

NOTA TÉCNICA

DESPANOJADO Y DENSIDAD DE POBLACIÓN EN UNA CRUZA SIMPLE ANDROESTÉRIL Y FÉRTIL DE MAÍZ¹

*Alejandro Espinosa-Calderón², Margarita Tadeo-Robledo³, Mauro Sierra-Macías⁴,
Filiberto Caballero-Hernández⁵, Roberto Valdivia-Bernal⁶, Noel Orlando Gómez-Montiel⁷*

RESUMEN

Despanojado y densidad de población en una cruz simple androestéril y fértil de maíz. En este trabajo el objetivo fue determinar el efecto del despanojado en la productividad de cruza simples de maíz. Se estableció un experimento durante el ciclo primavera – verano 2004, en el Rancho Almaraz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM), ubicado en Cuautitlán Izcalli, México, a 2240 msnm. Se utilizó un diseño experimental de campo en bloques completos al azar con tres repeticiones, el análisis estadístico se efectuó en forma factorial, considerando los factores genotipos (2), densidades de población (3) y el tratamiento de despanojado y sin despanojar (2), así como las interacciones. El rendimiento tuvo diferencias altamente significativas para despanojado, así como significancia estadística para genotipos y densidad de población y la interacción densidad de población x despanojado. La cruz simple versión androestéril en promedio rindió 8873 kg/ha, superior estadísticamente (17,9%) a la versión fértil que produjo 7521 kg/ha. La densidad de población de 80 000 plantas/ha con 9640 kg/ha, superó estadísticamente al rendimiento obtenido con 50 000 plantas/ha (7193 kg/ha). El testigo sin despanojar (9429 kg/ha) superó estadísticamente al despanojado.

Palabras clave: *Zea mays*, androesterilidad, producción de semillas.

ABSTRACT

De-tasseling and plant density in a single androsterile and fertile cross of maize. The objective of this work was to determine the effect of de-tasseling on the productivity of single crosses of maize. An experiment was established in the spring - summer seasons of year 2004 in Rancho Almaraz of the Faculty of Superior Studies in Cuautitlán of the National Autonomous University of Mexico (FESC-UNAM) located at 2,240 masl in Cuautitlán Izcalli, Mexico. A randomized complete block design was used in the field that included three repetitions. Statistical analysis was carried out in as a factorial considering the factors genotype (2), population density (3) and the treatment of de-tasseling and without de-tasseling (2), as well as the interactions. Grain yield showed highly statistical differences for de-tasseling, and significant differences for genotype and population density, and the interaction de-tasseling x population density. The single cross version male sterile produced 8,873 kg/hectare, 17.9% higher than the fertile version, which yielded 7,521 kg/h. The population density of 80,000 plants/h and yield of 9,640 kg/h was statistically higher than the yield obtained with 50 000 plants/ha (7193 kg/h). The check without de-tasseling (9,429 kg/h) was statistically superior than the de-tasseling.

Key words: *Zea mays*, androsterility, seed production.

¹ Recibido: 15 abril, 2009. Aceptado: 17 de mayo, 2010. Proyecto de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IN205908) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

² Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), km 18.5 Carr. Los Reyes-Lechería, C. P. 56230, Chapingo, Méx. Teléfono: (595) 95 42877 ext. 111, fax: (595) 95 46528. espinoale@yahoo.com.mx

³ Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México (FESC-UNAM). México. km. 2.5 Carr. Cuautitlán-Teoloyucan, C.P. 54700. Apdo. Postal 25, Cuautitlán, Edo. de México. Teléfono y fax (55) 56 23 19 71. tadeorobledo@yahoo.com

⁴ Campo Experimental Cotaxtla, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). mauro_s55@hotmail.com

⁵ Campo Experimental Valle de Apatzingán, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). filicabah@hotmail.com

⁶ Universidad Autónoma de Nayarit. beto49_2000@yahoo.com.mx

⁷ Campo Experimental Iguala, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). noelorando19@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El despanojado es la práctica de eliminar las panojas antes de que éstas liberen polen, de esta manera se logra el cruce adecuado del progenitor que participa como macho, con el otro que participa como hembra, de acuerdo a su conformación establecida, para obtener semilla del híbrido con base a una conformación establecida, en el proceso de mejoramiento genético y verificado posteriormente en la etapa de producción de semilla (Tadeo 1991, Espinosa *et al.* 1995, Gómez y Espinoza, 1996, Espinosa *et al.*, 2003 b, Espinosa *et al.* 2009). Se ha demostrado que el despanojamiento eleva el rendimiento de semilla. El rompimiento de la dominancia apical favorece la producción y calidad de semilla (Grogan 1956, Fleming *et al.* 1960, Hunter *et al.* 1973, Jugenheimer 1990, Partas 1997, Espinosa y Tadeo 1998, Espinosa *et al.* 1999).

La eliminación de panojas debe realizarse en forma eficaz y oportuna para obtener la calidad genética que corresponde al híbrido planeado para su incremento de semilla; es decir, que en todas las plantas hembras, la polinización sea del progenitor masculino. El despanojado mantiene la pureza genética y evita contaminaciones con polen que genera autofecundaciones cuando no se hace oportunamente. Frecuentemente se elimina la panoja junto con una o más hojas para agilizar y facilitar la actividad (Espinosa y Tadeo 1995, Espinosa *et al.* 1999, Beck *et al.* 2005). Lo anterior además de facilitar la labor, disminuye los costos de producción. Eliminar las panojas es una actividad costosa, más aún cuando se hace manualmente con la participación de personas, generalmente cuatro o cinco trabajadores recorren una hectárea eliminando las panojas, lo que se repite tres o cuatro días, y posteriormente se recorre un día más, eliminando la panoja junto con una o más hojas, es decir todo el cogollo, para asegurar que todas las panojas hayan sido eliminadas, de no ser así, las últimas plantas al ser pocas disminuyen la eficiencia, si se espera hasta que expongan las panojas, elevándose los costos. Una posibilidad adicional para disminuir costos y facilitar la producción de semilla es emplear progenitores con androesterilidad (Stamp *et al.* 2000, Tadeo *et al.* 2001, Weingartner *et al.* 2002, Tadeo *et al.* 2003).

Desde 1992 en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se trabaja con la androesterilidad. Ambas instituciones cuentan con los siguientes

híbridos para uso comercial, H-47 AE, H-51 AE, Puma 1181 AEC, Puma 1076 AEC (Tadeo *et al.* 2004, Espinosa *et al.* 2009). Se han diversificado las fuentes de esterilidad para no depender de una sola y evitar la incidencia de enfermedades (Espinosa *et al.* 2003a, Espinosa *et al.* 2008, Espinosa *et al.* 2009). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del despanojado en la productividad de cruza simples de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante el ciclo primavera – verano 2004, en el Rancho Almaraz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México (FESCU-UNAM), ubicado en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México, localizado a 19° 41' 35" de latitud norte y 99° 11' 42" de longitud oeste, a una altitud de 2252 m.

Se utilizó un experimento de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluaron dos cruza simples progenitoras, una en versión androestéril y la otra en su versión fértil, las cuales fueron sometidas a tres densidades de siembra (50 000 plantas/ha, 65 000 plantas/ha y 80 000 plantas/ha), así como a tratamiento de despanojado y testigo sin despanojar. El análisis estadístico se efectuó como factorial considerando las interacciones entre estos factores: genotipos (cruza simple androestéril y fértil), despanojado y sin despanojar, así como las densidades de población, genotipos x despanojado, genotipos x densidades de población, despanojado x densidades de población, genotipos x densidades de población x despanojado. El tamaño de parcela fue de un surco de cinco metros de longitud.

Las variables evaluadas fueron floración femenina, el conteo consideró desde la siembra hasta la aparición del 50% de los estigmas con 2 ó 3 cm de longitud. La altura de planta se obtuvo en cinco plantas seleccionadas al azar, en las cuales se midió desde la base del tallo hasta el final de la panoja. Altura de mazorca, este dato se tomó de cinco plantas elegidas al azar, midiendo la longitud desde la base de la planta hasta el nudo donde se insertaba la mazorca más alta; mazorcas sanas, se separaron mazorcas para contarlas, tomando como criterio que deben de tener más del 50% de la mazorca sin daño para poder considerarse una mazorca sana; peso volumétrico, se tomaron cinco mazorcas, se desgranaron, se pasaron por un homogeneizador tipo

Boerner y se determinó en una balanza hectolétrica para obtener la relación de la muestra a un litro; peso de 200 semillas, de las cinco mazorcas desgranadas, se efectuó el conteo que posteriormente fueron pesados; longitud de mazorca, se obtuvo al medir al azar desde la base hasta la punta cinco mazorcas y luego se obtuvo un promedio; los granos por hilera provienen del conteo de cinco elegidas al azar, se contaron cada uno de los granos contenidos en cada hilera obteniéndose un promedio; se midió el diámetro en la parte media de cinco mazorcas con un vernier; las hileras por mazorca se obtuvieron de cinco elegidas al azar. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para rendimiento hubo diferencias altamente significativas en el despanojado y significancia estadística para genotipos y densidad de población, así como la interacción densidad de población x despanojado. El coeficiente de variación fue 23% y la media de rendimiento 8197 kg/ha (Cuadro 1).

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para los factores de variación genotipos y densidad de población, así como la interacción densidad de población x despanojado, a excepción de rendimiento. Para el despanojado, se detectaron diferencias altamente significativas en la altura de planta, y diferencias al 0,05 de probabilidad para la floración masculina.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en las interacciones genotipos x densidad

de población, densidad de población x despanojado y genotipos x densidad de población x despanojado, (Cuadro 1).

La cruz simple versión androestéril (8873 kg/ha) fue superior estadísticamente (117,9%) a la versión fértil que produjo 7521 kg/ha. Lo anterior indica mayor capacidad productiva de la cruz simple androestéril evaluada (Cuadro 1), lo que coincide con la respuesta encontrada en otros trabajos donde se han empleado progenitores androestériles (Martínez *et al.* 2005, Tadeo *et al.* 2007). Lo anterior indica que la versión estéril se afecta si se elimina la panoja, lo que es contrario a otros trabajos, en los cuales al eliminar la panoja se propicia mayor productividad, en cambio en este trabajo, la versión androestéril redujo su producción (Espinosa y Tadeo 1995). Pudiera esperarse que manejar genotipos fértiles y androestériles, propiciarían una respuesta diferente al no producir polen la versión androestéril, y no haber supuestamente efecto y canalización de fotosintatos a la formación de grano y eliminación de la dominancia apical, lo cual indicaría la necesidad de manejar por separado las versiones fértiles y androestériles para analizar este tipo de respuestas (Martínez 1992, Tadeo *et al.* 2007).

En la comparación de medias para densidad de población, en el rendimiento (kg/ha), se presentaron tres diferentes grupos de significancia, el valor más elevado correspondió a 80 000 plantas/ha con 9640 kg/ha, diferente estadísticamente al rendimiento obtenido con 50 000 plantas/ha (7193 kg/ha) (Cuadro 2). Cuando se produce semilla, bajo una alta densidad (80 000 plantas/ha), se incrementa su costo, sin embargo en el empleo de una cruz simple androestéril, la densidad de población no afecta, lo que se suma a la obtención

Cuadro 1. Comparación de medias de la cruz simple progenitora hembra androestéril y fértil del híbrido de maíz H-47 con base en la media de tres densidades de población con despanojado y sin despanojado. Ciclo primavera verano 2004. Cuautitlán Izcalli, Edo. México, México. 2004.

Genotipo	Rendimiento (kg/ha)	Androes-téril vs fértil (%)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Diámetro mazorca (cm)	Número hileras/mazorca	Granos/hilera	Longitud mazorca (cm)
Cruza simple androesteril	8873 a	117,9	212 a	112	86 a	88	4,4 a	15 a	31 a	14,2 a
Cruza simple fértil	7521 b	100,0	215, a	111	88 a	89	4,4 a	15 a	31 a	14,3 a
D.S.H. (0,05)	1304		8	7,8	1	2	0,1	0,6	2	0,6

Medias con la misma letra en sentido vertical son iguales estadísticamente (Tukey, 0,05).

Cuadro 2. Comparación de densidades de siembra en una cruz simple androestéril y una cruz simple fértil, progenitoras del híbrido de maíz H-47, bajo tratamiento de despanojado y sin despanojar. Cuautitlán Izcalli, Edo. México, México. Ciclo primavera verano 2004.

Densidad de siembra	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a la floración masculina	Días a la floración femenina	Diámetro de mazorca (cm)	Número hileras/mazorca	Granos/hilera	Longitud de mazorca (cm)
50 000	7193 b	215 a	115 a	87 a	89 a	4,4 a	15 a	32 a	14,3 a
65 000	7758 ab	209 a	107 a	87 a	87 a	4,4 a	15 a	31 a	14,3 a
80 000	9640 a	218 a	113 a	87 a	89 a	4,4 a	15 a	31 a	14,2 a
D.S.H. (0,05)	1934	13	12	2	3	0,1	1	2	0,9

Medias con la misma letra en sentido vertical son iguales estadísticamente (Tukey, 0,05).

de buen rendimiento por lo cual podría ser adoptada en forma comercial (Espinosa *et al.* 2008).

En ninguna de las otras variables evaluadas, como fueron altura de planta y de mazorca, floración masculina y femenina, diámetro y número de hileras por mazorca, granos por hilera, se encontraron diferencias estadísticas en la comparación de medias, ya que los genotipos utilizados son muy similares, siendo la única diferencia entre ellos, la esterilidad masculina y fertilidad masculina en uno y otro caso (Tadeo *et al.* 2001, Tadeo *et al.* 2003), además de que las variables evaluadas no mostraron ser afectadas por la densidad de población.

El tratamiento sin despanojar (9429 kg/ha) fue estadísticamente superior, con un 35,3% con respecto al tratamiento despanojado (6965 kg/ha), lo anterior es contrario a otros trabajos que muestran influencia positiva del despanojamiento (Espinosa *et al.* 1995, Espinosa *et al.* 1998, Espinosa *et al.* 1999), ya que se genera un rompimiento de la dominancia apical, orientándose los fotosintatos a otra fuente de demanda, favoreciéndose el llenado de grano (Cuadro 3). En

este caso la condición androestéril, representa una condición particular, en la cual no se producen granos de polen en las plantas (Urs *et al.* 2002), al eliminarse las panojas, lejos de ser favorable, se aprecia un efecto negativo, lo que puede estar relacionado con que la panoja que no gasta fotosintatos en la fabricación de granos de polen, ya que no los produce, pero probablemente si contribuye en alguna forma en la producción, afectándose cuando la panoja se elimina.

En la altura de mazorca, la floración masculina y la femenina, el diámetro y el número de hileras por mazorca, el número de granos por hilera, la longitud de mazorca, no hubo diferencias significativas, sólo para la altura de planta, lo que se debe a que en el caso del tratamiento con despanojado, la altura de planta fue menor, al eliminarse la panoja.

Las comparaciones de medias de la interacción de densidades de población x tratamiento de despanojado/no despanojado, a excepción de la variable rendimiento, en las otras variables los valores fueron similares estadísticamente (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de medias del tratamiento de despanojado y sin despanojar obtenidas en una cruz simple androestéril y fértil, progenitoras del híbrido de maíz H-47, bajo tres densidades de población. Ciclo primavera verano. Cuautitlán Izcalli, Edo. México, México. 2004.

Tratamiento Despanojado	Rendimiento (kg/ha)	%	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Diámetro de mazorca (cm)	Número hileras/mazorca	Granos/hilera	Longitud de mazorca (cm)
Sin despanojar	9429 a	135,3	234 a	115 a	86 a	89 a	4,4 a	15 a	32 a	14,3 a
Despanojado	6965 b	100,0	193 b	108 a	88 a	89 a	4,4 a	15 a	31 a	14,2 a
D.S.H. (0,05)	1304		8	8	1	2	0,1	0,6	2	0,6

Medias con la misma letra en sentido vertical son iguales estadísticamente (Tukey, 0,05).

Cuadro 4. Comparación de densidades de siembra bajo tratamiento de despanojado y sin despanojar, en una cruz simple androestéril y una cruz simple fértil, progenitoras del híbrido de maíz H-47. Cuautitlán Izcalli, Edo. México, México. Ciclo primavera verano 2004.

Densidad siembra	Despanojado	Rendimiento (kg/ha)	% Androestéril vs fértil	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Diámetro mazorca (cm)	Número hileras/ mazorca	Granos/ hilera	Longitud mazorca (cm)
50 000	Testigo	9514	195,3	236	119	87	89	4,4	15	33	14,5
50 000	Despanojado	4871	100,0	193	109	88	89	4,4	15	30	14,1
65 000	Testigo	9158	144,1	228	107	86	86	4,4	16	31	14,1
65 000	Despanojado	6357	100,0	189	106	88	88	4,4	15	31	14,4
80 000	Testigo	9614	99,4	240	117	86	90	4,3	15	31	14,3
80 000	Despanojado	9666	100,0	195	108	87	87	4,5	16	31	14,3

En los valores de las de medias de la interacción de genotipos (cruza simple androestéril/cruza simple fértil) x densidades de población x tratamiento de despanojado/no despanojado, en todas las variables los valores fueron similares estadísticamente, lo que se debe al origen y estructura genética de los materiales evaluados (Cuadro 5).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT IN205908) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para la realización de la presente investigación.

Cuadro 5. Comparación de una cruz simple androestéril y una cruz simple fértil, progenitoras del híbrido de maíz H-47, bajo tres densidades de siembra y despanojadas y sin despanojar. Cuautitlán Izcalli, Edo. México, México. Ciclo primavera verano. 2004.

Genotipo	Densidad población (plantas/ha)	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Días a floración masculina	Días a floración femenina	Diámetro mazorca (cm)	Número hileras/ mazorca	Granos/ hilera	Longitud mazorca (cm)
Cruza simple Androestéril	50 000	Testigo	10856	229	119	86	87	4,4	16	33	15,1
	50 000	Despanojado	5592	190	102	88	89	4,4	15	30	14,2
	65 000	Testigo	8185	230	112	88	84	4,3	16	32	14,4
	65 000	Despanojado	7464	190	111	86	88	4,3	15	30	13,9
	80 000	Testigo	11 107	235	118	85	90	4,4	16	30	13,8
	80 000	Despanojado	10 031	198	110	86	89	4,6	16	31	14,1
Cruza simple Fértil	50 000	Testigo	8172	242	121	86	89	4,4	16	32	14,0
	50 000	Despanojado	4149	197	116	90	88	4,4	15	30	14,0
	65 000	Testigo	10 130	226	102	84	89	4,4	16	30	13,9
	65 000	Despanojado	5251	188	101	90	87	4,5	15	32	15,0
	80 000	Testigo	8120	245	116	87	90	4,2	15	31	14,7
	80 000	Despanojado	9301	192	107	89	88	4,4	16	32	14,5

LITERATURA CITADA

- Beck, DL; Torres, JL. 2005. Desespigamiento. *In*: Ortiz T, C; A. Espinosa C; H.S. Azpiroz R; S. Sahagún C. eds. Producción y tecnología de semillas de maíz INIFAP para los Valles Altos y Zonas de Transición. Libro Técnico Núm. 3. Campo Experimental Valle de Toluca, CIRCE, INIFAP. Zinacantepec, Edo. de México. p. 44-55.
- Espinosa, A; Tadeo, M. 1995. Desespigamiento en cruza simples de maíz y su efecto en la producción de semillas. *Fitotecnia Mexicana* 18(1):9-15.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Piña Del Valle, A. 1995. Estabilidad del rendimiento en híbridos de maíz por diferente orden de cruza en la producción de semilla. *Agronomía Mesoamericana* 6:98-103.
- Espinosa, A; Tadeo, M. 1998. Evaluación de desespigue mecánico en híbridos dobles de maíz en los Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana* 9(1):90-92.
- Espinosa, A; Ortiz, J; Ramírez, A; Gómez, N; Martínez, A. 1998. Estabilidad y comportamiento de líneas per se y cruza de maíz en la producción de semillas. *Agricultura Técnica en México* 24 (1):27-36
- Espinosa, A; Ortiz, J; Ramírez, A; Gómez, N; Martínez, A. 1999. Productividad de semilla de líneas tropicales de maíz (*Zea mays* L.) del CIMMYT e INIFAP. *Agríc. Téc. Méx.* 25(1):53-58.
- Espinosa, A; Sierra, M; Gómez, N; Reyes, C; Caballero, F; Tadeo, M; Palafox, A; Cano, O; Rodríguez, F; Betanzos, E; Coutiño, B. 2003a. Seed production and andro-sterility in normal and quality protein Maize. *In*: Books of Abstract: Arnel R. Hallauer International Symposium on Plant Breeding. México City. México, D.F. p. 238-239.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Lothrop, J; Azpiroz, S; Martínez, R; Pérez, JP; Tut, C; Bonilla, J; Ramírez, AM; Salinas, Y. 2003b. H-48 nuevo híbrido de maíz de temporal para los Valles Altos del Centro de México. *Agricultura Técnica en México* 29(1):85-87.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Gómez, N; Sierra, M; Martínez, R; Virgen, J; Palafox, A; Caballero, F; Vázquez, G; Salinas, Y. 2008. H-47 AE híbrido de maíz para Valles Altos con androesterilidad para producción de semilla. *In*: Memoria Técnica No. 9, Día de Campo CEVAMEX. 2008. Chapingo, México. p. 41-42.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Martínez, R; Gómez, N; Sierra, M; Virgen, J; Palafox, A; Caballero, F; Vázquez, G; Salinas, Y. 2009. H-51 AE híbrido de maíz para Valles Altos con androesterilidad para producción de semilla. *In*: Memoria Técnica Núm. 10, Memoria Campo Experimental Valle de México. CEVAMEX. Chapingo, México. p. 32-33.
- Fleming, AA; Koselnicky, GM; Browne, EB. 1960. Cytoplasmic effect on agronomic characters in a double cross maize hybrid. *Agron. J.* 52:112-115.
- Gómez, NO; H. Espinoza P. 1996. Criterios útiles en la definición de la mejor estructura de un híbrido de maíz. *In*: Memorias, XVI Congreso de Fitogenética, SOMEFI, C.P., Montecillo, México. p. 219.
- Grogan, CO. 1956. Detasseling responses in corn. *Agron. J.* 48(6):247-249.
- Hunter, RB; Mortimore, CG; Kannenberg, LW. 1973. Inbred maize performance following tassel and leaf removal. *Agron. J.* 65:471-472.
- Jugenheimer, RW. 1990. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. LIMUSA. México, D.F., México. p. 489-502.
- Martínez, J. 1992. Influencia del desespigamiento y defoliación en el rendimiento y calidad de semilla de un híbrido de maíz de Valles Altos. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 64 p.
- Martínez-Lazaro, C; Mendoza-Onofre, LE; García, G; Mendoza, M del C; Martínez, A. 2005. Producción de semilla híbrida de maíz con líneas androestériles y androestériles isogénicas y su respuesta a la fertilización y densidad de población. *Rev. Fitotec. Mex.* 28 (2):127-133.
- Partas, EK. 1997. Male sterility as an efficient method of exploiting heterosis in maize. *In*: The genetics an exploitation of heterosis in crops. An International Symposium México. p. 244-245.
- Stamp, P; Chowchong, S; Menzi, M; Weingartner, U; Kaiser, O. 2000. Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited. *Crop Sci.* 40:1586-1587.
- Tadeo, M. 1991. Producción de semillas en híbridos de maíz con problemas de sincronía en la floración de sus progenitores. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 65 p.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Solano, AM; Martínez, R. 2001. Esterilidad masculina para producir semilla híbrida de maíz. *Ciencia y Desarrollo* 157:64-75.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Solano, AM; Martínez, R. 2003. Androesterilidad en líneas e híbridos de maíz de Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 15-19.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Martínez, R; Srinivasan, G; Beck, D; Lothrop, J; Torres, JL; Azpiroz, S. 2004. Puma 1075

- y Puma 1076 híbridos de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(2):211-212.
- Tadeo, M; Espinosa, A; Beck D; Torres, JL. 2007. Rendimiento de semilla de cruza simple fértiles y androestériles progenitoras de híbridos de maíz. *Agricultura Técnica en México* 33(2):175-180.
- Urs, W; Kaeser, O; Long, M; Stamp, P. 2002. Combining cytoplasmic male sterility and xenia increases grain yield of maize hybrids. *Crop Sci.* 42:1848-1856.
- Weingartner, U; Prest, TJ; Camp, KH; Stamp, P. 2002. The Plus-hybrid system: a method to increase grain yield by combined cytoplasmic male sterility and xenia. *Maydica* 47:127-134.