



## APTITUD COMBINATORIA DE LA VARIEDAD DE MAÍZ AMILÁCEO (*Zea mays* L.) PMD-638

### Combining ability of the maize (*Zea mays* L.) variety PMD-638

Julián Chura Chuquiya <sup>1\*</sup> ; Gilberto García Pando <sup>1</sup> ; Ricardo Sevilla Panizo <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz,  
Universidad Nacional Agraria La Molina, 15024, Lima, Perú.

\* E-mail: [chura@lamolina.edu.pe](mailto:chura@lamolina.edu.pe)

Recibido: 06/05/2019; Aceptado: 01/11/2021; Publicado: 31/12/2021

#### ABSTRACT

The main objective was to estimate the effects of general combinatory ability (GCA) and specific (SCA) of ten  $S_1$  lines from PMD-638 variety. Experiment was carried out at IRD-Sierra, placed at Jauja locality during the 2016-2017 growing season. The field experimental design was Randomized Complete Blocks, and the variables of the study were grain yield (GY), male (MF) and female flowering (FF), plant (PH) and corn cob height (CH). GCA y SCA showed significant effects on the whole variables, except in MF in GCA. In GY, line 9 had the highest positive effect (0,66) and line 1 the highest negative effect (-0,68) and in SCA the 5x1 cross had the highest negative effect (-4,33). In days to MF, line 9 had the higher effect for GCA (2,44) and, in SCA, the higher effect was on the 6x5 cross (-9,95). In days to FF the higher effect on GCA occurred on line 5 (1,76) y, on SCA, the 7x3 cross (4,82). Related to PH y CH, the higher effect on GCA were on lines 9 (-6,83 y 6,36) y and 10 (-10,11 y 7,20), respectively. On SCA, the 9x7 (-21,65) y 9x5 (20,66) crosses had higher values. On CH the 9x5 (22,40) y 7x3 (19,65) crosses were found higher values.

**Keywords.** Maize | combinatory ability | additive effects

#### RESUMEN

El objetivo fue estimar los efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) de diez líneas  $S_1$  provenientes de la variedad PMD-638. El experimento fue conducido en la localidad de Jauja IRD-Sierra en la campaña 2016-2017. El diseño experimental fue bloques completos al azar, las variables estudiadas fueron rendimiento de grano (RG), floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP) y mazorca (AM). La ACG y ACE presentaron efectos significativos en todas las variables a excepción de FM en ACG. En RG la línea 9 presentó mayor efecto positivo con 0,66 y la línea 1 el mayor efecto negativo con -0,68, y en ACE la cruza 5x1 presentó mayor efecto negativo con -4,33. En días a FM la línea 9 presentó el mayor efecto para la ACG con 2,44 y en ACE mayor efecto presentó la cruza 6x5 con -9,95, En días a FF se presentó mayor efecto de ACG con la línea

5 (1,76) y en ACE la cruza 7x3 (4,82). En cuanto a AP y AM se tuvo mayor efecto de ACG con las líneas 9 y 10 con los siguientes valores -6,83 y 6,36 (AP) y -10.11 y 7.20 (AM). En la ACE para AP destacaron las cruzas 9x7 (-21,65) y 9x5 (20,66). En AM destacaron las cruzas 9x5 (22,40) y 7x3 (19,65).

**Palabras clave:** maíz amiláceo | aptitud combinatoria | efectos aditivos

---

**Forma de citar el artículo (Formato APA):**

Chura, J., García, G., & Sevilla, R. (2021). Aptitud combinatoria de la variedad de maíz (*Zea mays* L.) amiláceo PMD-638. *Anales Científicos*. 81(2), 180-187. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v82i2.1762>

---

Autor de correspondencia (\*): Julián Chura. Email: [chura@lamolina.edu.pe](mailto:chura@lamolina.edu.pe)

© Los autores. Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina.

This is an open access article under the CC BY

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El maíz amiláceo (*Zea mays* L.) es sembrado en las diferentes zonas altitudinales altoandinas del Perú, como un cultivo importante para la alimentación del poblador andino, por sus diversos usos en el consumo, principalmente, como choclo y grano. Hay una gran demanda en la zona de la costa como choclo principalmente para abastecer los supermercados y genera una alta rentabilidad para el agricultor andino, cuando lo comercializa. Sin embargo, el principal problema que afrontan es que no logran producir una mayor cantidad de choclos de primera, que es demandado por los pobladores de la costa, debido a que utilizan solo variedades mejoradas y una alternativa es generar híbridos que facilita una mayor producción de choclo de primera, debido a que es más uniforme que una variedad en sus características.

Uno de los principales objetivos del Programa de Investigación y Proyección Social en Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina ha sido determinar líneas endogámicas con las cuales se puedan formar híbridos de buenas condiciones agronómicas y de altos rendimientos para grano y choclo. Para ello, el conocimiento del tipo de acción génica es un aspecto muy importante en establecer por el fitomejorador, principalmente en la determinación del método de mejoramiento más adecuado, con el fin de maximizar el tiempo y la eficiencia para obtener una variedad mejorada (Wong *et al.*, 2007). La acción génica aditiva está muy relacionada con la ACG y la acción génica no aditiva con la ACE (Inram *et al.*, 2004; Hallauer *et al.*, 2010).

La aptitud combinatoria general es definida como el comportamiento promedio de una línea es sus combinaciones híbridas y la aptitud combinatoria específica como aquellos casos en que ciertas combinaciones se comportan relativamente mejor o peor de lo que podría esperarse en base al comportamiento promedio de las líneas involucradas (Sprague y Tatum, 1942).

El estudio de la aptitud combinatoria es muy importante debido a que va a permitir la identificación de los progenitores potenciales, que pueden ser muy útiles para formar híbridos con alto potencial de rendimiento o para el desarrollo de nuevas poblaciones compuestas o sintéticos (Martínez, 1983).

Las cruzas simples de alta x baja ACG resultaron más rendidoras que las de alta x alta y baja x baja, según Vélez-Torres *et al.* (2018). Las cruzas simples de alta x alta ACG mostraron la mayor estabilidad debido a la alta ACG de ambas líneas y a un alto grado de endogamia, que permitieron que dichos genotipos conservaran los efectos aditivos a través de ambientes, pero con rendimiento por debajo de la media.

Mendes *et al.* (2003), Reyes *et al.* (2004) y Escorcía *et al.* (2010) mencionan que una cruza simple es de alto rendimiento de grano si las dos líneas son de alta ACG, o al menos una línea es de alta ACG, y de efectos positivos la ACE.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo estimar los efectos de la aptitud combinatoria general y específica en la variedad de maíz amiláceo PMD-638.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se utilizaron diez líneas de maíces blancos amiláceos (Tabla 1) con nivel de endogamia  $S_1$  derivadas de la variedad PMS-638, las cuales fueron seleccionados con un probador identificado como la variedad Blanco Urubamba.

**Tabla 1.** Líneas de maíz (*Zea mays* L.) amiláceo derivadas de la variedad PMD-638.

Número de línea	Línea
1	PMD - 638 - S1 - 107
2	PMD - 638 - S1 - 110
3	PMD - 638 - S1 - 129
4	PMD - 638 - S1 - 143
5	PMD - 638 - S1 - 146
6	PMD - 638 - S1 - 226
7	PMD - 638 - S1 - 236
8	PMD - 638 - S1 - 275
9	PMD - 638 - S1 - 459
10	PMD - 638 - S1 - 129

Las cruza se realizaron en el periodo 2015 – 2016 en el Instituto Regional de Desarrollo (IRD) de Sierra localizado en Jauja y la  $F_1$  evaluada en la campaña 2016-2017 en el mismo lugar, mediante un diseño de bloques completo al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por un surco de 4 m de largo, con 11 golpes por surco, sembrándose tres semillas por golpe y se dejaron 2 plantas por golpe al desahíje y distanciados a 0,40 m entre golpes y 0,80 m entre surcos. con una densidad de 62 500 plantas/ha.

Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM) y rendimiento de grano (RG), el rendimiento de grano se llevó al 14% de humedad, se hizo la corrección por fallas y se llevó a t/ha.

El análisis genético se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Griffing (1956) método IV, modelo I adaptado para múltiples años, donde;

$$Y_{ijk} = u + G_i + G_j + S_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}, \text{ siendo:}$$

$Y_{ijk}$  = valor medio del híbrido ij ( $i, j = 1, 2 \dots p, i < j$ ) en el k-ésimo bloque;

$u$  = media general;

$G_i, G_j$  = efecto de la habilidad combinatoria general del i-ésimo y j-ésimo progenitor, respectivamente;

$S_{ij}$  = efecto de la habilidad combinatoria específica para los cruzamientos entre los progenitores del orden i y j;

$\beta_k$  = efecto del k-ésimo bloque;

$\varepsilon_{kij}$  = error experimental.

Los efectos de la ACG de cada parental fueron estimados de la siguiente manera:

$$g_i = y_{i..} - y_{..}$$

$$g_j = y_{.j.} - y_{..}$$

Para los efectos de la ACE fue estimada de la siguiente manera:

$$S_{ij} = y_{ij.} - y_{i..} - y_{.j.} + y_{..}$$

Dónde:

$g_i$ : es el efecto HCG del i-ésimo genotipo parental  $g_j$ ;

es el efecto HCG del j-ésimo genotipo parental

$S_{ij}$ : es la HCE vigente para el cruce entre el i-ésimo y j-ésimo genotipo parental

$y_{ij.}$ : Promedio observado del resultado de la cruza entre el i-ésimo genotipo al j-ésimo genotipo.

$y_{i..}$ : Promedio observado de todos los genotipos donde interviene el i-ésimo genotipo parental.

$y_{.j.}$ : Promedio observado de todos los genotipos donde interviene el j-ésimo genotipo parental.

$y_{..}$ : Promedio observado de todos los genotipos resultantes de las cruza entre parentales.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fuente de variación mostrada en la (Tabla 2) se encontró alta significación estadística para Cruzas, ACG y ACE en todas las variables estudiadas; a excepción de la variable días a FM en donde se encontró significación estadística para cruza y ACE, no se encontró significación estadística para ACG. La ACG y ACE en las variables estudiadas nos indica la variabilidad en los efectos génicos aditivos y dominantes, similar resultado obtuvo en maíces blancos (Cervantes-Ortiz *et al.*, 2018), a excepción de la variable floración masculina donde fue más importante los efectos génicos no aditivos; el conocimiento de estos efectos génicos es muy importantes para el método de mejoramiento que va seguir el mejorador para obtener una variedad mejorada de buenas características que desea desarrollar.

En la (Tabla 3) observamos en rendimiento de grano (t/ha) en donde destacaron las cruzas 8x6 (15,70), 9x3 (15,25) y 9x5 (15,08), 6x1 (14,8), 8x5 (14,74), 9x1 (14,49), 7x3 (14,21), 7x6 (13,9), 10x7 (13,62), 10x9 (13,58) y son similares estadísticamente a una probabilidad de 0.05; estas combinaciones tuvieron alta y baja ACG concordando con lo indicado por (Vélez-Torres *et al.*, 2018; Acevedo-Cortés *et al.*, 2020). El alto rendimiento de grano está muy relacionado con plantas altas y tardías. Días a floración masculina varió de 108 días a 89 días con las cruzas 9x5 y 6x5 respectivamente, días a floración femenina varió de 114 días a 103 días con las cruzas 9x5 y 10x3 respectivamente. En altura de planta la cruz 9x5 presentó la mayor altura con 224 cm y la menor altura con la cruz 6x3 con 172 cm y en altura de mazorca la cruz 7x3 presentó la mayor altura de mazorca y la menor altura de mazorca lo presentó la cruz 5x4 con 73 cm, la cruz de mayor rendimiento 8x6 obtuvo una altura de planta de 204 cm y una altura de mazorca de 101 cm que difiere estadísticamente a una probabilidad de 0.05 de las plantas que presentaron mayor altura de planta y mazorca.

En la (Tabla 4) se presenta los efectos de la ACG y en la (Tabla 5) los efectos de la ACE. En rendimiento de grano, las líneas 9 y 8 presentaron mayores efectos positivos (0,66, 0,42, respectivamente) y las líneas 1, 4 y 10 los mayores efectos negativos (-0,68, -0,53 y -0,50, respectivamente). En ACE las cruzas 6x1, 8x6, 9x1, 9x3, 10x7 y 9x5 presentaron los mayores efectos positivos (2,97, 2,78, 2,29, 2,08, 1,94 y 1,91 respectivamente) y las cruzas 5x1, 8x7 y 9x6

presentaron mayores efectos negativos (-4,33, -3,38 y -3,04, respectivamente). En días a floración masculina, el mayor efecto para la ACG fue encontrado en la línea 9 (2,44) y en el ACE el mayor efecto ocurrió en la cruz 6x5 (-9,95). En días a floración femenina se presentó mayor efecto de ACG con la línea 5 (1,76) y en ACE la cruz 7x3 (4,82). En altura de planta y altura de mazorca se tuvo mayor efecto de ACG con las líneas 9 (-6,83 y -10,11, respectivamente) y 10 (6,36 y 7,20, respectivamente). En ACE para altura de planta destacaron las cruzas 9x7 (-21,65) y 9x5 (20,66), y para altura de mazorca destacaron las cruzas 9x5 (22,40) y 7x3 (19,65). Una cruz simple es de alto rendimiento si los progenitores presentan alta ACG o alta ACE.

Las combinaciones de las líneas con alto y bajo efecto en ACG presentaron los mayores rendimientos de grano, el cual concuerda con los hallazgos de (Vélez-Torres *et al.*, 2018; Acevedo-Cortés *et al.*, 2020).

Con las líneas 9, 8, 3, 5 y 6 que presentaron ACG de 0.66, 0.42, 0.29, 0.29 y 0.28 respectivamente positivos, se puede formar una variedad sintética debido a que las cruzas 8x6, 9x3, 9x5 presentaron los mayores rendimientos de grano y los que presentan mayores valores de ACE se pueden formar híbridos en un programa de mejoramiento lo cual concuerda con (Guillen- de la Cruz *et al.* 2009; Rodríguez-Pérez *et al.* 2019). Las cruzas de mayor rendimiento de grano se obtuvieron con líneas de mayor ACG tal como indican Rodríguez *et al.* (2020).

**Tabla 2.** Cuadrados medios del análisis de variancia dialélico para días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta (cm), altura de mazorca (cm) y rendimiento de grano (t/ha), Jauja 2016-2017.

Fuente de variación	GL	Rendimiento grano	Floración masculina	Floración femenina	Altura planta	Altura mazorca					
Bloques	3	3,25	59,66	52,11	**	119,83	**	126,02			
Cruzas	44	11,72	**	59,68	*	24,53	**	535,54	**	609,50	**
ACG	9	6,75	**	51,62	*	35,98	**	690,91	**	1148,43	**
ACE	35	12,99	**	61,76	*	21,59	**	495,59	**	470,92	**
Error	132	2,51		37,76		11,85		130,69		150,78	
Total	179										
C.V:(%)		12,97		6,34		3,21		5,93		13,27	
Promedio		12,21		96,92		107,33		192,63		92,52	

\*,\*\* significación al 5% y 1% de probabilidad.

**Tabla 3.** Medias de las variables evaluadas rendimiento de grano (t/ha), días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta (cm), altura de mazorca (cm). Jauja 2016-2017.

<b>Cruzas</b>	<b>Rendimiento grano</b>	<b>Floración masculina</b>	<b>Floración femenina</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>Altura mazorca</b>
2x1	13,14	99,25	107,25	207,50	103,25
3x1	11,05	94,75	105,00	200,50	105,50
4x1	10,21	95,75	105,75	187,25	102,25
5x1	7,51	92,75	105,00	188,25	87,25
6x1	14,80	100,00	108,25	198,00	105,75
7x1	11,05	98,25	107,25	207,75	99,75
8x1	11,65	96,75	106,50	191,75	92,00
9x1	14,49	97,00	107,75	212,25	115,75
10x1	10,63	95,00	106,50	180,50	77,25
3x2	11,53	95,00	105,00	185,75	93,00
4x2	10,70	95,75	104,75	192,25	88,50
5x2	13,23	99,25	111,00	204,25	109,75
6x2	11,14	96,25	107,50	194,00	86,75
7x2	13,29	103,00	109,00	202,75	107,00
8x2	12,46	97,75	106,50	182,50	81,50
9x2	12,20	95,00	106,50	186,25	83,25
10x2	10,55	94,75	104,75	181,75	89,25
4x3	12,76	92,50	104,00	174,50	86,25
5x3	13,11	97,25	106,50	188,00	84,75
6x3	11,54	98,50	107,50	172,25	86,75
7x3	14,21	94,50	111,75	184,50	121,00
8x3	12,51	94,00	105,75	189,50	98,75
9x3	15,25	104,50	110,00	211,25	118,00
10x3	10,28	93,25	103,00	178,75	81,25
5x4	11,82	96,25	107,75	183,50	73,00
6x4	10,87	89,25	106,50	178,75	74,00
7x4	12,62	96,25	105,75	196,00	89,00
8x4	13,31	98,50	107,25	198,25	92,50
9x4	11,58	101,25	111,00	195,25	88,25
10x4	11,85	95,00	106,25	189,25	78,75
6x5	13,06	88,50	107,00	208,25	98,00
7x5	10,97	101,25	108,50	190,25	87,75
8x5	14,74	101,25	109,00	194,50	83,75
9x5	15,08	107,50	114,25	223,75	120,75
10x5	12,77	100,00	111,00	185,75	76,75
7x6	13,90	101,75	111,00	204,75	99,25
8x6	15,70	101,50	112,75	203,50	101,00
9x6	10,12	100,25	106,50	181,25	90,50
10x6	11,08	96,75	103,25	192,25	82,75
8x7	9,22	92,75	105,75	182,00	77,00
9x7	10,78	92,00	104,75	179,50	87,75
10x7	13,62	91,25	106,50	203,50	92,25
9x8	12,13	96,50	108,50	208,75	92,25
10x8	11,58	95,00	105,75	181,00	79,75
10x9	13,58	97,75	108,00	186,25	93,75
DLS 0,05	2,22	8,60	4,81	15,99	17,18
DLS 0,01	2,93	11,36	6,36	21,13	22,69

**Tabla 4.** Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de diez líneas de maíz amiláceo para rendimiento de grano (t/ha), días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta (cm), altura de mazorca (cm). Jauja 2016-2017.

Líneas	Rendimiento grano	Floración masculina	Floración femenina	Altura de planta	Altura mazorca
1	-0,68	-0,34	-0,84	5,01	7,01
2	-0,21	0,47	-0,46	0,42	1,20
3	0,29	-1,00	-0,93	-6,08	5,33
4	-0,53	-1,47	-0,87	-4,83	-7,52
5	0,29	1,47	1,76	4,11	-1,36
6	0,28	0,06	0,54	-0,08	-0,99
7	-0,03	-0,16	0,54	2,17	3,51
8	0,42	0,22	0,23	-0,24	-4,27
9	0,66	2,44	1,41	6,36	7,20
10	-0,50	-1,69	-1,37	-6,83	-10,11

**Tabla 5.** Efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de nueve líneas de maíz para rendimiento de grano (t/ha), días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta (cm), altura de mazorca (cm). Jauja 2016-2017.

Cruzas	Rendimiento grano	Floración masculina	Floración femenina	Altura de planta	Altura mazorca
2x1	1,81	2,21	1,22	9,44	2,52
3x1	-0,78	-0,82	-0,56	8,94	0,65
4x1	-0,80	0,65	0,13	-5,56	10,24
5x1	-4,33	-5,29	-3,25	-13,50	-10,92
6x1	2,97	3,36	1,22	0,44	7,21
7x1	-0,46	1,83	0,22	7,94	-3,29
8x1	-0,31	-0,04	-0,22	-5,65	-3,26
9x1	2,29	-2,01	-0,15	8,25	9,02
10x1	-0,41	0,11	1,38	-10,31	-12,17
3x2	-0,76	-1,39	-0,93	-1,22	-6,04
4x2	-0,78	-0,17	-1,25	4,03	2,30
5x2	0,94	0,40	2,38	7,10	17,40
6x2	-1,15	-1,20	0,10	1,03	-5,98
7x2	1,32	5,77	1,60	7,53	9,77
8x2	0,04	0,15	-0,59	-10,31	-7,95
9x2	-0,46	-4,82	-1,78	-13,15	-17,67
10x2	-0,96	-0,95	-0,75	-4,47	5,65
4x3	0,79	-1,95	-1,53	-7,22	-4,07
5x3	0,31	-0,14	-1,65	-2,65	-11,73
6x3	-1,25	2,52	0,57	-14,22	-10,10
7x3	1,74	-1,26	4,82	-4,22	19,65
8x3	-0,41	-2,14	-0,87	3,19	5,18
9x3	2,08	6,15	2,19	18,35	12,96
10x3	-1,72	-0,98	-2,03	-0,97	-6,48
5x4	-0,16	-0,67	-0,47	-8,40	-10,64
6x4	-1,10	-6,26	-0,50	-8,97	-10,01
7x4	0,97	0,96	-1,25	6,03	0,49
8x4	1,20	2,83	0,57	10,69	11,77
9x4	-0,77	3,36	3,13	1,10	-3,95
10x4	0,66	1,24	1,16	8,28	3,86
6x5	0,26	-9,95	-2,62	11,60	7,83
7x5	-1,51	3,02	-1,12	-8,65	-6,92
8x5	1,81	2,65	-0,31	-2,00	-3,14
9x5	1,91	6,68	3,75	20,66	22,40
10x5	0,76	3,30	3,28	-4,15	-4,29
7x6	1,44	4,93	2,60	10,03	4,21

8x6	2,78	4,30	4,66	11,19	13,74
9x6	-3,04	0,83	-2,78	-17,65	-8,23
10x6	-0,92	1,46	-3,25	6,53	1,33
8x7	-3,38	-4,23	-2,34	-12,56	-14,76
9x7	-2,06	-7,20	-4,53	-21,65	-15,48
10x7	1,94	-3,82	0,00	15,53	6,33
9x8	-1,16	-3,07	-0,47	10,00	-3,20
10x8	-0,55	-0,45	-0,43	-4,56	1,61
10x9	1,20	0,08	0,63	-5,90	4,15

#### 4. CONCLUSIONES

Los efectos de la aptitud combinatoria general (efectos aditivos) fueron más importantes para días a floración femenina, altura de planta y mazorca; los efectos de la aptitud combinatoria específica (efectos no aditivos) fueron más importantes para rendimiento de grano y días a floración masculina. La línea 9 presentó mayor efecto para aptitud combinatoria general para las variables estudiadas. Las cruzas 8x6, 9x3 y 9x5 destacaron en rendimiento de grano, siendo tardíos y de porte alto y presentaron los mayores efectos de aptitud combinatoria específica positivos; la cruz 6x5 destacó en precocidad.

#### Agradecimiento

Los autores desean agradecer a la entidad financiera INOVATE Perú, anteriormente FINCYT, por haber financiado la ejecución del presente proyecto de investigación.

#### Conflictos de intereses

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

#### Contribuciones de los autores

Preparación y ejecución: JCH, GG; Desarrollo de la metodología: JCH, GG; Concepción y diseño: JCH; Edición del artículo: JCH; Supervisión del estudio: JCH, GG, RS.

#### 5. REFERENCIAS

- Acevedo-Cortés, M., Castillo-Gutiérrez, A., Andrade-Rodríguez, M., Nuñez-Valdez, M., Perdomo-Roldan; F., & Suárez-Rodríguez, R. 2020. Aptitud combinatoria y potencial agronómico de líneas de maíz con diferente nivel de endogamia. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6 (1).
- Cervantes-Ortiz, F., Hernández-Esparza, J., García-Rodríguez, J., Antonio Rangel-Lucio, J., Andrio-Enríquez, E., Mendoza-Elos, M., Rodríguez-Pérez, G., & Rodríguez-Mercado, D. (2018). Aptitud combinatoria general y específica de caracteres agronómicos en líneas de maíz (*Zea mays* L.) de baja endogamia. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* (2018), 34(1),33-42.
- Escorcía, G., Molina, G., Castillo, G. & Mejía, C. (2010). Rendimiento, heterosis y depresión endogámica de cruzas simples de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 33, 271-279.
- Griffing B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9,463-493.
- Guillen-de la Cruz, P., de la Cruz-Lázaro, E., Castañón-Nájera, G., Osorio-Osorio, R., Brito-Manzano, N.P., Lozano-del Río, A., & López-Noverola, U. (2009). Aptitud combinatoria general y específica de germoplasma tropical de maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1),101-107.
- Hallauer A. R., Carena, M., & Miranda, F. 2010. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Springer-Verlag. New York Inc. 664 p.
- Inram, M.S., Nawaz, M. H., Mahmood, M., & Munir, M. (2004). General and specific combining ability studies in maize diallel crosses. *Int. J. Agric. Biol.* 6, 856-859.
- Martínez, G. A. (1983). Diseños y análisis de

- experimentos de cruzas dialélicas. Colegio de Posgraduados. México 251 p.
- Mendes, A., Carlini-Garcia, A., Resende, S., Figueireido, S.A., Franco, G. & Lopes, S. (2003). Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. *Sci. Agric.* 60, 83-89.
  - Reyes, L., Molina, G., Oropeza, R., & Moreno, P. (2004). Cruzas dialélicas entre líneas autofecundadas de maíz derivadas de la raza Tuxpeño. *Rev. Fitotec. Mex.* 27, 49-56.
  - Rodríguez-Pérez, G., Zavala-García, F., Treviño-Ramírez, J., Ojeda-Zacarías, C., Mendoza-Elos, M., Cervantes-Ortiz, F., Gámez-Vázquez, A., Andrio-Enríquez, E., & Torres-Flores, J. (2019). Estimación de componentes genéticos en líneas endogámicas de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*, 53(2), 245-258.
  - Rodríguez, G., Treviño, J. E.; Ojeda, M.; Cervantes, F., Avila, M. A., & Gámez, A. J. (2020). Parámetros genéticos y aptitud combinatoria de líneas de maíz para grano. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* volumen 11 número 8.
  - Sprague, G.F., & Tatum, A. (1942). General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34,923-932.
  - Vélez-Torres, M., García-Zavala, J., Lobato-Ortiz, R., Benítez, I., López-Reynoso, J., Mejía-Contreras, J., & Esquivel-Esquivel, G. (2018). Estabilidad del rendimiento de cruzas dialélicas entre líneas de maíz de alta y baja aptitud combinatoria general. *Rev. Fitotec. Mex.* 41 (2), 167-175.
  - Wong, R.R., Gutiérrez, R.E., Palomo, E.G.A., Rodríguez, S., Córdoba, H., Espinoza, A.B. et al. (2007). Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la comarca lagunera, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 30(2),181-189.