

**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ DE ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA
(ACP) PARA LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

**Evaluation of genotypes of high quality protein maize (QPM) for the Llanos
Orientales of Colombia.¹**

Claudia Milena Pérez P.², Luis Alberto Narro L.³ y Oscar Eduardo Checa C.⁴

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue seleccionar genotipos de maíz con alta calidad de proteína (ACP) y con adaptación para suelos ácidos. Se evaluaron en los Llanos Orientales de Colombia, poblaciones F2 de maíz de ACP, provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México. Las poblaciones se dividieron en dos grupos de 70 y 90 genotipos. Se utilizó el diseño experimental Alpha Lattice de 10x7 y de 10x9, con dos repeticiones en cada caso. Los principales criterios de selección fueron rendimiento de grano (t/ha) y textura del endospermo, como indicador de presencia de genes modificadores de grano. Los experimentos fueron analizados con los procedimientos MIXED y GLM con el método Máxima Verosimilitud Restringida (REML) de SAS 9.1.3. En el Alpha Lattice de 10x7, los resultados indican que en condiciones de acidez, el mejor genotipo, la entrada 54 con 4.86 t/ha, fue similar al híbrido comercial testigo H-108. Esta entrada además presentó buena textura. En el Alpha Lattice de 10x9, el testigo comercial con mayor rendimiento fue el HEZC- 318 (7.57 t/ha) y las mejores entradas, 33 y 77 no lograron superarlo, pero la textura fue buena. En la evaluación para modificación del endospermo, con la mesa de luz, se seleccionaron las 44 familias F2 que mostraban la presencia del gen *opaco 2* que transfiere las características de ACP además de presentar alto rendimiento.

Palabras clave: *Zea mays* L, alta calidad de proteína ACP, suelos ácidos, gen *opaco 2*.

¹ Requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agronómica.

² Estudiante Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto. claudiaperez_10@yahoo.es

³ Director Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) Suramérica. l.narro@cgiar.org

⁴ Docente Universidad de Nariño, Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Facultad de Ciencias Agrícolas. cicagrarias@hotmail.com

ABSTRACT

The objective of the work was to select genotypes with high quality protein maize (QPM) and with adaptation for acid soils. Maize populations F2 of QPM were evaluated in the Llanos Orientales of Colombia, from International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) México. The populations were divided in two groups of 70 and 90 genotypes. The experimental designs, with two repetitions, were Alpha Lattice of 10x7 and 10x9. The main criteria of selection were grain yield (t/ha) and texture of endospermo, as indicator of modifier genes. The experiments were analyzed with procedures MIXED and GLM with the Maxima method Restricted Probability (REML) of SAS 9.1.3. In the Alpha Lattice of 10x7, the results indicate that in conditions of acidity, the best genotype, entry 54 with 4,86t/ha, was similar to the commercial hybrid H-108 check. This material presented good texture also. In the Alpha Lattice of 10x9, the commercial check with greater yield was HEZC- 318 (7.57 t/ha) and the best entries, 33 and 77 did not out yield it, but the texture was good. In the evaluation for modification of endospermo, with the light table, 44 families F2 showed the presence of the gene *opaque 2* that transfers the ACP characteristics and yield high.

Key words: *Zea mays* L, high quality of protein QPM, acid soils, gene *opaque 2*.

INTRODUCCION

Los suelos ácidos en el mundo abarcan 3.950 millones de hectáreas y constituyen una de las pocas áreas de expansión de la frontera agrícola. La toxicidad por aluminio, el bajo pH del suelo y la baja disponibilidad de fósforo son los principales limitantes de la producción en estos suelos. A nivel mundial se siembra 157 millones de hectáreas de maíz (Crop life, 2009), de las cuales 26 millones están en suelos ácidos (Von Uexküll Y Mutert, 1995). En Sur América se dispone de 808 millones de hectáreas con suelos ácidos, de las cuales el 71% se encuentra en Brasil, 8.3% en Colombia, 6.9% en Perú, 6.4% en Venezuela, 4.9% en Bolivia. El maíz puede ser parte de los sistemas de producción a desarrollarse en estos ambientes.

Con relación a los maíces de alta calidad de proteína (ACP), se vienen investigando desde la década de los 60s. Luego de cuatro décadas de trabajo, se dispone de materiales de ACP con rendimientos y características agronómicas similares a la de maíces normales. Los maíces de ACP, se caracterizan por la presencia de un gen recesivo (o2) en el cromosoma 7 que determina que los maíces portadores de este gen posean el doble de lisina y triptófano que los maíces normales. Adicionalmente, hay otros genes que tiene que ver con la calidad de proteína y también con la textura del grano puesto que el gen o2 a la vez que mejora la calidad nutritiva del grano, también modifica la textura del grano tornándose el endospermo suave lo que es un carácter agronómicamente desfavorable por que está asociado con menor potencial de rendimiento y mayor predisposición a daños de insectos de almacén. Por lo tanto, es necesario seleccionar por textura vítrea del grano, carácter que esta asociado con genes modificadores de la textura. Este trabajo se ha hecho en CIMMYT por cerca de 20 años y las versiones de maíz de alta calidad de proteína tienen textura de grano similar a los maíces normales, así como potencial de rendimiento y otras características agronómicas similares o mejores a los maíces comerciales disponibles en el mercado. (CIMMYT, 2000).

En un estudio del CIMMYT se encontró que el ACP contribuye a reducir las deficiencias proteínicas, en particular en los niños. En estudios realizados por otros investigadores en

Colombia, Guatemala, Perú y, más recientemente, Ghana, niños mal nutridos recuperaron la salud gracias a que se incluyó ACP en sus dietas. Los estudios nutricionales con cerdos, aves de corral y otros animales han demostrado una ventaja considerable como resultado del empleo del ACP en su alimentación. (CIMMYT, 2000).

La actual calidad agronómica y nutricional de los maíces ACP se debe en gran parte al trabajo realizado por Surinder K. Vasal, genetista del CIMMYT y a Evangelina Villegas, bioquímica ex investigadora del CIMMYT (Mendoza *et al.*, 2008). Al comparar el maíz de ACP con el normal no se observan diferencias en cuanto a sabor, rendimiento por hectárea, resistencia a plagas y enfermedades.

Respecto al rendimiento de maíz en suelos ácidos, en la década de los 70s era de 0.4 t/ha, equivalente al rendimiento de grano de los cultivares nativos en suelos ácidos. Luego de un trabajo de selección para la generación de variedades mejoradas realizada por el CIMMYT y varios países colaboradores del mundo, en la década de los 90s se liberó la primera variedad tolerante a suelos ácidos ICA-Sikuani V-110 (Open Pollination Variety) con un potencial de rendimiento de 3 t/ha (Narro *et al.*, 2001). A inicios de la década del 2000 se dispuso de los primeros híbridos CORPOICA H-108 y CORPOICA H-111 (Bernal *et al.*, 2007) con un potencial de rendimiento de 4.5 t/ha. Actualmente, se dispone de híbridos con un potencial de 10 t/ha. (Pandey *et al.*, 2007). Esta información es para maíces normales (no ACP) y la meta inmediata es generar materiales de ACP con altos rendimientos, buenas características agronómicas y tolerantes a suelos ácidos (Narro *et al.*, 2001).

Es importante destacar, que los suelos ácidos ofrecen un gran potencial para la seguridad alimentaria de Colombia y de América Latina. Uno de los retos de Colombia ha sido volver más productivas y sostenibles 17 millones de hectáreas que conforman los Llanos para ser utilizados en el desarrollo agropecuario (CIAT, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue identificar las mejores familias F2 de ACP con base en rendimiento y otras características agronómicas de la planta, así como el grado de modificación del endospermo medido en la mesa de luz (Vivek *et al.*, 2008) a fin de ser utilizadas en el programa de generación de líneas y desarrollo de cultivares mejorados en el programa del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ciento cincuenta y tres familias F2 de maíz segregantes para el gene o2 que confiere alta calidad de proteína al maíz, provenientes del CIMMYT, fueron disponibles para su evaluación en condiciones de suelos ácidos en los Llanos Orientales de Colombia. Para tal fin, se decidió agrupar las familias en dos ensayos. En el Ensayo 1, se incluyeron 86 familias y 4 testigos, mientras que en el Ensayo 2 se tuvieron 67 familias y 3 testigos (Anexo1). Cada uno de estos ensayos se evaluaron utilizando el diseño experimental alpha lattice con dos repeticiones. La unidad experimental fue de 1 surco de 5 m de largo y 0.80 m de ancho. En cada surco se sembraron 33 semillas raleándose a 22 plantas distanciadas 25 cm entre ellas. El área útil fue de 4.0 m².

Los ensayos fueron sembrados en la localidad de Menegua (Meta), ubicado a 182 msnm, con una temperatura promedio 25 °C, precipitaciones de 2.100 y 2.800 mm/año. Menegua se caracteriza por poseer suelos ácidos con pH de 4.59, 85 % de saturación de aluminio, 1.5 mg kg⁻¹ de fósforo y 3.37% de materia orgánica (Arcos, 2007).

Para la evaluación de las familias F2 fue necesario aplicar 1.6 t de cal dolomítica para disminuir la saturación de Al de 85% a 60%; para P se aumentó de 11 a 15 mg kg⁻¹ para lo cual, se aplicó 155 kg de superfosfato triple. Tanto el nitrógeno, potasio y otros microelementos fueron aplicados de acuerdo a los requerimientos del cultivo. De igual forma, el resto de labores agronómicas de siembra a cosecha fueron las estándar para el cultivo. (Manrique, 2008).

Las características evaluadas en los ensayos fueron: Rendimiento de grano RG, peso de grano en t/ha ajustado al 14% de humedad, mediante la formula:

$$Pi = Pf(100 - Hi) / (100 - Hf) \times 0.8$$

Donde: Pi= Peso inicial de grano (cosecha)

Pf= Peso Final

Hi= Humedad Inicial

0.8= Coeficiente de desgrane

(100-Hf); en este caso Hf es la humedad final que equivale a 14 %.

Además, se evaluaron: días a floración DF (se contaron los días desde la siembra hasta el inicio de la emisión de polen), altura de planta AP (medida desde el cuello de la planta hasta la base de la hoja bandera, la medida fue en centímetros), altura de mazorca AM (medida desde el cuello de la planta hasta el punto de inserción de la mazorca superior en el tallo), acame de tallo AT (% de plantas quebradas debajo del nudo donde se inserta la mazorca superior), pudrición de mazorca PM (% de mazorcas podridas por parcela), cobertura de mazorca CM (% de plantas con mala cobertura de mazorca) y Textura de grano TG (medida mediante una escala diseñada por el CIMMYT) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala para textura de grano (Cuadra, 2009).

TEXTURA	RANGO
Cristalino	1 - 1.5
Semicristalino	2 - 2.5
Semidentado	3 - 3.5
Dentado	4 - 5

Para el análisis estadístico se trabajó con un esquema de modelo mixto en el cual los bloques y las repeticiones fueron considerados efectos aleatorios y los genotipos efectos fijos. El método empleado fue el REML (máxima verosimilitud restringida) del SAS (SAS, 2003) y las medias se ajustaron por los efectos del modelo antes de ser comparadas.

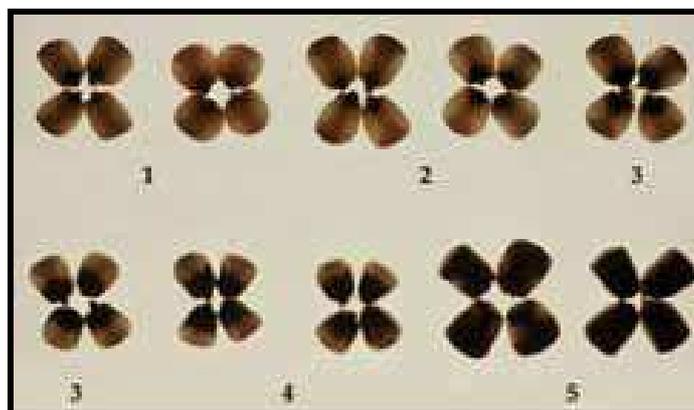
La comparación entre promedios de las familias F2 se hizo tomando en cuenta el valor de DMS (0.05) para identificar al 50% de familias con mayor rendimiento. Dentro de éstas familias se escogieron aquellas que mostraban la mejor modificación de grano (granos más cristalinos; es decir aquellas que muestren granos tipo 3 de acuerdo a la escala propuesta por el CIMMYT (Tabla 2). Para esto se utilizó una mesa de luz. (Vivek *et al.*, 2008).

Tabla 2. Escala de modificación del endospermo, CIMMYT (Vivek *et al.*, 2008).

TIPO	PUNTAJE DE MODIFICACION
1	no es opaco
2	opaco al 25%
3	opaco al 50%
4	opaco al 75%
5	opaco al 100%

El tipo de opacidad se evalúa en forma visual, como se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Tipo de opacidad en forma visual. (Vivek *et al.*, 2008).



Para la selección en la mesa de luz, se colocaron los granos de cada familia F2 en hileras con el embrión hacia abajo (Vivek *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYO 1 (90 familias F2 de ACP)

Para el RG se observaron diferencias significativas entre familias y para bloques dentro de repetición, no se encontraron diferencias entre repeticiones (Tabla 3).

Tabla 3. Cuadrados medios del Análisis de Varianza para: Rendimiento de grano (RG), días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), relación entre altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM), pudrición de mazorca (PM), cobertura de mazorca (CM) y acame de tallo (AT).

CUADRADOS MEDIOS									
FV	GL	RG	DF	AP	AM	AM/AP	PM	CM	AT
Genotipo	89	105.34*	7.16*	181.03*	155.16*	0.002*	0.016ns	0.043*	0.019*
Rep	1	33.36ns	1.42ns	1881.80*	1560.55*	0.013ns	0.0001ns	0.071*	0.038ns
Bloq (rep)	18	154.52*	4.60*	222.90*	178.52ns	0.002ns	0.016ns	0.012 ns	0.018ns
Error	71	68.60	1.88	89.97	90.15	0.001	0.017	0.012	0.010
CV		23.98	2.31	5.59	12.33	9.60	39.38	128.92	161.85
DMS (0.05)		1.92	3.07	20.30	20.4	0.099	15.0	10.5	8.03

H0: No hay diferencia entre genotipos. H1: hay diferencia entre genotipos.

*= Se rechaza la hipótesis nula con confiabilidad del 95%.

ns = Se acepta la H0.

En la Tabla 4, se presentan los promedios para rendimiento y otras características agronómicas. En rendimiento se observa que los testigos H108, H111 y HEZC318, produjeron altos rendimientos entre 5.89 y 7.57 t/ha (Tabla 4). Llama la atención el desempeño del híbrido triple HEZC318 por ser de alto potencial de rendimiento en suelos sin problemas de acidez. Es probable, que este híbrido a niveles más altos de acidez vea afectado significativamente su rendimiento. Los testigos H108 (5.89 t/ha) y H111 (6.24 t/ha) respondieron de acuerdo a lo esperado por tratarse de híbridos tolerantes a suelos ácidos. El testigo H112 es un híbrido de alta calidad de proteína pero no adaptado a suelos ácidos y por lo tanto, su menor rendimiento (3.92 t/ha), respecto a los anteriores es el esperado. La 33 y 77 F2 de maíz ACP con mas alto rendimiento produjeron 6.50 y 6.25 t/ha, respectivamente. En consecuencia, en el proceso de autofecundación de los individuos F2 es posible identificar individuos que en cruzamiento con otros individuos de otra familia

F2 puedan producir híbridos de alto potencial de rendimiento. Lo anterior sugiere que la identificación de híbridos superiores de ACP y tolerantes a suelos ácidos es viable.

Comparando el rendimiento del mejor testigo (7.57 t/ha) con el de las familias F2 y teniendo en cuenta el valor de DMS (0.05) equivalente a 1.92 t/ha (Tabla 3), se puede observar que las familias F2 33, 51, 73, 77 tienen un rendimiento similar a HEZC318 y que 57 familias F2 tienen un rendimiento similar al rendimiento de los híbridos testigo tolerantes a suelos ácidos (Tabla 4). Según estos resultados, éstas son las familias seleccionadas para evaluar su modificación del endospermo y otras características agronómicas y de esta manera identificar aquellas familias que seguirán el proceso de autofecundación.

La PM es una característica muy importante no solo por las pérdidas del valor comercial que produce sino también por los efectos dañinos en la salud humana. La PM promedio en este ensayo fue de 13.8% (Tabla 4) aunque el error experimental fue alto lo que se refleja en el alto coeficiente de variación (39.38%) (Tabla 3). No obstante, se puede observar que la PM en los testigos normales (no ACP) fue menor al 10% mientras que en el testigo de ACP fue de 23.1% (Tabla 4). Dieciséis familias F2 tuvieron una PM menor a 10% y tres familias menores a 5% (22, 37 y 81). No se encontraron diferencias significativas entre genotipos.

La arquitectura de planta medida por la relación entre altura de mazorca y altura de planta (AM/AP) es una característica importante desde el punto de vista agronómico y es deseable que la inserción de la mazorca esté en el tercio medio de la planta que coincide con un valor AM/AP de 0.5. Tanto los testigos como las familias F2 de más alto rendimiento tuvieron AM/AP cercana a 0.5 con diferencias significativas entre familias y hay cierta tendencia a que las familias F2 de menor rendimiento tengan la menor relación AM/AP.

Los DF promedio del ensayo fueron 59 (Tabla 4). Es importante destacar que el testigo H108 siendo el más precoz (52 días), fue también uno de los que presentó los más altos rendimientos. Esto significa que la planta es eficiente en el uso y traslocación de nutrientes

y con buenas características de adaptación para los Llanos Orientales de Colombia. Tanto los testigos como las familias F2 de mayor rendimiento (73 y 77), tuvieron una floración cercana a 59 días (Tabla 4). Se encontraron diferencias significativas entre familias.

Cuando se presenta el AT en un campo de maíz, no solo hay pérdidas de la cosecha sino también que ésta se dificulta incrementándose los costos de producción. En los Llanos Orientales de Colombia, donde se dispone de grandes áreas de cultivo, la mecanización es una necesidad, por lo tanto, los genotipos que se vayan a desarrollar para este ambiente deben ser tolerantes al AT. En el ensayo se presentaron diferencias significativas entre familias para esta variable (AT), cuyo promedio general fue de 3.1% (Tabla 4), indicando que la mayor parte de materiales fueron tolerantes. Solo 8 familias F2 mostraron un AT superior al 10%, que debe tenerse en cuenta en la selección final de familias F2 que se autofecundarán. Las familias 77, 73 y 51 de alto rendimiento mostraron un AT inferior al promedio (3.17%).

La CM es importante en zonas tropicales donde se puedan presentar lluvias en la época de cosecha, una mala cobertura de mazorca predispone un mayor daño de pudrición de mazorca. Se observó diferencias significativas entre familias. Los testigos y familias F2 de mayor rendimiento estuvieron entre las entradas que presentaron también mejor cobertura de mazorca. Solo las familias F2 9, 58, 50, 26, 11, 61 mostraron mala cobertura de mazorca (superior a 15%) (Tabla 4).

La TG es importante en maíces de ACP porque está relacionado con el grado de modificación del endospermo. Es deseable granos cristalinos como una indicación de la presencia de genes modificadores del endospermo. Aunque este carácter fue mejor evaluado utilizando la mesa de luz, una evaluación de las mazorcas en el campo ayudó en el proceso de selección. El híbrido H108 tuvo una excelente TG calificado con 1.7 en este ensayo (Tabla 4), por lo tanto al menos 26 familias F2 tuvieron una textura comparable al testigo H108.

Tabla 4. Comparación de promedios para Rendimiento de grano (RG), días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), relación entre altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM), pudrición de mazorca (PM), cobertura de mazorca (CM), acame de tallo (AT) y Textura (TG), en el diseño 10x9 de genotipos de maíz de alta calidad de proteína ACP para los Llanos Orientales de Colombia. (Ensayo 1)

Entrada	RG t/ha	DF (días)	AP (cm)	AM (cm)	AM/ AP	AT (%)	PM (%)	CM (%)	TG (1-5)
1	3.72	58	171.6	66.3	0.4	1.5	9.3	0.0	1.8
2	3.66	59	178.8	91.4	0.5	1.1	6.2	11.9	1.7
* 3	5.24	58	173.8	86.3	0.5	11.4	26.5	9.6	2.1
* 4	4.18	59	184.0	81.3	0.5	4.0	10.2	4.6	2.1
* 5	4.63	62	167.5	81.8	0.5	1.5	18.6	0.0	2.2
6	3.85	60	171.8	81.3	0.5	6.5	14.4	4.8	1.6
7	3.78	62	175.8	95.1	0.5	7.3	11.6	0.0	1.3
* 8	4.20	58	189.3	91.8	0.5	17.2	18.4	2.4	2.0
9	3.19	62	164.3	67.6	0.4	7.0	17.1	15.4	1.8
10	3.82	57	182.0	81.8	0.5	0.9	13.5	9.5	1.8
11	3.05	57	157.5	63.0	0.4	14.2	20.6	18.3	2.5
*12	5.00	61	172.5	83.5	0.5	0.5	25.4	0.0	2.3
13	3.87	62	160.0	78.1	0.5	1.5	8.0	0.0	2.5
*14	4.71	61	182.6	86.0	0.5	2.9	8.4	4.4	2.5
*15	4.53	62	166.8	77.7	0.5	8.2	13.1	0.0	1.7
*16	4.45	61	182.0	83.8	0.5	1.9	21.4	0.0	2.0
*17	4.62	60	176.5	78.1	0.5	0.3	14.8	0.0	1.8
*18	5.61	62	165.8	70.9	0.5	1.5	19.6	0.0	1.6
*19	5.12	61	192.6	95.5	0.5	10.8	19.1	0.0	1.8
20	3.92	61	175.6	86.2	0.5	0.3	24.0	0.0	1.9
*21	4.44	60	182.3	88.5	0.5	0.3	11.6	0.0	1.8
22	3.25	58	160.8	75.2	0.5	0.5	3.4	11.9	2.0
*23	4.01	58	169.3	75.5	0.5	2.8	11.1	0.0	1.6
24	3.91	58	179.5	80.2	0.5	1.9	7.4	0.0	1.7
25	3.61	58	173.1	75.2	0.5	0.3	10.7	0.0	1.5
26	3.90	59	175.1	85.9	0.5	0.7	13.3	17.4	1.6
*27	4.63	58	158.1	65.9	0.4	1.3	12.5	0.0	1.8
28	2.72	56	151.7	72.7	0.5	1.5	10.6	0.0	2.9
*29	4.61	61	182.9	81.2	0.5	2.5	10.2	2.1	2.1
*30	4.45	61	154.8	70.5	0.5	1.3	14.3	0.0	2.0
*31	4.08	60	178.3	83.1	0.5	1.3	10.7	0.0	2.0

Continuación Tabla 4

Entrada	RG t/ha	DF (días)	AP (cm)	AM (cm)	AM/ AP	AT (%)	PM (%)	CM (%)	TG (1-5)
*32	4.03	60	182.7	83.1	0.5	1.7	12.1	0	2.2
*33	6.50	61	188.6	90.1	0.5	5.3	9.4	2	2.1
*34	5.50	62	177.1	89.3	0.5	1.1	27.1	2	1.8
*35	4.81	60	174.9	85.9	0.5	0.5	19.5	0	1.8
36	3.92	58	161.0	72.7	0.5	0.7	21.9	7	2.0
*37	4.82	57	182.3	79.7	0.4	0.3	2.6	0	2.3
*38	4.72	61	175.5	78.4	0.5	1.1	10.9	0	2.3
*39	4.95	58	181.5	72.6	0.4	3.7	11.1	0	2.0
40	3.67	58	163.3	76.4	0.5	7.7	7.9	0	1.8
*41	4.42	60	169.6	73.5	0.5	0.1	10.5	0	1.8
42	3.67	60	181.3	71.8	0.4	0.1	19.4	0	1.8
43	3.81	54	155.6	65.1	0.4	0.3	21.5	3	2.3
*44	4.53	59	177.8	76.8	0.5	4.2	15.7	0	2.7
*45	4.34	60	183.5	81.4	0.5	2.9	13.3	0	2.5
*46	4.21	61	169.6	64.7	0.4	4.8	15.6	0	1.8
47	3.60	61	170.6	73.5	0.5	1.3	17.5	0	1.7
*48	4.70	62	156.1	63.9	0.4	0.9	5.9	3	2.0
*49	4.45	61	169.3	80.6	0.5	0.7	16.1	0	2.0
50	2.91	61	167.0	75.6	0.5	0.9	16.6	17	1.5
*51	5.65	60	186.6	83.9	0.5	1.5	11.7	5	2.2
*52	4.29	57	165.5	56.0	0.4	1.1	10.9	0	2.0
*53	4.23	58	174.5	91.4	0.5	8.7	10.4	0	2.0
*54	4.00	59	176.8	81.4	0.5	1.7	13.2	0	2.5
55	3.20	60	175.5	77.7	0.5	0.1	16.7	0	1.5
*56	4.54	59	180.4	86.4	0.5	0.1	19.1	0	1.5
*57	4.58	60	186.3	90.1	0.5	13.6	14.7	0	1.8
58	3.34	60	188.0	87.2	0.5	1.1	12.2	16	1.8
*59	4.16	57	165.3	78.1	0.5	1.9	10.8	0	1.7
*60	3.99	57	184.8	75.9	0.4	0.3	22.7	0	1.6
*61	4.46	57	168.7	81.0	0.5	1.9	14.1	23	1.7
62	3.90	58	166.0	74.7	0.5	1.7	18.1	15	1.7
*63	4.14	56	163.9	78.0	0.5	0.3	12.9	9	1.6
*64	4.21	57	175.8	82.2	0.5	8.9	14.2	0	1.5

Continuación Tabla 4

Entrada	RG t/ha	DF (días)	AP (cm)	AM (cm)	AM/ AP	AT (%)	PM (%)	CM (%)	TG (1-5)
*65	4.23	58	179.6	90.5	0.5	17.5	16.7	9	1.8
*66	4.56	58	172.8	75.5	0.5	1.9	7.1	0	1.8
*67	4.93	61	166.6	70.5	0.5	0.5	9.1	0	2.8
*68	4.38	60	181.1	72.7	0.4	0.9	14.6	0	2.0
69	3.39	60	167.8	68.5	0.5	0.9	9.2	2	1.7
70	3.26	61	163.5	58.4	0.4	1.7	22.5	0	1.8
*71	4.44	60	181.3	75.2	0.4	1.1	8.7	0	2.0
*72	4.34	57	168.6	78.8	0.5	6.8	10.2	0	2.1
*73	5.98	57	186.5	99.3	0.6	0.3	7.0	0	2.0
*74	4.59	60	182.9	75.1	0.4	0.1	11.8	0	1.6
75	2.86	58	170.3	63.4	0.4	0.9	16.4	13	1.6
*76	5.56	60	177.0	77.6	0.5	7.2	9.9	0	2.3
*77	6.25	58	193.5	96.2	0.5	0.7	19.5	0	1.6
*78	5.48	62	162.5	67.2	0.5	0.5	10.2	0	1.6
*79	4.25	62	179.1	82.6	0.5	15.8	12.1	13	2.0
80	3.93	62	178.1	77.2	0.5	1.3	14.1	0	1.8
*81	4.83	61	176.3	75.6	0.4	0.1	4.6	0	1.8
*82	4.87	60	191.2	92.2	0.5	4.2	7.1	0	1.5
*83	4.61	57	156.5	53.9	0.4	1.3	10.3	0	2.2
84	3.79	58	166.0	66.0	0.4	1.7	16.6	3	2.5
*85	5.17	60	199.8	104.3	0.5	1.3	20.0	15	2.3
86	3.55	58	152.0	63.0	0.5	12.8	19.6	2	2.1
H112	3.92	60	177.1	75.8	0.4	0.1	23.1	0	1.9
H108	5.89	52	194.1	90.6	0.5	0.5	10.0	0	1.7
H111	6.24	56	195.1	104.7	0.6	3.0	7.2	0	2.0
HEZC318	7.57	58	196.6	94.3	0.5	2.8	8.0	0	1.5
Promedio	4.38	59	174.7	79.0	0.5	3.1	13.8	3.0	1.9
DMS (0.05)	1.92	3.07	20.3	20.4	0.099	8.03	15	10.5	0.8

*= Entradas con rendimiento similar a los testigos.

Ensayo 2 (70 familias F2 de ACP)

En la Tabla 5 se presentan los resultados del análisis de variancia (ANDEVA) para RG como característica más importante; además, de otros aspectos agronómicos evaluados, se observan diferencias significativas en rendimiento de grano para genotipos, repeticiones y bloques dentro de repeticiones.

Tabla 5. Cuadrados medios del ANDEVA para: Rendimiento de grano (RG), días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), relación entre altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM), pudrición de mazorca (PM), cobertura de mazorca (CM) y acame de tallo (AT).

CUADRADOS MEDIOS									
FV	GL	RG	DF	AP	AM	AM/AP	PM	CM	AT
Genotipo	69	74.89*	6.55*	264.43*	174.91*	0.003*	0.015 _{ns}	0.037 _{ns}	0.025*
Rep	1	169.53*	0.17 _{ns}	45.71 _{ns}	11.42 _{ns}	0.00002 _{ns}	0.0002 _{ns}	0.097 _{ns}	0.008 _{ns}
Bloq (rep)	18	84.21*	1.02 _{ns}	282.15*	215.52*	0.003 _{ns}	0.050*	0.027 _{ns}	0.030 _{ns}
Error	51	24.38	1.03	70.10	52.13	0.001	0.015	0.024	0.013
CV		16.60	1.72	5.04	9.73	8.30	32.71	159.47	121.26
DMS (0.05)		1.50	2.0	21.3	18.4	0.096	19.4	13.1	8.9

H0: No hay diferencia entre genotipos. H1: hay diferencia entre genotipos.

*= Se rechaza la hipótesis nula con confiabilidad del 95%.

_{ns} = Se acepta la H0.

Entre los genotipos con mayor rendimiento se encuentran los híbridos H112, H111 y H108 con promedios entre 4.07 y 4.86 t/ha, de los cuales H111 y H108 son tolerantes a suelos ácidos, por lo tanto, este es un resultado esperado (Tabla 6). Considerando el valor de la DMS (0.05) que es de 1.50 t/ha (Tabla 5), 28 familias F2 tienen un RG similar al testigo H108 y éstas son las familias candidatas para el proceso de autofecundación. Para RG se observaron diferencias significativas entre familias, bloques dentro de repetición y entre repeticiones (Tabla 5).

La media general de PM fue 16.6 % (Tabla 6). Los testigos mostraron una PM menor a 14%. No obstante, 55 familias F2 poseen una PM menor que los testigos tolerantes a suelos ácidos (Tabla 6). Los testigos se ubicaron por debajo de la media general, las mejores familias (38 y 54), tuvieron una PM de 16%. Existe la tendencia que las familias

que presentaron menor rendimiento son las que poseen mayor PM. No se encontraron diferencias significativas entre familias.

En cuanto a la relación AM/AP, tanto los testigos como las familias F2 se comportaron de igual forma que en el ensayo 1 con diferencias significativas entre familias. Igualmente, para el caso de AT, los valores observados fueron bajos con diferencias entre las familias F2 (Tabla 5).

En DF se encontraron diferencias entre familias. El promedio fue de 59 días (Tabla 6). El testigo H108, aparte de presentar el más alto rendimiento fue el más precoz, al presentar 52 DF, ratificando el buen comportamiento en suelos ácidos. Aunque, la mayoría de las familias F2 evaluadas en este ensayo presentaron floraciones alrededor de 60 días, también se observaron algunas precoces y con buen potencial de rendimiento.

En cuanto a CM no se encontraron diferencias significativas (Tabla 5). El promedio de CM en el ensayo fue de 3.7% (Tabla 6). Solo 7 familias F2 mostraron un porcentaje de CM mayor al 10%. El testigo H111 tuvo 5.3% de CM mientras que H108, H112 y la mayoría de familias no mostraron mala cobertura de mazorca.

El híbrido H108 presentó una textura de 1.5 (cristalina) (Tabla 6), observándose que 35 familias F2 tuvieron una textura comparable al H108.

Tabla 6. Comparación de promedios para Rendimiento de grano (RG), días a floración (DF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), relación entre altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM), pudrición de mazorca (PM), cobertura de mazorca (CM), acame de tallo (AT) y Textura (TG), en el diseño 10x7 de genotipos de maíz de alta calidad de proteína ACP para los Llanos Orientales de Colombia. (Ensayo 2).

Entrada	RG t/ha	DF (días)	AP (cm)	AM (cm)	AM/ AP	AT (%)	PM (%)	CM (%)	TG (1-5)
1	2.37	60	144	56.6	0.4	1.7	19.1	0.0	2.0
*2	3.50	60	168.1	91.4	0.5	2.2	15.2	4.7	1.5
3	2.07	60	146.6	51.6	0.4	4.2	15.5	0.2	1.5
*4	4.65	59	154.4	64.5	0.4	-0.1	8.0	11.1	1.5
*5	3.37	60	177.0	86.3	0.5	6.0	13.6	2.2	1.5
6	2.94	58	159.5	67.9	0.4	-0.8	15.1	0.0	1.5
7	3.09	57	150.0	54.1	0.4	3.1	20.2	0.0	2.0
8	3.12	58	156.8	63.3	0.4	-1.4	12.5	0.0	1.8
9	3.11	56	147.9	64.4	0.4	7.4	20.5	0.1	2.3
10	3.36	57	147.3	66.8	0.4	8.5	13.3	7.4	1.8
11	2.94	61	142.0	58.0	0.4	1.0	23.7	12.6	1.8
12	2.62	60	138.4	60.3	0.4	-1.7	23.4	0.0	2.0
13	2.63	60	151.2	71.4	0.4	3.4	12.6	6.8	1.5
*14	3.96	56	150.5	63.2	0.4	-1.0	18.2	0.2	2.3
15	2.99	60	174.8	72.4	0.4	1.2	17.0	2.5	1.5
*16	4.16	59	172.0	85.5	0.5	1.5	11.7	15.9	1.5
17	2.86	60	165.1	80.5	0.5	17.3	15.3	9.7	1.5
*18	4.31	52	164.2	72.5	0.5	6.4	12.1	4.7	2.0
19	2.57	54	153.0	62.5	0.4	-1.4	19.0	13.2	1.8
20	2.39	59	154.0	72.7	0.4	-1.3	26.4	0.0	1.8
21	2.57	60	164.6	79.4	0.5	2.3	5.1	4.0	2.3
*22	3.37	61	147.8	52.6	0.3	-0.6	9.9	0.2	1.8
23	1.87	59	136.1	55.0	0.4	6.9	19.5	0.0	1.5
*24	4.51	60	159.9	65.6	0.4	-0.6	8.5	0.0	2.0
*25	4.76	59	155.1	62.9	0.4	-0.8	17.1	2.4	2.3
*26	4.47	57	151.5	76.9	0.5	3.9	18.5	0.1	2.8
*27	3.47	59	145.6	63.9	0.4	1.5	23.0	0.0	2.0
28	2.93	60	164.0	71.8	0.4	-0.3	6.4	0.0	2.3
*29	3.65	59	175.1	80.3	0.5	11.1	13.9	0.0	1.8

Continuación Tabla 6

Entrada	RG t/ha	DF (días)	AP (cm)	AM (cm)	AM/ AP	AT (%)	PM (%)	CM (%)	TG (1-5)
30	2.14	62	152.7	61.2	0.4	3.5	26.8	0	1.5
31	3.23	60	172.2	73.6	0.4	0.4	7.5	0	1.5
*32	3.40	60	179.1	83.6	0.5	0.9	13.9	0	1.5
33	1.42	60	172.7	68.8	0.4	-1.5	30.2	2	2.8
*34	3.74	58	136.0	59.1	0.4	5.5	31.9	3	1.5
*35	3.96	59	160.6	66.5	0.4	-1.3	15.3	0	1.8
36	3.21	61	151.8	63.3	0.4	0.5	16.4	0	1.3
*37	3.45	58	152.7	67.0	0.4	3.6	13.1	5	1.5
*38	4.80	60	172.1	80.1	0.5	-0.6	16.1	0	1.5
*39	4.49	59	179.0	87.0	0.5	0.9	25.3	5	2.3
*40	3.74	60	168.3	79.6	0.4	-1.8	13.8	0	1.5
*41	3.48	60	192.7	98.6	0.5	1.8	22.7	39	1.5
*42	3.87	60	162.8	73.4	0.4	1.4	20.6	0	1.3
*43	3.39	59	163.3	71.9	0.4	4.5	11.5	0	1.5
44	2.15	59	156.9	54.6	0.3	-0.5	27.3	0	2.5
45	2.31	60	142.0	58.8	0.4	0.7	20.1	0	1.8
46	3.28	59	164.1	64.1	0.4	-0.4	12.5	0	1.8
47	3.22	59	149.7	58.5	0.4	13.4	20.7	3	1.3
48	2.28	59	147.1	60.2	0.4	-0.9	21.8	0	1.5
*49	4.39	60	158.9	73.1	0.5	0.6	15.7	0	1.8
50	3.04	60	150.8	73.6	0.5	5.2	16.3	5	1.5
51	2.37	57	143.2	52.2	0.3	-1.2	13.1	11	1.5
*52	3.75	59	158.0	73.0	0.5	-0.3	5.1	0	1.5
*53	4.53	60	189.4	89.7	0.4	-1.2	18.1	10	1.3
*54	4.86	59	168.8	74.7	0.4	-1.2	16.5	0	1.8
55	3.10	60	167.1	77.7	0.5	10.8	22.0	3	1.5
*56	3.96	60	173.8	72.2	0.4	3.7	5.4	0	1.5
57	2.94	60	177.4	75.8	0.4	-1.4	26.5	10	1.3
58	3.25	58	166.0	74.2	0.5	-1.2	23.7	0	2.3
59	2.44	58	148.2	62.4	0.4	0.5	18.6	10	1.8
60	2.69	58	158.4	58.3	0.4	-0.5	27.9	7	1.5
61	3.07	60	177.7	71.3	0.3	-1.8	10.9	5	1.5
62	3.16	60	176.5	77.8	0.4	-1.7	10.0	0	1.5

Continuación Tabla 6

Entrada	RG t/ha	DF (días)	AP (cm)	AM (cm)	AM/ AP	AT (%)	PM (%)	CM (%)	TG (1-5)
* 63	3.56	55	172.7	75.2	0.4	-0.9	11.1	19	1.5
64	2.70	58	153.2	62.9	0.4	1.5	8.3	5	1.5
65	2.38	60	151.2	48.9	0.3	-0.6	14.4	0	2.5
66	2.68	61	153.8	57.3	0.4	-1.6	26.1	0	1.8
67	2.51	62	151.8	60.7	0.4	-1.0	16.2	0	1.8
H112	4.07	60	175.7	92.3	0.5	-1.6	13.2	0	1.8
H108	4.86	52	183.6	72.5	0.4	-1.1	11.6	0	1.5
H111	4.68	56	175.8	74.5	0.4	16.5	12.8	5	2.0
Promedio	3.30	59	160.3	69.4	0.4	1.9	16.6	3.7	1.7
DMS (0.05)	1.50	2.0	21.3	18.4	0.096	8.9	19.4	13.1	1.09

*= Entradas con rendimiento similar a los testigos.

Selección de granos en mesa de luz

Luego de haberse identificado las familias F2 con mayor rendimiento (57 del primer ensayo y 28 del segundo ensayo), el siguiente paso fue la selección de granos con mejor modificación de textura por efecto de los genes modificadores presentes en cada familia. La escala utilizada es la que se presenta en la Tabla 2 y se seleccionaron granos del grado 3 que es la recomendación del CIMMYT para generaciones tempranas, puesto que se asegura la presencia del gen *o2o2*. (Vivek *et al.*, 2008).

En dicha mesa, se identificaron 44 familias F2 que mostraron mayor rendimiento y buena modificación del endospermo (Anexo1), se escogieron 50 granos de cada familia y serán estas las que continúen con el proceso de autofecundación.

CONCLUSIONES

- Considerando rendimiento de grano, se observaron 44 familias F2 de ACP con similar potencial de rendimiento a los híbridos tolerantes a suelos ácidos evaluados (H108 y H111). Por lo tanto, será posible obtener híbridos de ACP tolerantes a suelos ácidos utilizando las líneas que se vayan a derivar de éstas familias F2, en combinación con otras líneas que vayan a mostrar heterosis.
- Treinta familias F2 de ACP mostraron buenas características agronómicas relacionadas con pudrición de mazorca, arquitectura de planta, acame y textura de grano comparables con la maíces tolerantes a suelos ácidos utilizados como testigos, esta evidencia refuerza la tesis de poder desarrollar germoplasma mejorado de ACP y tolerante a suelos ácidos.
- Las familias F2 (ensayos 1 y 2) de mayor rendimiento, mostraron las mejores características agronómicas. Se concluye que hay una exitosa acumulación de alelos favorables para diferentes características.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARCOS, A. 2007. Efectos genéticos de la formación de calosa por aluminio en líneas de maíz *Zea mays* L. resistentes y susceptibles a suelos ácidos.
2. BERNAL, J., CAICEDO, S. y GUEVARA, E. 2007. Híbridos de maíz amarillo adaptados a suelos ácidos de la altillanura plana colombiana. Link visitado en May 6 de 2009: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/Hibridosmazamarillo.pdf>
3. CIAT. Un negocio de amplios horizontes para el Llano con ciencia y tecnología, esta región se convierte en la despensa agrícola del país. Link visitado en Nov 6 de 2008: http://www.ciat.cgiar.org/es/descargar/pdf/convenio_colombia_ciat.pdf
4. CIMMYT, 2000. El Premio Mundial de la Alimentación para investigadores del CIMMYT por el maíz con calidad de proteína. Link visitado en May 6 de 2009: http://www.cimmyt.org/whatisimmyt/AR99_2000Spa/supervivencia/premio_mundial/premio_mundial.htm
5. CROP LIFE, Latínamerica.2009. Aumenta área sembrada con cultivos biotecnológicos en el mundo. Link visitado en May 7 de 2009: http://www.croplifela.org/cms2/index.php?option=com_content&view=article&id=140
6. CUADRA, S. Evaluación del Comportamiento Agronómico de Híbridos de Maíz QPM de Grano Amarillo en Diferentes Ambientes de Nicaragua Ciclo Agrícola 2008/09. INTA Centro Norte. Link visitado en Abr 2 de 2009: <http://www.inta.gov.ni/biblioteca/protocolos/1ra-2008-inta-centro-norte/aet-pro-maiz-qpamarillo.doc>
7. MANRIQUE, A. 2008. Secuencia de labores agronomicas en el cultivo de maiz. Link visitado en May 4 de 2009: http://www.lamolina.edu.pe/investigacion/programa/maiz/cul_maiz.htm
8. MENDOZA, M., ANDRIO, E., JUAREZ, J, MOSQUEDA, C., LATOURNERIE., CASTAÑÓN, L., LÓPEZ, A., MORENO, E. Contenido de lisina y triptófano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal. Link visitado en Ene 06 de 2008: <http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia/diciembre2006/6%20Articulo217.pdf>

9. NARRO L.A., S. PANDEY, C. DE LEON, F. SALAZAR, M.P., ARIAS. 2001. Implications of Soil-Acidity Tolerant Maize Cultivars to Increase Production in Developing Countries. In: n. AE, J. Arihara, K., A. Srinivasan (Eds.) Plant Nutrient Acquisition. New Perspectives. Ed. NIAES. Springer Tokyo. pp 447-463.
10. PANDEY, S., NARRO, L., FRIESEN, D. y WADDINGTON, S. 2007. Breeding Maize for Tolerance to Soil Acidity. En J. Janick (Ed) Plant Breeding Reviews. Editorial Board, Volume 28. John Wiley y Sons, INC. Hoboken, New Jersey.
11. SAS Institute Inc. 2003. Cary, NC, USA. Versión 9.1.3., para SunOS 5.9.
12. VIVEK, B.S., KRIVANEK, A.F., PALACIOS-ROJAS N., TWUMASI-AFRIYIE S., DIALLO A.O. 2008. Mejoramiento de maíz con calidad de proteína (QPM): Protocolos para generar variedades QPM. México, D.F.: CIMMYT.
13. VON UEXKÜLL, H.R, AND MUTERT. E. 1995. Global extent, development and economic impact of acid soils. Plant Soil 171:1-15.

ANEXO 1. PEDIGREE DE LAS FAMILIAS F2 UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ DE ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA (ACP) PARA LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

ENTRADA	PEDIGREE	(Ensayo 1)
1	(CML282 (G22F128*G22F25)-2-2-3-1-BB-f-####-BBB-B / CML165)-B	
2	(CML165/CML286 P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B)-B	
* 3	(CML165/CML411=P28C7-S4-#-BBBBBBBBBBBB)-B	
4	(CML415=KC002 KC3001/KC3002-22-2-1-B-4-B*9 / CML165)-B	
* 5	(CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6 / CML165)-B	
6	(CML165/CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5)-B	
7	(CML165/CML466=P345C3S3B-27-5-1-1-1-2-BB)-B	
8	(CML165/CML469=(AMATLC0HS133-1-F/R)-1-3-1-2-5-B)-B	
9	(CML165/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B)-B	
10	(DTPYC9-F72-1-2-1-1-B / CML165)-B	
11	(CML165/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B	
* 12	(CML32 P28TSR(S2)-11-2-4-B-1-ff-#-BBB-B / CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B)-B	
13	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML285 P24C5HC34-2-3-B-f-2#-BBB-f-####-BBB-B)-B	
* 14	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML286 P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B)-B	
15	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML415=KC002 KC3001/KC3002-22-2-1-B-4-B*9)-B	
16	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6)-B	
* 17	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML496=P36C9F90-B-5-BBBBBBB)-B	
* 18	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML433=KTX3753F2-5-1-1-2-BBB)-B	
* 19	(CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML466=P345C3S3B-27-5-1-1-1-2-BB)-B	
20	(CLQ-6605 =[EV8766-SR]-5-1-B-6-1-BBB-10-B-B-B-B/CML285 P24C5HC34-2-3-B-f-2#-BBB-f-####-BBB-B)-B	
21	(CLQ-6605 =[EV8766-SR]-5-1-B-6-1-BBB-10-B-B-B-B/CML415=KC002 KC3001/KC3002-22-2-1-B-4-B*9)-B	
22	(CLQ-6605 =[EV8766-SR]-5-1-B-6-1-BBB-10-B-B-B-B/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B	

- 23 (CML411=P28C7-S4-#-BBBBBBBBBBBBBB / CLQ-RCYQ40 = (CML165 x CLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B)-B
- 24 (CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6 / CLQ-RCYQ40 = (CML165 x CLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B)-B
- 25 (CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5 / CLQ-RCYQ40 = (CML165 x CLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B)-B
- 26 (CML468=P28C9F113-3-1-4-B*7 / CLQ-RCYQ40 = (CML165 x CLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B)-B
- * 27 (DTPYC9-F72-1-2-1-1-B / CLQ-RCYQ40 = (CML165 x CLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B)-B
- 28 (CLQ-RCYQ40 = (CML165 x CLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B
- * 29 (CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/CML286 P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B)-B
- 30 (CML411=P28C7-S4-#-BBBBBBBBBBBBBB / CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B)-B
- 31 (CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/CML415=KC002 KC3001/KC3002-22-2-1-B-4-B*9)-B
- 32 (CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6 / CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B)-B
- * 33 (CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5)-B
- * 34 (CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/CML433=KTX3753F2-5-1-1-2-BBB)-B
- * 35 (CLQ-RCYQ44 = (CML150 x CL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/CML466=P345C3S3B-27-5-1-1-1-1-2-BB)-B
- 36 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/(CL-G1845 x CML423)-B-22-2-B)-B
- * 37 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML282 (G22F128*G22F25)-2-2-3-1-BB-f-####-BBB-B)-B
- * 38 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML285 P24C5HC34-2-3-B-f-2#-BBB-f-####-BBB-B)-B
- * 39 (CML286 P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B / CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6)-B
- 40 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML411=P28C7-S4-#-BBBBBBBBBBBBBB)-B
- 41 (CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6 / CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6)-B
- 42 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5)-B
- 43 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B
- 44 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML415=KC002 KC3001/KC3002-22-2-1-B-4-B*9)-B
- 45 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6)-B
- 46 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5)-B
- 47 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML496=P36C9F90-B-5-BBBBBBB)-B
- * 48 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML433=KTX3753F2-5-1-1-2-BBB)-B
- 49 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML466=P345C3S3B-27-5-1-1-1-1-2-BB)-B
- 50 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/CML468=P28C9F113-3-1-4-B*7)-B
- * 51 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B)-B

52 (CLQ-RCYQ41 = (CML150 x CL-03618)-B-6-2-1-B*6-B/DTPYC9-F74-1-1-1-1-B-B)-B
53 (CML32 P28TSR(S2)-11-2-4-B-1-ff-#-BBB-B / CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
54 (CML282 (G22F128*G22F25)-2-2-3-1-BB-f-####-BBB-B / CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
55 (CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B/CML286 P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B)-B
56 (CML348=G26SeqC3-83-1-1-2-1-B*6 / CML161)-B

57 (CML161/CML454=CaptMiranda8627-20-1-2-B*15)-B
58 (CML161/CL-02725=P27(FRRS)C1-248-B-1-BBB-B)-B
59 (CML161/DTPYC9-F143-5-4-1-2-B-B)-B
60 (CML161/CML421=P31DMR#1-55-2-3-2-1-B*14-B-B-B-B)-B
61 (CML429=EY-DMR-G-C5-S2-BB-3-1-BBBB-B-B / CML161)-B
62 (DTPYC9-F46-1-2-1-2-B / CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B)-B
63 (CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B/DTPYC9-F143-5-4-1-2-B-B)-B
64 (CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B/CML421=P31DMR#1-55-2-3-2-1-B*14-B-B-B-B)-B
65 (CML429=EY-DMR-G-C5-S2-BB-3-1-BBBB-B-B / CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B)-B
66 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML-31=P 27C5HC117-1-4-B-ff-##-BBB-B)-B
*67 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML298 SINT.AM.TSR-7-4-2-2-1-BB-f-####-
BBB-B)-B
68 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML452=Ac8328BNC6-166-1-1-1-B*8)-B
69 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML454=CaptMiranda8627-20-1-2-B*15)-B
70 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML430=AMATLC0HS169-1-1-1-1-2-2-1-B*3)-B
71 (DTPYC9-F46-1-2-1-2-B / CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B)-B
72 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/DTPYC9-F143-5-4-1-2-B-B)-B
*73 (CLQ-RCYQ42 = (CML150 x CL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML429=EY-DMR-G-C5-S2-BB-3-1-BBBB-B-B)-
B
*74 (CLQ-RCYQ47 = (CML159 x CL-G2501)-B-1-1-2-2-B*4-B-B/CML454=CaptMiranda8627-20-1-2-B*15)-B
75 (CLQ-RCYQ47 = (CML159 x CL-G2501)-B-1-1-2-2-B*4-B-B/CML421=P31DMR#1-55-2-3-2-1-B*14-B-B-B-B)-B
*76 (CLQ-RCYQ49 = (CML176 x CL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CML298 SINT.AM.TSR-7-4-2-2-1-BB-f-####-BBB-B)-B
*77 (CLQ-RCYQ49 = (CML176 x CL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CML430=AMATLC0HS169-1-1-1-1-2-2-1-B*3)-B
*78 (CLQ-RCYQ49 = (CML176 x CL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CL-02725=P27(FRRS)C1-248-B-1-BBB-B)-B
79 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML430=AMATLC0HS169-1-1-1-1-2-2-1-B*3)-B
80 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML431=AMATLC0HS170-2-3-2-1-1-1-1-B*3)-B

- *81 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CL-02725=P27(FRRS)C1-248-B-1-BBB-B)-B
- *82 (CL-02720=P27(FRRS)C1-18-B-1-1-BBB / CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B)-B
- *83 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/DTPYC9-F143-5-4-1-2-B-B)-B
- 84 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML421=P31DMR#1-55-2-3-2-1-B*14-B-B-B-B)-B
- *85 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML429=EY-DMR-G-C5-S2-BB-3-1-BBBB-B-B)-B

- 86 (CLQ-RCYQ51 = (CLQ-6203 x CL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML426=P31C4S5B-38-##-2-BBB)-B
- 87 CML161/CML165 (H112)
- 88 H108
- 89 H111
- 90 HEZC318

ENTRADA

PEDIGREE (Ensayo 2)

- 1 (CML411=P28C7-S4-#-BBBBBBBBBBBBB/CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
- 2 (CML-453=P24STEC1HC21-3-1-1-#-BBB-f-##-B*6/CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B)-B
- 3 (CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5/CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
- * 4 (CML468=P28C9F113-3-1-4-B*7/CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6)-B
- 5 (CML32P28TSR(S2)-11-2-4-B-1-ff-#-BBB-B/CML165)-B
- 6 (DTPYC9-F72-1-2-1-1-B/CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6)-B
- 7 (DTPYC9-F74-1-1-1-1-B-B/CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6)-B
- 8 (DTPYC9-F74-1-1-1-1-B-B/CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
- 9 (CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B/CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
- 10 ((CL-G1845xCML423)-B-22-2-B/CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B)-B
- 11 (CML165/CML496=P36C9F90-B-5-BBBBBBB)-B
- 12 (CML165/CML432=KTX3752F2-7-1-1-1-BBB)-B
- 13 (CML165/CML468=P28C9F113-3-1-4-B*7)-B
- *14 (CLQ-RCYQ58=(CML150xCL-03618)-B-16-1-1-1-B*6-B/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B
- 15 (CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B/CML479=(P24STE-5*24STE-17)-BBBB-###-B-6-B-2-B*5)-B
- *16 (CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B/CML466=P345C3S3B-27-5-1-1-1-2-BB)-B
- 17 (CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B-B)-B

- *18 (CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B
- 19 (CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B/(CL-G1845xCML423)-B-22-2-B)-B
- 20 (CLQ-6603=[EV8766-SR]-5-1-B-1-1-BBBBB-10-B-B/CML286P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B)-B
- 21 (CLQ-6605=[EV8766-SR]-5-1-B-6-1-BBB-10-B-B-B-B/CML496=P36C9F90-B-5-BBBBBBBB)-B
- 22 (CLQ-RCYQ40=(CML165xCLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B/CML496=P36C9F90-B-5-BBBBBBBB)-B
- 23 (CLQ-RCYQ40=(CML165xCLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B/CML432=KTX3752F2-7-1-1-1-BBB)-B
- *24 (CLQ-RCYQ44=(CML150xCL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B-B)-B
- *25 (CLQ-RCYQ44=(CML150xCL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/DTPYC9-F74-1-1-1-1-B-B)-B
- *26 (CLQ-RCYQ44=(CML150xCL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/CML423=G18C19H100#-4-1-1-B*14-B-B)-B
- 27 (CLQ-RCYQ44=(CML150xCL-03618)-B-16-1-2-B*6-B-B/(CL-G1845xCML423)-B-22-2-B)-B
- 28 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/CML411=P28C7-S4-#-BBBBBBBBBBBBBB)-B
- 29 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/CML32P28TSR(S2)-11-2-4-B-1-ff-#-BBB-B)-B
- 30 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B-B)-B
- 31 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/CML282(G22F128*G22F25)-2-2-3-1-BB-f-####-BBB-B)-B
- 32 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/CML285P24C5HC34-2-3-B-f-2#-BBB-f-####-BBB-B)-B
- 33 (CLQ-S89YQ06=S89TLYQF9-1-B-6-#-2-1-BB-3-B-1-B*4-10-B-B/CML286P24STEC1HC16-1-3-3-1-2-BB-f-####-BBB-B)-B
- 34 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML432=KTX3752F2-7-1-1-1-BBB)-B
- *35 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/CML469=(AMATLC0HS133-1-F/R)-1-3-1-2-5-B)-B
- 36 (CLQ-RCYQ57=(CML150xCL-03618)-B-11-1-1-1-B*6/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B-B)-B
- 37 (CLQ-S89YQ04=S89TLYQF9-1-B-4-#-4-2-B*8-B-B/(CL-02834*CL-02422)-B-B-32-1-1-1-B-B-B-B)-B
- *38 (CML348=G26SeqC3-83-1-1-2-1-B*6/CLQ-RCYQ49=(CML176xCL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B)-B
- *39 (CML348=G26SeqC3-83-1-1-2-1-B*6/CLQ-RCYQ51=(CLQ-6203xCL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B)-B
- *40 (CL-02725=P27(FRRS)C1-248-B-1-BBB-B/CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B)-B
- 41 (CL-G2502=G25C31HS101-1-1-1-2-BB-B/CML161)-B
- *42 (CL-02720=P27(FRRS)C1-18-B-1-1-BBB/CML161)-B
- 43 (CL-02720=P27(FRRS)C1-18-B-1-1-BBB/CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B)-B
- 44 (DTPYC9-F46-1-2-1-2-B/CLQ-RCYQ49=(CML176xCL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B)-B
- 45 (CML282(G22F128*G22F25)-2-2-3-1-BB-f-####-BBB-B/CLQ-RCYQ40=(CML165xCLQ-6203)-B-9-1-1-B*6-B-B)-B
- 46 (CML282(G22F128*G22F25)-2-2-3-1-BB-f-####-BBB-B/CLQ-RCYQ41=(CML150xCL-03618)-B-6-2-1-B*6-B)-B

- 47 (CML422=G17TSRMH5-2-4-7-1-1-1-B*11-B/CML161)-B
48 (CML422=G17TSRMH5-2-4-7-1-1-1-B*11-B/CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B)-B
*49 (CML161/CML481=SW1(S)C11-14-1-3-3-B*7)-B
50 (CML161/CML497=[CL-00331*v]-3-B-3-2-1-BBBB-5-10-B-B)-B
51 (CML161/CML-424=G21C22MH169#-1-2-1-1-B*9)-B
*52 (CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B/CML431=AMATLCOHS170-2-3-2-1-1-1-1-B*3)-B
*53 (CLQ-RCYQ14=(CML164*CML161)-B-1-1-1-BBBB-10-B-B/CL-G2502=G25C31HS101-1-1-1-2-BB-B)-B
*54 (CLQ-RCYQ42=(CML150xCL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML481=SW1(S)C11-14-1-3-3-B*7)-B
55 (CLQ-RCYQ42=(CML150xCL-G2501)-B-33-3-1-BBBB-10-B-B/CML497=[CL-00331*v]-3-B-3-2-1-BBBB-5-10-B-B)-
B
*56 (CLQ-RCYQ42=(CML150xCL-G2501)-B-33-3-1-BBBBB-10-B-B/CL-02725=P27(FRRS)C1-248-B-1-BBB-B)-B
57 (CLQ-RCYQ42=(CML150xCL-G2501)-B-33-3-1-BBBBB-10-B-B/CL-G2502=G25C31HS101-1-1-1-2-BB-B)-B
58 (CLQ-RCYQ42=(CML150xCL-G2501)-B-33-3-1-BBBBB-10-B-B/CML422=G17TSRMH5-2-4-7-1-1-1-B*11-B)-B
59 (CLQ-RCYQ42=(CML150xCL-G2501)-B-33-3-1-BBBBB-10-B-B/CML-424=G21C22MH169#-1-2-1-1-B*9)-B
60 (CLQ-RCYQ47=(CML159xCL-G2501)-B-1-1-2-2-B*4-B-B/CML-424=G21C22MH169#-1-2-1-1-B*9)-B
61 (CLQ-RCYQ49=(CML176xCL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CML452=Ac8328BNC6-166-1-1-1-B*8)-B
62 (CLQ-RCYQ49=(CML176xCL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CL-G2502=G25C31HS101-1-1-1-2-BB-B)-B
63 (CLQ-RCYQ49=(CML176xCL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CML421=P31DMR#1-55-2-3-2-1-B*14-B-B-B)-B
64 (CLQ-RCYQ49=(CML176xCL-G2501)-B-55-2-1-B*4-B-B/CML426=P31C4S5B-38-##-2-BBB)-B
65 (CLQ-RCYQ51=(CLQ-6203xCL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML452=Ac8328BNC6-166-1-1-1-B*8)-B
66 (CLQ-RCYQ51=(CLQ-6203xCL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML481=SW1(S)C11-14-1-3-3-B*7)-B
67 (CLQ-RCYQ51=(CLQ-6203xCL-G2501)-B-14-2-1-3-B*4-B-B/CML497=[CL-00331*v]-3-B-3-2-1-BBBB-5-10-B-B)-B
68 CML161/CML165 (H112)
69 H108
70 H111

*= 44 familias F2 seleccionadas en la mesa de luz.

