

**PRUEBA DE RESTAURACION DE LA FERTILIDAD A DOS
CITOPLASMAS ESTERILES (cms P₁ y cms T) EN MAIZ
(*Zea mays* L.) ***

Víctor Hugo Lallana **

Facultad de Ciencias Agrarias

Santa Fe 2051 (200) Rosario - Argentina

R E S U M E N

Se trabajó con un tipo de citoplasma autóctono estéril P₁, el cual es resistente a *Helminthosporium maydis* raza T. Se demuestra que el comportamiento de este citoplasma es distinto al cms T y se consideran los genes probables que controlan la recuperación de la fertilidad.

S U M M A R Y

Test of the fertility restauration to two sterile cytoplasms (cms P₁ and cms T) in corn (Zea mays L.).

The author worked with only one type of local sterile citoplasm P₁, which it is resistant to *Heminthosporium maydis* raza T. The behaviour of this citoplasm is unlike to cms T and the probable genes control the fertility recuperation are considered.

* El presente trabajo fue presentado como tesis para optar al título de Ing. Agr. y realizado en la Estación Exp. Agropecuaria Regional del INTA Paraná durante los años 1974-1975. Presentado en la Reunión de Comunicaciones Científicas del 28/X/77.

** Dirección actual: INALI, J. Maciá 1933, (3016). Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.

INTRODUCCION

El maíz es una de las especies en la que más se ha experimentado en lo que a "vigor híbrido" se refiere. La industria del maíz híbrido se vio estimulada en gran medida con el uso de la androesterilidad citoplasmática y es objetivo del mejoramiento la incorporación de androesterilidad a las líneas que se van a utilizar en la obtención de los híbridos comerciales por una serie de factores que se consideran ventajosos, principalmente mano de obra, costos, etc.

Hoy nos encontramos en pleno auge de la androesterilidad citoplasmática y a pesar de las nuevas técnicas y los nuevos descubrimientos en el campo de la biología se han presentado problemas muy serios que han causado pérdidas económicas de gran magnitud. Ejemplo de tal situación fue el ataque a los híbridos con citoplasma tipo T (Texas) causado por *Helminthosporium maydis* raza T en EE.UU. en el año 1970. Hechos como este hicieron que se produjera un cambio total del uso de androesterilidad a la producción de híbridos mediante despajonado a mano o con el uso de otras técnicas. En Argentina a partir del año 1971 se prohibió la venta de semilla híbrida con citoplasma estéril tipo "T".

Las primeras referencias sobre aislamientos de androesterilidad citoplasmática en maíz fueron dadas por Rhoades en 1931 y 1933, quien describió un tipo de polen estéril en maíz el cual se heredaba solamente a través de la hembra (en: Duvick 1959 a). Gini (1939) en Argentina, encontró casos de esterilidad citoplasmática en maíz en una población de maíz amargo (Amargo Blanco) de la provincia de Entre Ríos. Más recientemente, Rosbaco (1967) en Paraná, trabajando con una población de "Amargo Brasilerero", encontró y aisló el macho-estéril de origen citoplasmático P₁ (Paraná 1). Duvick (1959 b) indica que se han descubierto más de un centenar de nuevas fuentes de citoplasmas estériles, pero que, probadas críticamente parecen ser semejantes al tipo "S" (USDA) o al tipo "T" (Texas). Beckett (1971) agrupó los citoplasmas machoestériles en tres grupos; "S", "C" y "T", de acuerdo a la restauración de la fertilidad por las líneas padres.

Josephson y Jenkins en 1947 y 1948 y Jones, Everett y Rogers en 1949 presentaron pruebas de interacción entre genotipo y citoplasma de maíz con respecto al polen estéril (en: Duvick 1959 a).

El ambiente o las condiciones de crecimiento, pueden cambiar profundamente las características de esterilidad de una línea o cruce. Rogers (1954), Rhoades (1951) y Duvick (1959), dan ejemplos de la influencia que tiene el ambiente sobre el aborto del polen (en: Pérez Aguirre y Covarrubias 1965). Singh y Langhnan (1972) presentaron pruebas de que la fuente "S" presentaba inestabilidad citoplasmática produciendo plantas fértiles a partir de estériles.

La mayoría de las líneas dentadas no poseen genes recuperadores de la fertilidad, hay un pequeño porcentaje que son completamente fértiles en citoplasma "T" y el resto son parcialmente fértiles. Duvick (1959 a) señala, además, que este último tipo de plantas presenta inconvenientes; primero, por la "restauración parcial" y, segundo, no se pueden usar para

lograr un *híbrido simple* (progenitor del híbrido doble) *estéril* porque la fertilidad parcial es más o menos dominante.

Bokde (1969), determinó que la gran mayoría de las *líneas colorados-duras* (Flint), aún cuando aparentan ser fenotípicamente uniformes, resultaron ser heterocigotas para los factores recuperadores (Rf) o modificadores que restituyen la fertilidad total o parcial en el citoplasma estéril "T". Sólo unas pocas plantas resultaron ser homocigotas para los factores genéticos no recuperadores o modificadores de la fertilidad.

Estos genes para androesterilidad, suelen estar acompañados por modificadores que alteran su efecto. Además, el ambiente parece influenciar la reacción del citoplasma estéril, todo lo cual tiende a disminuir la efectividad del sistema en algunas especies.

Nuevas fuentes de esterilidad obtenidas en Argentina

En 1960 una población de polinización libre denominada Amargo Brasileiro "A", de la zona de Concepción del Uruguay (E. Ríos), al comenzar un proceso de endocria, segregó una planta estéril la que se cruzó por la línea CN(rfrf) para el *cms* T (Troncoso 1974). Desde entonces se mantiene mediante cruzamientos entre hermanos. Esta nueva fuente fue aislada por Rosbaco U. F., en la E.E.R.A. Paraná y fue designada como P₁ (Paraná 1).

En 1969, al realizarse los cruzamientos de un esquema de estudio de poblaciones, en la Cuarentín "reconstruida" de Entre Ríos se detectó una planta estéril que se aisló, cruzándola con una hermana. Como al año siguiente segregó, se la mantuvo mediante cruces fraternales. En la E.E.R.A. Paraná, Troncoso J. M. aisló esta nueva fuente y fue designada como P₂ (Paraná 2).

Cabe destacar que ambas fuentes no tienen ninguna relación con el *cms* P de origen paraguayo, mencionado en el trabajo de Beckett (1971). En los citoplasmas estériles P₁ y P₂ el efecto citoplásmico parece influenciar sobre la morfogénesis floral, suprimiendo generalmente el desarrollo de anteras y otra característica destacable de estos materiales es la alta estabilidad citoplasmático-ambiental que poseen (Troncoso 1974). La planta en sí presenta buen aspecto y lo más destacable e inconfundible, es su panoja, que es más bien grande, abierta y presenta bien separados cada artejo o ramificación lateral con una inclinación aproximada de 45°. Todas estas características hacen fácil su reconocimiento a campo comparado con otros materiales estériles y normales.

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

El material evaluado comprende líneas y poblaciones de maíz con citoplasma normal (Cuadro 1 y 2, respectivamente). Los citoplasmas estériles con los cuales se trabajó son el *cms* P₁, ya descrito, y el *cms* T (Texas). El material *cms* P₁ se mostró resistente

a *H. maydis* raza T, de acuerdo a los estudios realizados por Martínez y Bruni (1972 b.) y Hooker en la Universidad de Illinois (USA) (Troncoso 1974).

Con el objeto de determinar si el *cms* aislado en 1960 (*cms P₁*) era distinto o igual al *cms T*, en 1970 en la E.E.R.A. Paraná, se realizó el cruzamiento de las líneas L. 875; L. 232; L. 256; L. 501 y L. 628 con los citoplasmas *cms P₁* y *cms T*. La experiencia se repitió con las mismas líneas para los años 1972/73 - 1973/74; llevando polen de la misma planta de la línea sobre ambos citoplasmas. Las cruces así obtenidas fueron sembradas en el próximo período para observar la restauración de la fertilidad, registrándose fértiles o estériles, de acuerdo al tipo de panojas y a la producción o no de polen. Para facilitar el recuento, a las plantas fértiles se les cortaba la panoja dejando en el campo las estériles.

En la campaña 1974/75, se hicieron las siembras de los cruzamientos con poblaciones de maíz identificadas como: Po. 02; Po. 03; Po. 08; Po. 07; Po. 13; Colorado Ta'a; Cuarentín Sauberant y Colorado Holandesa, para determinar si existían diferencias en ambos citoplasmas. La siembra se realizó en dos épocas distintas dentro del mismo período. Una siembra invernal (23/7/74) y la otra, en época normal (15/10/74). Como no hubo diferencias de segregación entre las dos épocas, el recuento se analizó en forma conjunta.

Para la identificación de los distintos genotipos, se trabajó planteando hipótesis de proporciones teóricas esperadas según los genotipos probables y aplicando la prueba del Ji Cuadrado para los casos dudosos con valores "significativos" al nivel del 5% (0,05).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de los Genes y Genotipos para las líneas probadas

Los resultados de la prueba de restauración de fertilidad realizadas con *cms P₁* y *cms T* (Cuadros 1 y 3), permiten afirmar que son diferentes. Corroborando los resultados obtenidos por J.M. Troncoso en la E.E.R.A. Paraná, se concluye que la restauración de la fertilidad estaría controlada por la acción de un sólo gen. Este gen se encuentra presente en las líneas probadas que al ser cruzadas con plantas de la misma o distinta población, segregaron, evidenciando la presencia de RrfRf y rfrf.

La línea 875 presentó diferencias de segregación en el citoplasma T con respecto a los resultados obtenidos por Troncoso (1974). Puede atribuirse esto a las pocas repeticiones del ensayo, como también al bajo número de plantas en estudio; sin descartar posibles acciones ambientales o genes complementarios que pudieran haber actuado bajo las actuales condiciones de experimentación. En el presente ensayo la L. 875 presentó genes recuperadores al estado homocigota dominante, mientras que para el ensayo anterior (Troncoso 1974) segregó evidenciando la presencia de genes Rf y rf. La línea 232 también presentó diferencias de segregación en el citoplasma P₁, ya que se presentó un caso (planta N° 16) en que se comportó como no recuperadora de fertilidad, dando una descendencia totalmente estéril a diferencia de los resultados obtenidos por Troncoso (1974).

Genealogía		1972/ 1973		1973/ 1974		Genotipo	
cms	Línea	Plantas n°	Fértil	Estéril	Fértil		Estéril
P ₁	875	5	9	10	2	2	●
		7	4	11	7	5	●
T	875	7	27	0	37	2	○
		8	27	0	-	-	○
P ₁	232	8	18	0	23	26	●●
		16	0	10	0	26	●
T	232	2	23	0	8	0	○
		21	10	0	4	0	○
P ₁	256	21	0	23	0	42	●
		2	0	30	0	10	○
T	256	8	27	0	178	4	○
		7	31	0	158	5	○
P ₁	256	6	24	0	184	4	○
		5	29	0	98	3	○
T	256	10	25	0	62	0	○
		11	20	0	55	3	○
P ₁	501	8	0	20	0	7	●
		7	0	21	0	55	●
T	501	6	32	0	195	2	○
		5	0	12	0	6	●
P ₁	501	4	30	0	22	1	○
		10	0	30	0	26	●
T	501	1	35	0	116	4	○
		2	28	0	150	4	○
P ₁	628	3	22	0	14	0	○
		5	25	0	30	1	○
T	628	6	15	0	61	0	○
		7	38	0	174	2	○
P ₁	628	9	35	0	131	2	○
		12	25	0	109	4	○
T	628	13	-	0	4	0	○
		14	30	0	27	0	○
P ₁	628	15	35	0	34	0	○
		11	35	0	60	0	○
T	628	1	30	0	14	0	○
		2	33	0	30	0	○
P ₁	628	3	33	0	10	0	○
		6	35	0	18	0	○
T	628	9	8	0	10	0	○
		11	20	0	1	0	○
P ₁	628	12	30	0	5	0	○
		13	-	0	-	46	0
T	628	14	35	0	15	0	○
		1	30	0	57	2	○
P ₁	628	3	24	8	40	39	●
		8	5	0	4	0	○
T	628	1	16	0	15	0	○
		3	10	0	3	0	○
P ₁	628	5	26	0	58	2	○
		11	0	16	1	16	●

Cuadro 1. Datos de ocurrencia de segregaciones de los cruzamientos de los citoplasmas estériles *cms* P₁ y *cms* T con distintas Líneas con los recuentos de plantas fértiles y estériles y sus probables genotipos. Referencias: Círculos negros = (rfrf); Círculos blancos = (RfRf); Círculos mitad blancos = (Rfrf).

Genealogía		1974/ 1975		Genotipo
Cms	Poblaciones	Plantas		
		Fértiles	Estériles	
P ₁	Po. C7	1	294	e
		2	130	e
		3	65	e
		4	164	e
		5	49	e
T	Po. C7	1	126	e
		2	0	e
		3	10	e
		4	0	e
		5	103	e
		6	6	e
P ₁	Po. C3	1	0	e
		2	290	e
		3	139	e
		4	92	e
		5	0	e
T	Po. C3	1	96	e
		2	68	e
		3	167	e
		4	165	e
P ₁	Po. C6	1	85	e
		2	98	e
		3	143	e
		4	212	e
		5	200	e
T	Po. C6	1	208	ee
		2	0	ee
P ₁	Po. C7	1	121	ee
		2	48	ee
T	Po. C7	1	101	e
		2	153	ee
		3	100	ee
P ₁	Po. 13	1	282	e
		2	269	e
		3	263	e
		4	89	e
		5	127	e
T	Po. 13	1	31	e
		2	341	ee
P ₁	Colorado	1	149	e
		2	246	e
		3	25	e
		4	36	e
T	Colorado	1	25	ee
		2	225	ee
		3	0	e
		4	84	e
		5	13	e
P ₁	Cuarentin Sauberan	1	328	e
		2	293	e
		3	231	e
T	Cuarentin Sauberan	1	0	e
		2	1	e
		3	281	e
		4	2	e
P ₁	Colorado La Polan des	1	0	e
		2	161	e
		3	0	e
		4	139	e
T	Colorado La Polan des	1	430	e
		2	24	ee
		3	31	ee

Cuadro 2. Datos de ocurrencia de segregaciones de los cruzamientos de los citoplasmas estériles *cms* P₁ y *cms* T con poblaciones de Maíces Argentinos (Duros) con los recuentos de plantas fértiles y estériles y sus probables genotipos.

Referencias: ver cuadro 1.

Esto se explica debido a que la línea se mantiene por autofecundación y en la experiencia anterior segregó evidenciando la presencia del heterocigota (Rfrf).

El caso de la línea 501 se está en presencia de un genotipo que no permite diferenciar ambos citoplasmas, se piensa que la explicación está en el origen de las líneas, ya que se inició a partir del cruzamiento de maíces colorados lisos (argentinos) y amarillo dentado (estadounidense). En consecuencia, no está en desacuerdo con la diferencia entre los citoplasmas, antes anotada, sino que posee RfP₁ RfP₁ y Rf^r Rf^r para los cms P₁ y cms T, respectivamente; puesto que en el transcurso de su endocria y selección estos genes no estuvieron sometidos a presión selectiva.

Cuadro 3. Genotipos probables para el carácter en estudio (Rf) de las cruza de los citoplasmas estériles (cms P₁ y cms T) con las líneas 875; 232; 256; 501 y 628.

Líneas	Genotipos			
	cms P ₁		cms T	
L. 875		Rfrf		RfRf
L. 232	RfRf	Rfrf	rfrf	rfrf
L. 256	RfRf			rfrf
L. 501	RfRf			RfRf
L. 628	RfRf	Rfrf		RfRf
				rfrf

Análisis de los Genes y Genotipos para las poblaciones de maíz probadas

Esquema teórico para la interpretación de los resultados obtenidos en la restauración de la fertilidad.

Considerando que el padre utilizado en la cruce proviene de una población de polinización libre; se postula para la restauración de la fertilidad la hipótesis para dos genes dominantes complementarios. Las gametas probables que proporcionaría este padre son 4 (Rf₁Rf₂-Rf₁rf₂ -rf₁Rf₂ -rf₁rf₂). Se considera solamente el factor en estudio (genes recuperadores: Rf dominante y rf recesivo). Como la madre es estéril, su constitución cromosómica para el factor en estudio es rf₁rf₁ rf₂rf₂ y daría un solo tipo de gametas (rf₁rf₂). En el cuadro 4 se presentan las gametas de ambos padres y los genotipos y fenotipos que originan.

Cuadro 4. Gametas de los padres y los genotipos y fenotipos que originan.

Gametas				
del Padre	Rf ₁ Rf ₂			
de la Madre				
rf ₁ rf ₂	Rf ₁ rf ₁ Rf ₂ rf ₂	Rf ₁ rf ₁ rf ₂ rf ₂	rf ₁ rf ₁ Rf ₂ rf ₂	rf ₁ rf ₁ rf ₂ rf ₂ ESTERIL

Para el caso:

a) Segregación 3 : 1 (3 Fértiles : 1 Estéril), se necesitaría la presencia de un gen dominante (Rf_1 o Rf_2) para que se recupere la fertilidad.

b) Segregación 1 : 3 (1 Fértil : 3 Estériles). Aquí sería necesaria la presencia de dos genes dominantes complementarios para una restauración completa de la fertilidad.

Los resultados obtenidos de la prueba de restauración de la fertilidad realizada con *cms P₁* y *cms T* (Cuadro 5) en las poblaciones de polinización libre, permiten arribar a las mismas conclusiones que para el análisis de las líneas, es decir, se puede afirmar que son diferentes.

Tomando en cuenta la hipótesis expuestas por otros investigadores que han estudiado este problema, se intentó comprobar las que se ajustan a los datos observados. Aún cuando la mayoría está de acuerdo en que la restauración se debe a un solo gen dominante, al observar los datos obtenidos pudo apreciarse que el mecanismo de restauración es más complejo.

En el caso de las poblaciones 06, 07, 13, Colorado Tala y Colorado La Holandesa, se observaron casos en que la restauración de la fertilidad requería la presencia de por lo menos dos genes dominantes complementarios.

Cuadro 5. — Genotipos posibles para el carácter en estudio (Rf) de las cruzas de los citoplasmas estériles (*cms P₁* y *cms T*) con poblaciones de maíces argentinos.

Poblaciones	Genotipos			
	<i>cms P₁</i>			<i>cms T</i>
Po. 02	RfRf	Rfrf		Rfrf rfrf
Po. 03	RfRf	Rfrf	rfrf	Rfrf
Po. 06	RfRf	Rfrf		Rf ₁ r ₁ Rf ₂ r ₂ rfrf
Po. 07		Rf ₁ r ₁ Rf ₂ r ₂		Rfrf Rf ₁ r ₁ Rf ₂ r ₂
Po. 13	RfRf	Rfrf		Rfrf Rf ₁ r ₁ Rf ₂ r ₂
Colorado Tala	RfRf	Rfrf		Rfrf rfrf Rf ₁ r ₁ Rf ₂ r ₂
Cuarentín Saubérant	RfRf			rfrf
Colorado La Holandesa		Rfrf	rfrf	Rf ₁ r ₁ Rf ₂ r ₂ rfrf

Duvick (1959 a), encontró que la restauración de la fertilidad en el citoplasma T, requiere por lo menos dos genes dominantes independientes; aunque la mayoría de las líneas estériles necesita solamente uno de los dominantes. A excepción de la población 07, la restauración de la fertilidad estaría controlada por la acción de un solo gen en lo que respecta al *cms* P₁. Se concluye que los genes de restauración de la fertilidad se hallan presentes en las poblaciones estudiadas, ya que al efectuar los cruzamientos correspondientes segregaron evidenciando la presencia de RfRf y rfrf. En el caso de la población 07 se está en presencia de un genotipo que hace difícil diferenciar ambos citoplasmas. Se tendrá que seguir investigando sobre esta población en especial para determinar si existen o no diferencias.

Se puede concluir, además, que existe una fuente de germoplasma autóctona macho-estéril; por lo tanto es factible su explotación para la producción de semilla híbrida con los maíces colorados argentinos, superando de esta manera el problema presentado por *cms* T. La presencia de RfRf en las poblaciones estudiadas muestra claramente que, en el proceso de endocria se producen el mantenedor de esterilidad (rfrf) y el recuperador de fertilidad (RfRf). A través de 13 años, *cms* P₁ ha estado expuesto a una muy variada gama de ambientes dando pruebas de su estabilidad citoplasmático-ambiental (Troncoso 1974). Todas las cruces de prueba dan progenies perfectamente identificables.

El comportamiento distinto de las líneas y poblaciones con relación a la restauración de la fertilidad de *cms* P₁ y *cms* T, permite concluir que ambos citoplasmas son diferentes. Esto concuerda también con la reacción diferente de ambos a *H. Maydis* raza T.

Mediante la prueba de restauración de la fertilidad, Beckett (1971) agrupó los citoplasmas existentes en tres clases: *cms* T, *cms* C y *cms* S. Los estudios realizados en la E. E. R.A. Paraná durante varios años y los resultados presentados en este trabajo, demuestran que *cms* P₁ no corresponde al grupo *cms* T.

El aprovechamiento de esta fuente de citoplasma estéril autóctono y resistente permitiría su uso para la producción comercial de semilla híbrida en gran escala con un mínimo de riesgo ante cualquier ataque de patógenos conocidos hasta este momento. No obstante el desarrollo de patógenos altamente virulentos sobre nuevas fuentes de citoplasmas estériles es posible, aunque por el momento no se conocen, pero por supuesto la probabilidad de este riesgo se vería incrementada con el uso de una sola fuente de esterilidad citoplasmática.

Gracen y Grogan (1974), proponen cruzar cada línea con varias fuentes citoplasmáticas de cada grupo; de esta forma los híbridos tendrían una base citoplasmática heterogénea y en caso de aparecer un parásito específico para algún citoplasma el daño sería menor. Como no se pueden mezclar citoplasmas dentro de una planta usando las técnicas corrientes, se puede mezclar físicamente los componentes citoplasmáticos que entran en un hí-

brido. Esto se puede hacer manteniendo cada línea endocriada en varias versiones de citoplasmas machoestériles y sembrando en el campo una mezcla física (o multiplasma) de diferentes versiones citoplasmáticas para la producción del híbrido.

El padre del híbrido tendría que contener genes restauradores que recuperaran total o proporcionalmente a los citoplasmas existentes en el campo.

Con este planteo se podrían producir distintas fuentes de citoplasmas dentro del cultivo. Esto tendría un valor inapreciable si se repitiera la aparición de un patógeno específico citoplasmático como ser el caso de *H. maydis* raza T.

Finalmente, cabe agregar que el estudio y aislamiento de citoplasmas estériles, debe ser la labor constante del fitomejorador.

A G R A D E C I M I E N T O

El autor desea expresar su agradecimiento al Ing. Agr. U.F. Rosbaco (Director de la Estación Experimental Regional Aprovechadora del INTA Paraná y Jefe de la Sección Maíz) a los Ing. Agr. J. M. Troncoso y P. Barbagelata (Técnicos de la Sección Maíz) y a la E.E.R.A. INTA, Paraná, por la colaboración prestada.

B I B L I O G R A F I A

- Beckett, J. B. 1971. Clasificación of Male-Sterile Cytoplasms in Maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 11 (5): 724-727.
- Bodke, S. 1969. Incorporación y uso de la androesterilidad citoplasmática en los maíces colorados duros (Flint). *Informe Técnico - INTA - Pergamino*, (92): 1-20.
- Duvick, D. N. 1959a. The use of cytoplasmic male-sterility in hybrid seed production. *Economic Botany*, 13 (3): 167-195.
- Duvick, D. N. 1959b. Genetic and environmental interactions with cytoplasmic pollen sterility of corn. *Hybrid Corn, Publ.*, 14: 42-52.
- Gini, E. 1939. Estudios sobre esterilidad en maíces regionales de la Argentina. *Anales del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina*, 1: 135-158.
- Gracen, V. E. y C. O. Grogan. 1974. Diversity and suitability for hybrid production of different sources of cytoplasmic male-sterility in maize. *Agronomy Journal*, 66 (9): 654-657.
- Martin, C. O. y H. F. Domínguez. 1973. La esterilidad masculina y el mejoramiento vegetal. *Serie Didáctica - Fac. Agr. y Zootecnia, Tucumán*, (24): 1-48.

- Martínez, C. A. y O. Bruni. 1972a. El tizón del maíz provocado por *Helminthosporium maydis*. I. La presencia de la raza T en la Argentina. *Informe Técnico. INTA Pergamino*, (113): 1-12.
- Martínez, C. A. y O. Bruni. 1972b. El tizón del maíz provocado por *Helminthosporium maydis*. II. Reacción de genotipos y citoplasmas a la raza T. *Informe Técnico. INTA Pergamino*, (117): 1-10.
- Pérez Aguirre, R. y R. Covarrubias. 1965. Restauración de la fertilidad por maíces mexicanos en fuente (T) de esterilidad citoplasmática masculina. *Agricultura Técnica en México*, 2 (5): 216-221.
- Rosbaco, U. F. 1967. Problemas en la utilización del vigor híbrido y de la esterilidad masculina. *IDIA*, (230): 38-42.
- Singh, A. y J. R. Laughman. 1972. Instability of male sterile cytoplasm in maize. *Genetics*, 71 (4): 607-620.
- Troncoso, J. M. 1974. Nuevas fuentes de androesterilidad citoplasmática en maíz, resistentes a *Helminthosporium maydis* raza T. *Serie Técnica. INTA Paraná*, (44): 1-9.