



*Frecuencia de Genes Restauradores de la Fertilidad en Razas y Variedades de Maíz (*Zea mays* L.)**

JOSE R. TINED^{**}

E. PATERNIANI^{***}

RESUMEN

El presente trabajo estudia la determinación preliminar de las frecuencias de plantas macho fértil, restauradores del citoplasma macho estéril tipo T.

En el año agrícola 1969-1970 plantas individuales de 30 variedades y razas fueron cruzadas con el macho estéril citoplasmático Agroceres, usándose el polen de cada planta solamente una vez. Se plantó en un sistema de hileras pares. En el siguiente año agrícola 1970-1971, fue plantado para observación el material proveniente de los cruzamientos, en el sistema de mazorca por hilera, con un total de 850 familias.

* Recibido para su publicación el 18-7-72.

** Ing. Agr. Prof de Genética, Facultad de Veterinaria, Universidad del Zulia, Apartado 526. Maracaibo, Venezuela.

*** Prof. de Genética, Universidad de Sao Paulo (Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queirós), Caixa Postal 83, Piracicaba, Brasil.

En la época de floración se marcaron las plantas que presentaban anteras y la formación del polen en la espiga, lo cual fue determinado de forma visual. Estas plantas fueron consideradas macho fértil. Después de hecha toda la marcación se contó el número total de plantas, las plantas fértiles y las plantas estériles por familia.

Fueron observadas las proporciones 0:1; 1:1; 3:1, fértil y estéril respectivamente. Calculándose los valores de X^2 de las proporciones 1:1 y 3:1 para las familias en cada variedad. Considerándose las familias totalmente fértiles aquellas en las cuales el 90% o más de las plantas fuesen fértiles. Para las familias totalmente estériles, se consideraron las familias que poseían hasta 10% de plantas macho fértil. Estos valores de 10% fueron considerados como efectos de contaminación, interacción genotipo X ambiente y el efecto de genes modificadores. Fue calculado el test de heterogeneidad para las proporciones 1:1 y 3:1.

Para los genes en estado homocigoto (Rfl Rfl) las mayores frecuencias fueron encontradas en los maíces: Perola Piracicaba 20,0%, Eto Amarillo WP 35 con 11,5% de plantas macho fértil. En cuanto a las mayores frecuencias por gene en estado heterocigoto (Rfl rfl) fueron obtenidas en los maíces: Guaraní Pag V, Centralmex y Caigang Composto, donde los valores fueron respectivamente de 43,7; 42,5 y 40,0 de plantas macho fértil.

Los datos indican de manera general que diferentes grupos raciales de maíz presentan también diferencias en las frecuencias de genes restauradores. Se observó que los maíces Flint de Cuba y Colombia presentan cierta frecuencia de plantas para el gen Rfl. Se verificó también que las plantas de germoplasma Tuxpeño presentan mayor frecuencia de plantas sin los genes restauradores de la fertilidad. Por otro lado, las razas indígenas presentan plantas sin genes restauradores de la fertilidad y pocas plantas homocigotas.

ABSTRACT

The present work, deals with the preliminary frequency determination of male-fertile plants, which restores the type T of male sterile cytoplasm.

During the agricultural year 1969-1970 individual plants of 30 varieties and races were crossed with the Agroceres cytoplasmatic male-sterile, pollen of each plant being used just once. These varieties were planted in a paired-row system. The material resulting from these crossings was planted for observation the next agricultural year (1970-1971), in an ear-to-row system, given a total of 850 families.

During the flowering season the plants presenting anthers and pollen-formation in the arrow were marked.

These plants were considered as being the male-fertile plants. The total number of plants by family was recorded.

Fertile to sterile ratios of 0:1, 1:1 and 3:1 were observed. The X^2 values of the ratios 1:1 and 3:1 for the families in each variety was calculated. The families showing over 90% of male-fertile plants were considered fertile families and those presenting under 10% of male-fertile plants were considered sterile families. The 10 values were considered as a result of contamination, genotype-environment interaction and the action of modifier genes.

The heterogeneity test was carried out for the 1:1 and 3:1 ratios.

The largest frequencies of homozygous genes (*Rfl Rfl*) were present in the Perola Piracicaba with 20% and Eto Amarillo WP 35 with 11.5% of male-fertile plants. The largest frequencies of heterozygous genes (*Rfl rfl*) were present in the Guarani Pag V, Centralmex and Caingang Composto corns, with 43.7, 42.5 and 42.0% of male-fertile plants respectively.

The data indicate, generally speaking, that different racial groups of corn show also different frequency of restorer genes. Cuban and Colombian flint corns have the gene *Rfl* in variable frequencies. It was also observed that Tuxpeño germplasm plants present large frequency of plants without Flint corns have the gene *Rfl* in variable frequencies. It was also observed restorer genes for fertility. On the other hand indigenous races present plants without fertility restorer genes and few homozygous plants.

INTRODUCCION

La experiencia de los fitotecnistas ha indicado que los diferentes germoplasmas difieren con relación a la presencia y a la frecuencia de los genes restauradores de la fertilidad para el citoplasma macho estéril Texas. El presente trabajo fue conducido para obtener información sobre las frecuencias de plantas macho fértil y macho estéril en cruzamientos, envolviendo algunas razas y variedades de maíz, cruzadas con plantas macho estéril debido al citoplasma T. Se procura, además obtener indicaciones sobre frecuencias de genes restauradores en los diferentes germoplasmas y verificar si hay alguna relación entre los diferentes tipos raciales y las frecuencias obtenidas. Originalmente se pensó, también, en la posibilidad de utilizar algunas variedades en programas de cruzamientos intervarietales con el concurso de la esterilidad masculina. Ese objetivo quedó, perjudicado por el apareamiento del patógeno *Helminthosporium maydis* raza T, altamente virulento para las plantas con citoplasma T.

MATERIAL

El material utilizado en el presente trabajo es proveniente de varias poblaciones existentes en el Banco de Termoplasma del Departamento de Genética, de la E.S.A. "Luiz de Queirós" bien como otras poblaciones, en las cuales están incluidos germoplasmas de distintas zonas geográficas.

La tabla 1 presenta una relación del material utilizado, junto con algunas características de cada uno, como: tipo de grano, color predominante del grano, origen geográfico y razas a las cuales pertenecen.

Informaciones más detalladas sobre el material pueden ser obtenidas en las referencias 6, 7 y 8.

METODO

En 1969-1970, las variedades y razas a ser probadas, fueron plantadas en hileras pares, con el híbrido simple macho estéril (M.E.C.) Agroceres. Los cruzamientos fueron hechos planta a planta, utilizándose una sola vez el polen de cada planta a ser testado.

En la etapa siguiente (1970-1971), con el material colectado de los cruzamientos, fueron plantados métodos de observación en la forma espiga por hilera. El plantío fue realizado el día 14 de octubre de 1970 en la Hacienda Areião, que queda en las proximidades de Piracicaba (SP. Brasil), cerca de la carretera que va hasta Limeiro. Se sembraron un total de 850 familias, en hileras de aproximadamente 12 metros de largo, con una distancia entre hileras de 1 metro. Fueron sembradas 2 semillas por hoyo con una separación entre hoyos de 30 cms. Teniéndose en el momento del contaje un número aproximado de 60 plantas por familia.

En la época de floración se marcaron las plantas que presentaban anteras y la formación del polen. Estas plantas fueron consideradas machos fértiles. Después de realizada la marcación se contó el número total de plantas.

De esta forma, en la época de la toma de datos, se contó en cada hilera el número total de plantas, las plantas fértiles, y con estos datos se trató de determinar las frecuencias de genes restauradores de la fertilidad en cada variedad. Las frecuencias de familias segregando plantas macho fértil y macho estéril en las diferentes proporciones testadas, estando relacionado en las tablas 2 a 5, agrupadas según el maíz testado.

Fueron observadas las proporciones: 0:1; 1:1; 3:1 y 1:0 fértil y estéril respectivamente. Calculándose los valores de X^2 de las proporciones 1:1 y 3:1 para las familias en cada variedad. Considerándose las familias totalmente fértiles aquellas en las cuales el 90% o más de las plantas fuesen fértiles. Para las familias totalmente estériles, se consideraron las familias que poseían hasta 10% de plantas macho fértil. Estos valores de 10% fueron considerados como efectos de contaminación, interacción genotipo por ambiente y el efecto de genes modificadores. Fue calculado el test de heterogeneidad para las proporciones 1:1 y 3:1.

REVISION BIBLIOGRAFICA

El presente trabajo representa un estudio preliminar en la determinación de la frecuencia del gen R+1, restaurador de la fertilidad en el citoplasma macho estéril tipo T., en varias razas y variedades. Podrá servir de base para estudios más completos y detallados para así llegar a las metas expuestas.

Se debe aclarar que el criterio de evaluación de las plantas, fue hecho en forma visual, tomando como plantas macho fértil aquellas que presentaban en la espiga, abertura de las anteras. Fue así como se determinaron los fenotipos fértil y estéril, llevándose en cuenta sólo la presencia de polen o no en la fecha.

En los trabajos consultados^{3 5 9}, los autores definen 3 tipos de fenotipo, los cuales son: estéril, parcialmente estéril y fértil. En el presente trabajo no fue posible realizar esta división, tomándose una muestra de la espiga de cada planta, preparando las láminas correspondientes y examinándola al microscopio, por el gran tamaño del experimento, el cual contaba con 850 familias, cada una con media de 60 plantas.

También como la distinción fue hecha de manera visual, se pueden presentar plantas que son llamadas por Edwarson⁵ de "hace", que presentan unas pocas anteras, con algún polen viable, lo que puede llevar a clasificar plantas estériles como fértiles.

La clasificación del genotipo en cuanto a restauración de la fertilidad es: a) genotipo no restaurador, que no produce polen viable en cualquier condición, b) genotipo restaurador que produce polen viable en cualquier ambiente, en forma abundante, c) genotipo parcialmente restaurador, aquel que bajo algunas condiciones produce un poco menos de polen que la contraparte normal³. En el presente caso, fue realizada la determinación del genotipo a partir de datos fenotípicos, lo que lleva a incluir parte de este genotipo parcialmente restaurador en el genotipo restaurador de la fertilidad, y otra parte en el genotipo no restaurador de la fertilidad.

Existe interacción genotipo por ambiente y efecto de genes aditivos en la restauración de la fertilidad, en el genotipo parcialmente restaurador como fue demostrado^{1,2} en trabajos realizados en Florida y Jamaica^{1 2}.

Así, la selección del genotipo Rfl Rfl debe ser hecha en ambientes secos y calientes, condiciones que no favorecen la formación del polen. Las plantas macho fértil en estas condiciones serán siempre fértiles en cualquier otra condición. Para la selección del citoplasma macho estéril, las condiciones ideales son de alta humedad y aire fresco, que favorecen el apareamiento del polen, mostrándose en estas condiciones, en forma clara la macho esterilidad. De esta forma, un genotipo parcialmente restaurador, con un nivel bajo de restauración, puede ser completamente estéril en condiciones frías y húmedas.

En cuanto que un genotipo de este tipo, con un mayor nivel de restauración puede ser completamente fértil en condiciones secas y calientes³.

Con referencia a los genes modificadores, Blikenstaff *et al.*¹ llegan a la conclusión que varios genes aparecen responsables por la acción del genotipo parcialmente restaurador. Stead¹⁰, presenta datos, los cuales interpreta como evidencia de 2 genes complementarios diferentes de Rfl, responsables por la parcial restauración en líneas endogámicas.

Según Edwardson⁵, cuando se estudian poblaciones F₁ segregando, se puede encontrar la proporción 1 fértil para 1 estéril, si el carácter macho estéril fuese controlado por 1 gen en interacción con el citoplasma. Más de 2 genes pueden producir esta misma proporción de 1:1, en poblaciones F₁ segregando, además de otras proporciones tales como: 1:3; 3:1; 5:3; 3:5 fértiles y estériles, por lo que se puede suponer que el carácter macho esterilidad es controlado por uno o más pares de alelos. Además de eso, la posible contaminación por polen fértil o polen sin genes restauradores de la fertilidad, también tienen influencia en el apareamiento de estas proporciones.

RESULTADOS

En el presente trabajo, la determinación de la presencia del gen Rfl, en todas las variedades testadas, concuerda con los trabajos de Drummond⁴ y Edwardson⁵ los cuales detectaron el gen Rfl, en un elevado número de variedades de la América Latina.

Estos resultados referentes a la proporción 1:1, es preciso destacar el caso correspondiente al cruzamiento (Minas G II por Piramex) por Piramex, que tiene una frecuencia del gen en estado heterocigoto de 4,5%. Puesto que Minas GII presenta una frecuencia de 29,9 y Piramex de 12,9 podríase pensar que es debido: a) que la mayor cantidad de germoplasma Piramex provocó esta baja en la frecuencia del gen Rfl. b) que existió una interacción genotipo por ambiente y efecto de genes modificadores de la fertilidad. c) que no era una muestra representativa de la población.

Para los genes estado homocigoto (Rfl Rfl), las mayores frecuencias fueron encontradas en los maíces: Perola Piracicaba 20,0%, Eto Amarillo WP 35 con 11,5% de plantas macho fértil. En cuanto que las mayores frecuencias por gen en estado heterocigoto (Rfl rfl) fueron obtenidas en: Guarani Pag V, Centralmex y Caingang Composto, donde los valores fueron respectivamente de 43,7; 42,5 y 40,0% de plantas macho fértil.

Los datos indican de manera general que diferentes grupos raciales de maíz, presentan también diferencias en las frecuencias de genes restauradores. Se observó que los maíces Flint de Cuba y Colombia, presentan cierta frecuencia de plantas para el gen Rfl. Se verificó también, que las plantas de germoplasma Tuxpeño presentan mayor frecuencia de plantas sin los genes

restauradores de la fertilidad. Por otro lado, las razas indígenas presentan plantas sin genes restauradores de la fertilidad y pocas plantas homocigotas.

CONCLUSIONES

El conteaje de plantas, considerándose como fértiles las que presentaban formación de anteras fértiles, reveló la existencia de una expresividad variable del carácter, como es indicado por las altas frecuencias de segregación 3:1 y de la clase "otros". Influencia de genes modificadores y del ambiente deben haber contribuido para esos resultados.

TABLA 1. Descripción del material utilizado

Material	Características de los granos		Origen	Raza a que Pertenece
	Tipo	Color		
Entrelacado	Amiláceo	Blanco	Brasil Central (Goiás)	Entrelacado
Lenha	"	"	Brasil (RS)	Lenha
Caingang Composto	"	"	Brasil (SP, PR)	Caingang
Caingang PR III	"	"	Brasil (SP, PR)	Caingang
Caingang SP III	"	"	Brasil (SP, PR)	Caingang
Guarani Composto	Amiláceo	Amarillo	Bra-Pag-Bol	Moroti
Guarani Bol II	"	"	Bolivia	Moroti
Guarani Pag V.	"	"	Paraguay	Moroti
Cristal Composto	Flint	Blanco	Brasil-Paraguay	Cristal
Comp. Canario de ocho	"	"	Arg-Urg	Canario de Ocho
Cateto Comp. Arg.Urg	Flint	Naranja	Arg-Urg	Cateto Sulino
Cateto Composto	"	"	Brasil	Cateto
Minas GII	"	"	Brasil	Cateto
Cateto Comp. Colombia	"	"	Col-Bra	Cateto-Comum (CO1.)
Perola Piracicaba	Flint	Blanco	Col-Bra	Cateto

TABLA 1. Descripción del material utilizado. (cont.)

Material	Características de los granos		Origen	Raza a que Pertenece
	Tipo	Color		
Piracar I	Flint	Naranja	Cuba-México	Criollo
Eto Blanco WP 7	Flint	Blanco	Colombia	ETO
Eto Amarillo WP 35	Flint	Amarillo	Colombia	ETO
Cuba 11 J WP 5	Flint	Naranja	Cuba	Criollo
Antigua Gpo 2	Semi-Flint	Amarillo	América Central	Tusón
Sao Paulo II Cravo Paulista	Dent	Amarillo	Brasil (SP)	Cravo
Tuxpeño La Posta WP 25	Dent	Blanco	México	Tuxpeño
Centralmex	Semi-Dent	Amarillo	Méx-América Central	Tuxpeño
América Central	Dent	Amarillo	América Central	Tuxpeño
Piramex	Dent	Amarillo	México	Tuxpeño
Tuxpan- tigua	Semi-Dent	Amarillo	Méx-América Central	Tuxpeño-Tusón
Minas G II x Piramex F ₁	Semi-Dent	Amarillo	Brasil-Méx.	Cateto-Tuxpeño
(Minas G II x Piramex) x Mi- nas GII	"	"	Brasil-Méx.	" "
(Minas G II x Piramex) x Piramex	"	"	Brasil-Méx.	" "
Minas G II x Piramex F ₂	"	"	Brasil-Méx.	" "

Abreviaturas

RS : Río Grande	SP : Sao Paulo
PR : Paraná	Bra: : Brasil
Pag. : Paraguay	Bol : Bolivia
Arg : Argentina	Urg : Uruguay
Col. : Colombia	Méx : México
Amér. Central: América Central	Minas G : Minas Gerais
Gpo : Grupo	Comp. : Composto

La forma de evaluación de los fenotipos fértil y estéril para después determinar los genotipos rfl rfl; Rfl rfl; Rfl Rfl, las muestras relativamente pequeñas de plantas para cada población, además de las influencias mencionadas en la conclusión anterior, no permitió determinar con precisión las frecuencias génicas de los genes restauradores. Considerando la amplitud de los germoplasmas utilizados, algunas generalizaciones e indicaciones pueden ser hechas.

TABLA 2. Frecuencia (%) de familias segregando plantas macho fértil en las proporciones indicadas, en razas indígenas.

Material	rfl rfl	Rfl rfl	Rfl Rfl		Otros	N
	0:1	1:1	1:0	3:1		
Entrelacado	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	4
Lenha	30,7	12,8	0,0	0,0	56,4	39
Caingang Composto	10,0	40,0	0,0	17,5	32,5	40
Caingang PR III	0,0	32,3	2,9	29,4	35,2	34
Caingang SP III	8,5	34,0	0,0	12,7	44,6	47
Caingang Total	6,6	35,5	0,8	19,0	38,0	121
Guaraní Composto	14,2	28,5	0,0	9,5	47,6	21
Guaraní Bol II	38,0	9,5	0,0	38,0	14,2	21
Guaraní Pag V	0,0	43,7	0,0	12,5	43,7	16
Guaraní Total	18,9	25,8	0,0	20,6	34,4	58
Cristal Composto	0,0	38,8	0,0	33,3	27,7	18

Fue determinada la presencia del gen Rfl, en todas las variedades testadas.

TABLA 3. Frecuencia (%) de familias segregando plantas macho fértil en las proporciones indicadas, en razas Flint

Material	rfl rfl	Rfl rfl	Rfl Rfl		Otros	N
	0:1	1:1	1:0	3:1		
Comp Canario de Ocho	32,0	3,5	0,0	0,0	64,2	28
Cateto Comp Arg-Urg	8,6	21,7	0,0	8,6	60,8	23
Cateto Composto	14,2	26,1	0,0	9,6	50,0	42
Minas G II	15,9	29,5	0,0	18,1	36,3	44
Cateto Comp Colombia	27,7	30,5	2,7	5,5	33,3	36
Perola Piracicaba	12,5	10,0	20,0	37,5	20,0	40
Piracar I	26,3	26,3	0,0	26,3	21,0	19
Eto Blanco WP 7	0,0	25,9	11,1	29,6	33,3	27
Eto Amarillo WP 35	15,3	15,3	11,5	29,4	38,4	26
Cuba 11 J WP 5	9,6	29,0	6,4	6,4	48,3	31
Antigua Gpo 2	14,2	21,4	7,1	21,4	35,7	42

26,4% de las variedades presentan plantas con el gen Rfl, en estado homocigoto (Rfl Rfl). 100% presentan plantas con el referido en estado heterocigoto (Rfl rfl), en cuanto que el 75% de las variedades están incluidas en la proporción 3 fértiles para 1 estéril.

TABLA 4. Frecuencia (%) de familias segregando plantas macho fértil en las proporciones indicadas, en razas Dent.

Material	rfl rfl	Rfl rfl	Rfl Rfl		Otros	N
	0:1	1:1	1:0	3:1		
Sao Paulo II						
Cravo Paulista	12,8	30,7	0,0	17,9	38,4	39
Tuxpeño La Posta W 25	18,1	27,2	0,0	36,3	18,1	11
Centralmex	23,4	42,5	0,0	2,1	31,9	47
América Central	26,3	31,5	0,0	10,5	31,5	19
Piramex	38,7	12,9	0,0	3,2	45,1	31
Tuxpantigua	0,0	35,0	5,0	35,0	25,0	20

Las variedades que presentan las mayores frecuencias en el estado homocigoto dominante del gen Rfl fueron: Perola Piracicaba 20%, Eto Amarillo WP 35 con 11.5% y Eto Blanco WP-7 con 11.1%.

Las variedades que presentaron las mayores frecuencias en estado heterocigoto del gen Rfl fueron: Guaraní Pag V, Centralmex, Caingang Composto, Cristal Composto y Tuxpantigua con 43,7; 42,5; 40,0; 38,0 y 34,0% respectivamente.

Las variedades que presentaron las mayores frecuencias en la proporción 3 fértiles para 1 estéril fueron: Guaraní Bol II, Perola Piracicaba, Tuxpeño La Posta, Tuxpantigua y Cristal Composto con 38,0; 37,5; 36,3; 35,0 y 33,0% respectivamente.

TABLA 5. Frecuencia (%) de familias segregando plantas macho fértil en las proporciones indicadas, en cruzamientos.

Material	rfl rfl	Rfl rfl	Rfl Rfl		Otros	N
	0:1	1:1	1:0	3:1		
Mínas G II x Piramex (Mínas GII x Piramex)	13,6	13,6	0,0	18,1	54,5	22
x Mínas G II (Mínas GII x Piramex)	20,0	30,0	0,0	5,0	45,0	20
x Piramex	33,3	4,7	0,0	0,0	61,9	21
Mínas GII x Piramex F,	40,9	18,1	0,0	0,0	40,9	22

Las variedades que presentaron las mayores frecuencias del gen en estado homocigoto recesivo (rfl rfl) fueron: (Minas GII por Piramex F₂); Piramex, Guaraní Bol II, (Minas GII por Piramex) por Piramex, Composto Canario de Ocho y Lenha con 40,9; 38,7; 38,0; 33,3; 32,0 y 30,7% respectivamente.

Los datos relativos a las poblaciones Cateto, Minas GII y Piramex y sus cruzamientos, indican un aumento en la frecuencia de plantas sin restauradores de F₁ para F₂. Los retrocruzamientos para Piramex y Minas GII aumentan y disminuyen respectivamente la frecuencia de plantas sin restauradores, como sería de esperar (Tabla 5).

Los únicos maíces que presentaron cierta frecuencia de plantas homocigotas para genes restauradores, (dando progenies constituidas sólo por plantas macho fértil), son del grupo Flint, originarios de Cuba y Colombia (Tabla 3).

De manera general los maíces con germoplasma Tuxpeño, tienden a presentar mayor frecuencia de plantas sin genes restauradores de la fertilidad (rfl rfl) (Tabla 4).

Los maíces indígenas especialmente Caingang y Entrelacado presentaron plantas sin genes restauradores, así también como pocas plantas homocigotas. Lo mismo ocurre con el maíz Cristal Composto, de manera bastante acentuada. Parece haber una frecuencia relativamente alta de heterocigotos. Esto puede ser debido a una ventaja de los heterocigotos y/o mayor efecto del ambiente y modificadores alterando la expresión del carácter macho estéril (Tabla 2).

Los datos indican de manera general que diferentes grupos raciales de maíz presentan también diferencias en las frecuencias de genes restauradores. Hay indicaciones de que razas semejantes o emparentadas tienden a mostrar semejanzas en cuanto a las frecuencias de genes restauradores.

LITERATURA CITADA

- 1 Blikenstaff, Yoyce *et al.*— 1958. Inheritance and linkage of pollen fertility restoration in cytoplasmic male-sterility crosses in corn *Agron. J.* 50 (8): págs. 430-434.
- 2 Duvick, D. N.— 1959. Genetic and environmental interaction with cytoplasmic pollen sterility of corn. *Proc. 14th Annual Hybrid Corn Industry Research Conference* 14: págs. 42-52.
- 3 Duvick, D. N.— 1965. Cytoplasmic pollen sterility in corn. *Adv. in Genet.* 13: págs. 1-56.
- 4 Drummond, G. A.— 1966. Produção de semente de milho híbrido com o uso da esterilidade masculina citoplasmática. Em *Genética e Melhoramento de Plantas. Publicação Didáctica N° 9 do Instituto de Genética. Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz"*.

- 5 Edwardson, J. R.— 1955. The restoration of fertility to cytoplasmic male sterile corn. *Agron J.* 47 (10): págs. 457-467.
- 6 Hatheway, W.— 1957. Races of Maize in Cuba. Publication 453, National Academy of Sciences. National Research Council. Washington, D. C.
- 7 Paterniani, E.— 1968. Formação de composto de milho. Em Relatório Científico da Cadeira de Citologia e Genética. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. págs. 102-108.
- 8 Queiroz, Manuel A. de.— 1969. Correlação Genética e Fenotípica em Progenies de Meios Irmãos de Milho (*Zea mays* L.) e suas Implicações com o Melhoramento. Tese mimeografada, para obtenção do título de Magister Scientiae. Piracicaba, 71 pgs.
- 9 Rogers, J. S. e Edwardson, J. R.— 1952. The utilization of cytoplasmic male sterile inbreds in the production of corn hybrids. *Agron. J.* 44: págs. 8-13.
- 10 Stead, B.— 1960. The gene action involved in the fertility restoration of Texas type cytoplasmic male sterile maize and its performance compared with normal cytoplasm. Ph. D. Thesis, Univ. Wisconsin, Madison, Wisconsin.