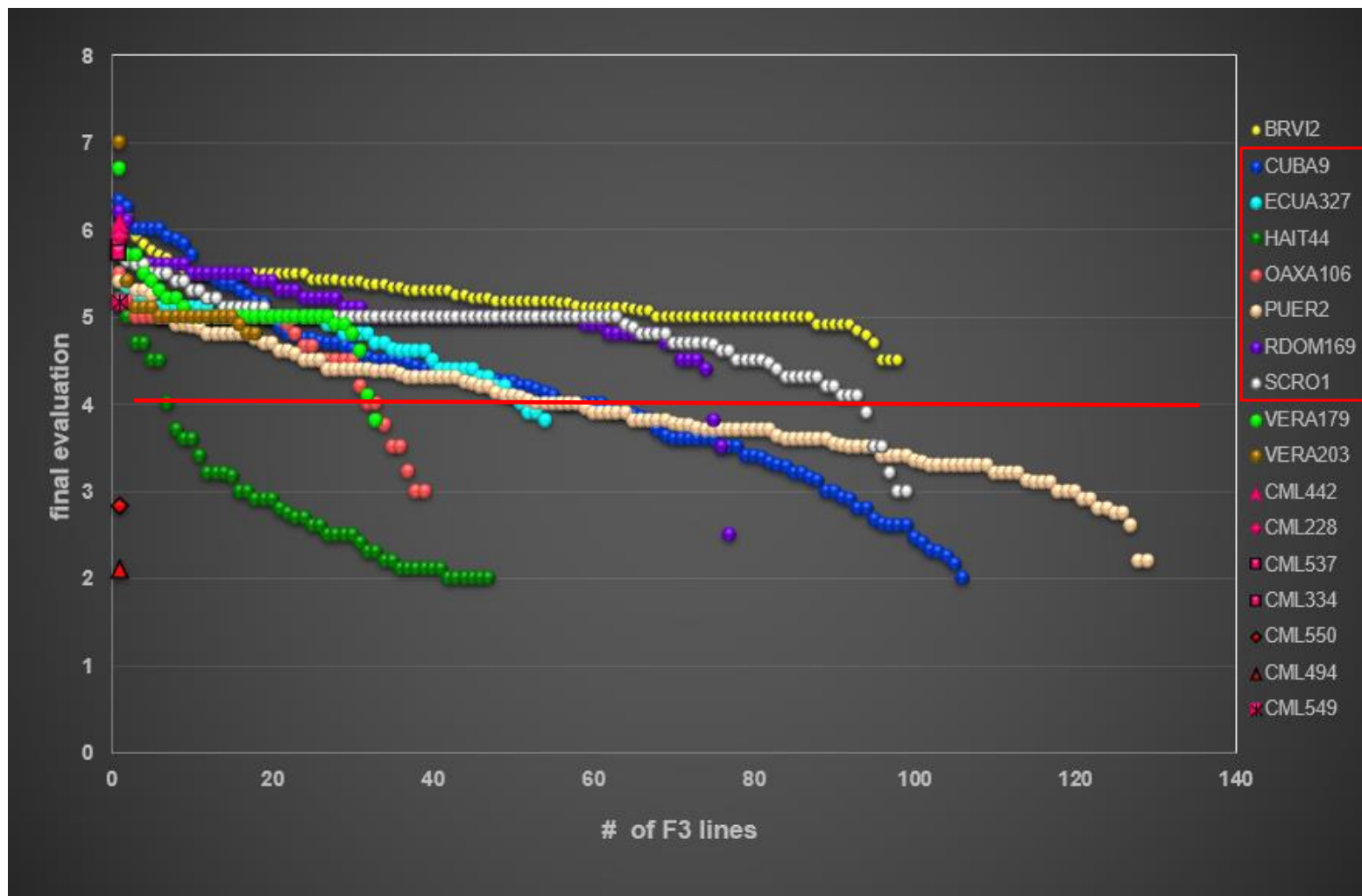
Quito-Avila, D. F., Alvarez, R. A., & Mendoza, A. A. (2016). Occurrence of maize lethal necrosis in Ecuador: a disease without boundaries?. *European Journal of Plant Pathology*, 146, 705-710.





Gracias!

Resultados de la evaluación de líneas F3 del MCMV

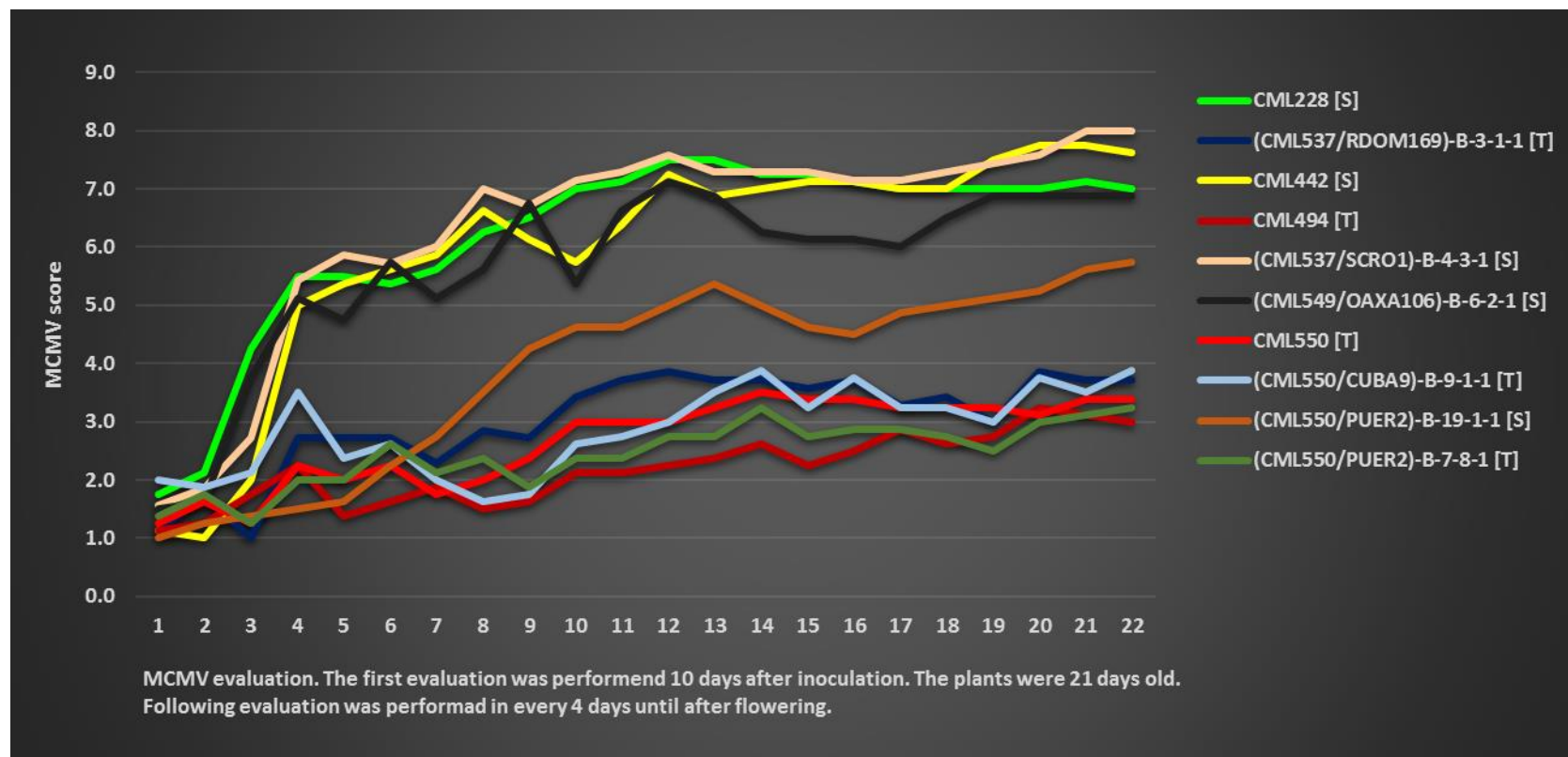


MCMV - Virus development

- Genotypes pre-selected as tolerant or susceptible were evaluated aiming to see the virus symptoms development through the whole cycle.
- The virus development into the plant was quantified using the Elisa test.
 - Tolerant Checks
 - CML494
 - CML550
 - Susceptible Checks
 - CML228
 - CML442
 - Tolerant F4 lines
 - (CML537/RDOM169)-B-3-1-1
 - (CML550/CUBA9)-B-9-1-1
 - (CML550/PUER2)-B-7-8-1
 - Susceptible F4 lines
 - (CML537/SCRO1)-B-4-3-1
 - (CML549/OAXA106)-B-6-2-1
 - (CML550/PUER2)-B-19-1-1



MCMV - Virus development



Maize Lethal Necrosis (MLN)

MCMV ecological niches and MLN risk in Africa

Current

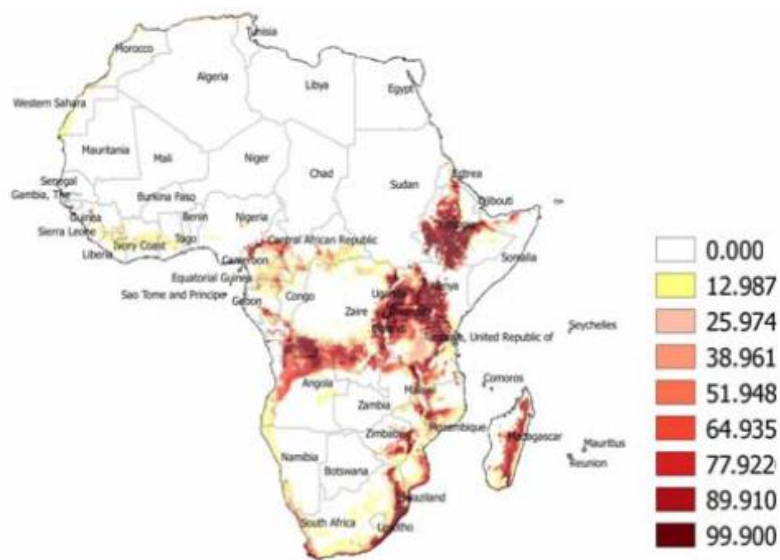


Figure 2 GARP model outputs for suitability for *maize chlorotic mottle virus* and potential risk of Maize Lethal Necrosis (MLN) disease across Africa. Warmer colors indicate higher suitability and risk.

Future

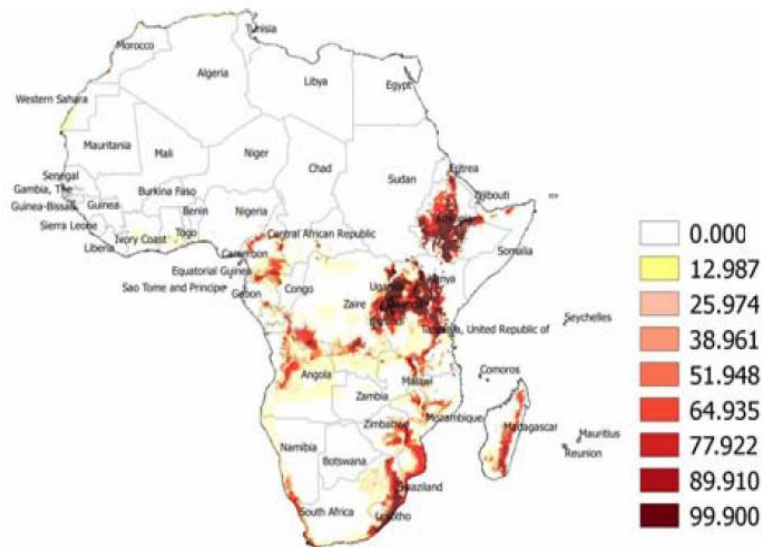


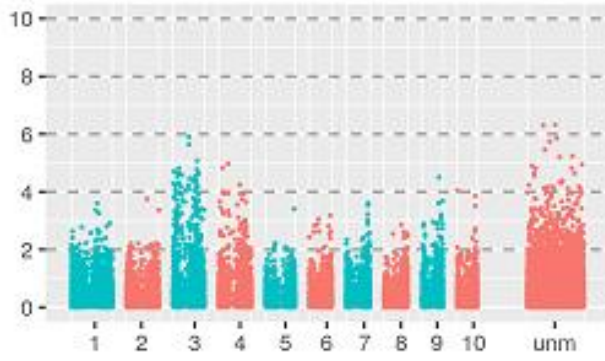
Figure 3 Predicted potential distributions of *maize chlorotic mottle virus* and potential risk of Maize Lethal Necrosis (MLN) disease in 2020 period across Africa. Warmer colors indicate higher suitability and risk.

E Isabirye, B., & Rwomushana, I., 2016.

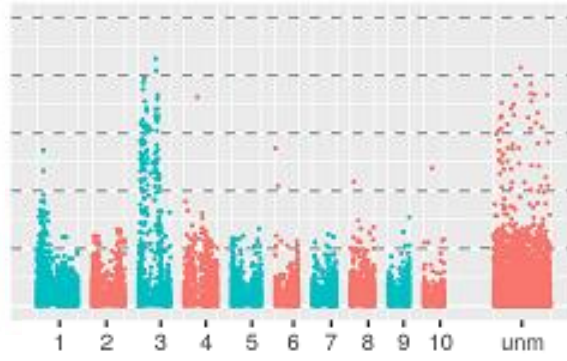


GWAS by family

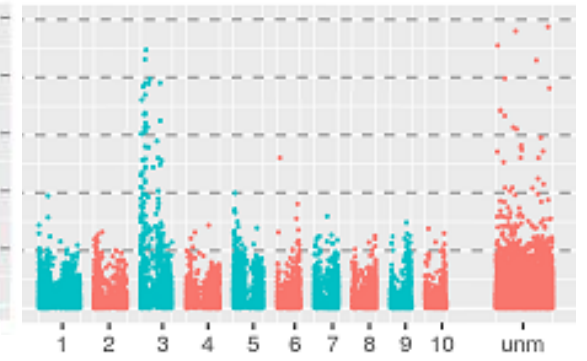
HAIT44 x CML494



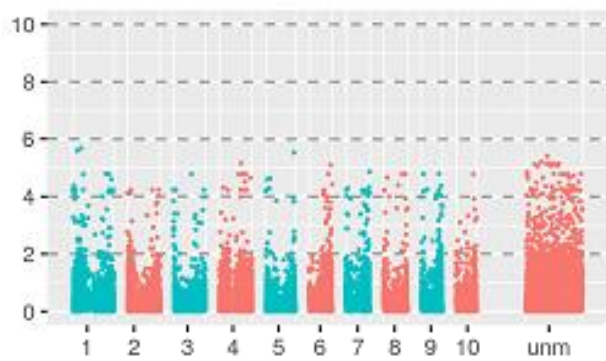
CUBA9 x CML550



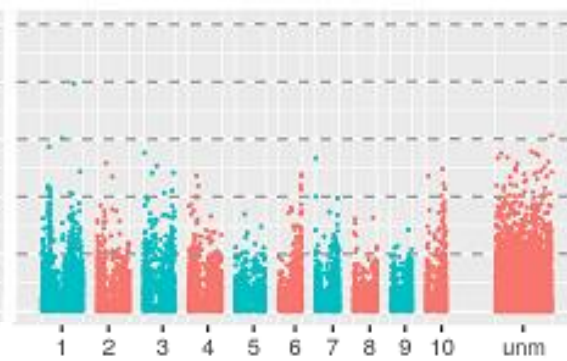
PUER2 x CML550



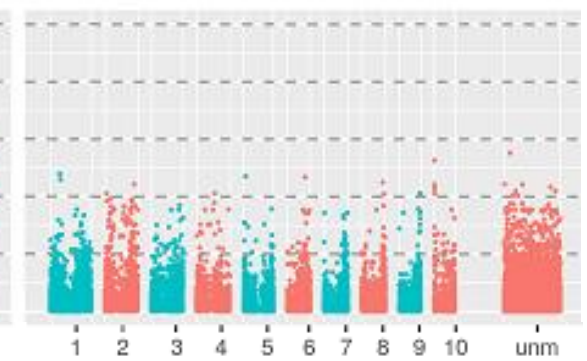
RDOM169 x CML537



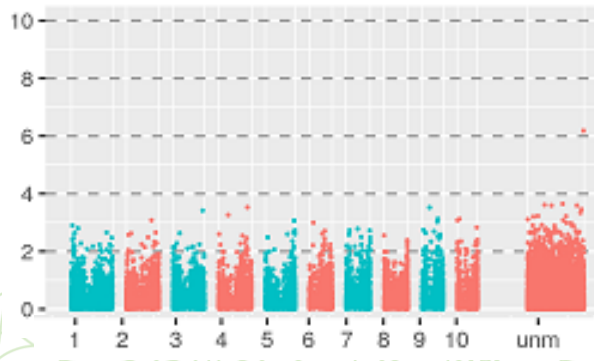
SCRO1 x CML537



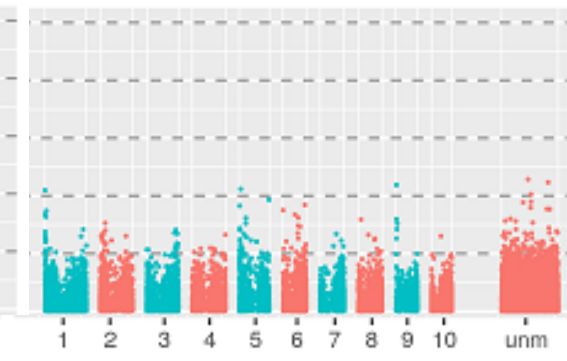
VERA179 x CML537



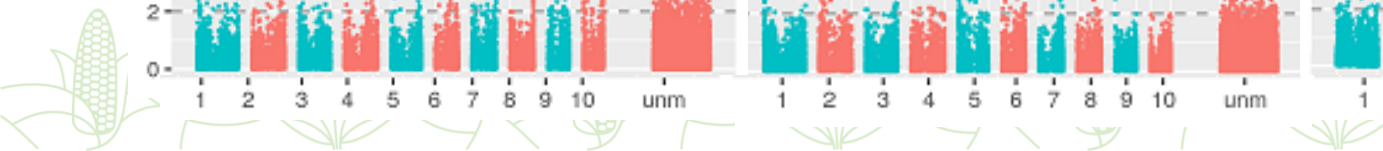
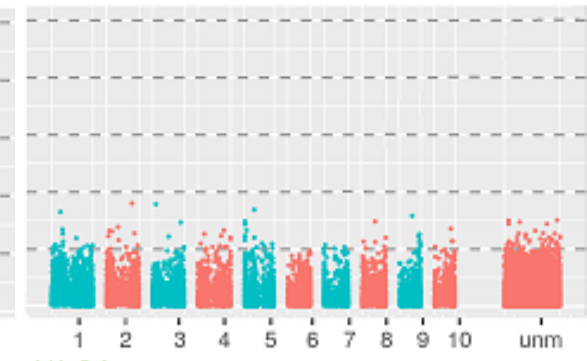
BRVI2 x CML549



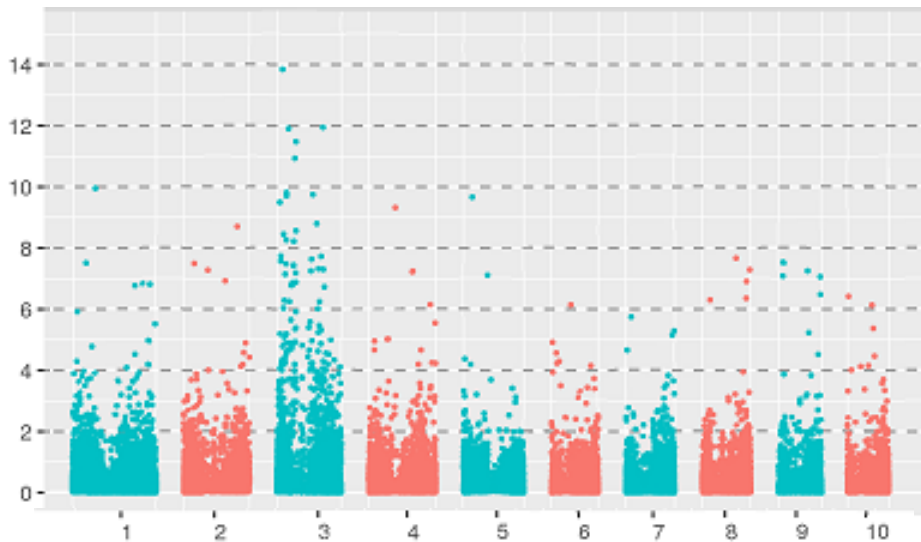
OAXA106 x CML549



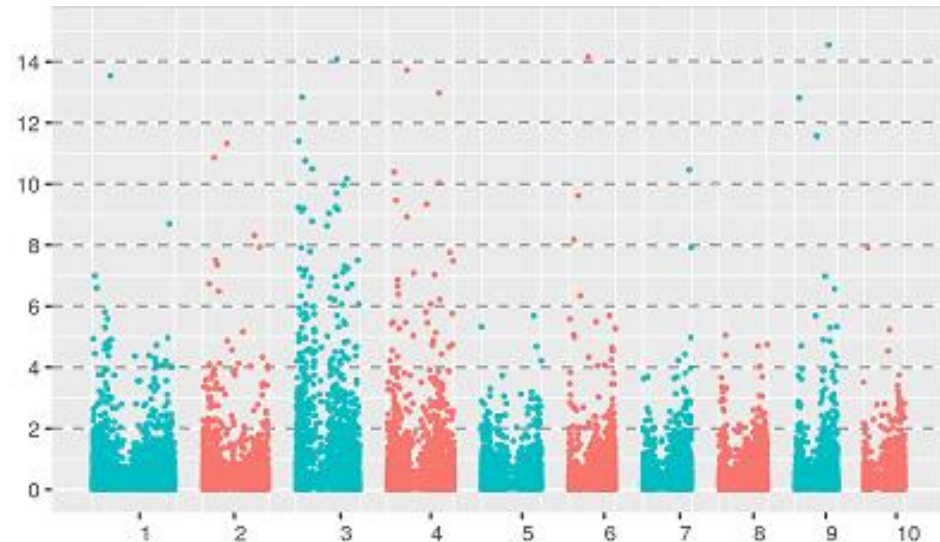
ECUA327 x CML537



GWAS overall families for 2nd and 3rd evaluation



2nd evaluation



3rd evaluation

