

## Tesis de Posgrado

# Estudios sobre esterilidad en maíces regionales de la Argentina

Gini, Emma María

1938

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias  
Naturales de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Gini, Emma María. (1938). Estudios sobre esterilidad en maíces regionales de la Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.  
[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0225\\_Gini.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0225_Gini.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Gini, Emma María. "Estudios sobre esterilidad en maíces regionales de la Argentina". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1938.  
[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0225\\_Gini.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0225_Gini.pdf)

**EXACTAS** UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UBA**

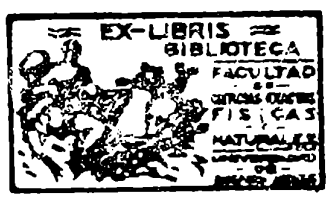
Universidad de Buenos Aires

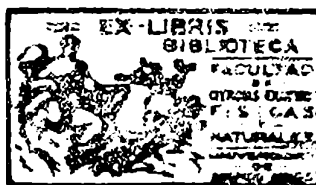
**TESIS**

de la ex-alumna **EMMA MARIA GINI**

para optar al grado de Doctora  
en Ciencias Naturales.-

*Tesis: 225*





ESTUDIOS SOBRE ESTERILIDAD

EN MAICES REGIONALES

DE LA ARGENTINA (1)

---

(1) Trabajo realizado bajo la dirección del Ing. S. Horovitz a quien agradezco el haberme facilitado el material y guiado en la elaboración de este trabajo.

S U M A R I O

## I

- A.- El maíz como material de estudio para análisis genéticos.
- B.- Cromosomas. Morfología. Aberraciones.
- C.- Mapa cromosómico.
- D.- Nomenclatura de los factores genéticos en el maíz.

## II.- ESTERILIDAD MASCULINA EN EL MAÍZ

- A.- Esterilidad producida por factores genéticos.
- B.- Esterilidad producida por un intercambio cromosómico.
- C.- Esterilidad producida por factores extranucleares.

## III.- ESTERILIDAD MASCULINA EN LOS MAÍZES REGIONALES ARGENTINOS

- A.- Material y método.
- B.- Esterilidad producida por factores genéticos.
- C.- Esterilidad producida por factores citoplásmicos.

## IV

- A.- Distribución geográfica de los distintos caracteres de esterilidad estudiados.
  - B.- Posibilidades de aplicación a la fitotecnia.
-

I

A.- El Maíz como material de estudio para análisis genéticos.

B.- Cromosomas. Morfología. Aberraciones.

C.- Mapa cromosómico.

D.- Nomenclatura de los factores genéticos en el maíz.

## A.- EL MAIZ COMO MATERIAL DE ESTUDIO PARA ANALISIS GENETICOS.-

Aunque los estudios genéticos con Zea mays son relativamente recientes, ha sido aceptada como planta experimental por el gran número de caracteres que posee, que hacen de ella un excelente organismo para análisis genéticos.

Entre las ventajas que posee esta especie, las más importantes son:

- a) es una planta anual, crece fácilmente en el campo y en invernáculo,
- b) la facilidad con que se efectúan las polinaciones, tanto en autofecundaciones como en cruzamientos,
- c) el número de granos obtenidos en una simple polinación que alcanza fácilmente varios centenares,
- d) la cantidad de caracteres que se expresan en plántula y hace posible el crecimiento de un gran número de individuos en un espacio pequeño y en corto tiempo,
- e) por los caracteres que intervienen en la textura del grano y en la coloración de la aleurona, albumen, pericarpio; etc.
- f) el número reducido de cromosomas que fácilmente permite localizar los genes,
- g) las ventajas que ofrece su citología en el proceso meiótico,
- h) la existencia de razas intercambiadas que ha permitido adelantar los estudios de citogenética.

Es de hacer notar que hasta el hallazgo de la nueva técnica en Drosophila para trabajos en cromosomas somáticos de glándulas salivares, fué el maíz la especie que mejor se prestó para los estudios citológicos de la herencia.

## B.- CROMOSOMAS.

Las primeras investigaciones sobre el número de cromosomas en maiz indicaban que éste no era constante en las distintas variedades observadas.

KUWADA (1911, 1915, 1919 y 1925) encontró que el número de cromosomas variaba de nueve a doce, y en las variedades azucaradas era generalmente mayor que en las amiláceas.

Se supuso que el número fundamental era doce para todas las variedades; sin embargo el mismo autor, en 1919, llega a la conclusión de que es diez.

Con el objeto de explicar las desviaciones observadas no solamente en distintas plantas, sino también en distintas células de la misma planta, se pensó que a veces ocurría una segmentación de algunos cromosomas, y que luego bajo ciertas condiciones podía ocurrir una refusión de los segmentos.

Investigadores posteriores, entre ellos LONGLEY (1924), determinaron que era diez el número constante de cromosomas. El mismo LONGLEY encuentra en 1925 un número mayor en algunas variedades azucaradas.

FISK (1925) en diferentes variedades de maiz halla veinte (diploide) como número constante exceptuando la variedad azucarada "Black Mexican".

KIESSELBACH y PETERSEN (1925) no observaban ninguna desviación de diez, como número constante.

REEVENS (1925) establece que de ocho variedades estudiadas, siete presentan diez pares de cromosomas durante la meiosis, y sólo una, la variedad "Black Mexican" doce pares.

RANDOLPH (1928) demuestra que la desviación observada en el número de cromosomas es debida a distintos tipos de cromosomas super-numerarios en ciertas variedades y razas, y que el número haploide

regular y constante es diez.

Morfología de los cromosomas.

La morfología típica de cada cromosoma permite identificarlo ya sea por su longitud, la posición relativa de región de inserción de la fibra del huso (que es sub-mediana) y otros caracteres estructurales visibles en ciertos estados.

Estos estudios pueden hacerse en división somática y meiótica, pero son preferibles las profases meióticas donde los cromosomas son filamentos largos y delgados y los detalles de su morfología más visibles.

En algunas razas los distintos cromosomas poseen protuberancias que son constantes en tamaño y posición y que se heredan con la misma exactitud que un gen.

El cromosoma sexto presenta características especiales que permiten reconocerlo fácilmente en profase. Consta de un brazo largo, y de otro más corto que se compone de las siguientes partes, enumeradas a partir de la región de inserción: una sección corta de naturaleza semejante al resto del cromosoma, una amplia región reticulada, otra casi no coloreada unida con la anterior al nucleolo, y por fin el satélite compuesto de cuatro cromómeros.

Los cromosomas del maíz han sido numerados de acuerdo a su longitud, siendo el nº 1 el más largo y el nº 10 el más corto.

Aberraciones cromosómicas.

Zea mays es una planta que se presta admirablemente para estudios citológicos. Todos los tipos de aberraciones cromosómicas se encuentran en ella ya sea producidas espontáneamente o por aplicación de rayos X.

Estas aberraciones pueden clasificarse en dos grupos: 1) razas con cromosomas supernumerarios: trisómicos, triploides, tetraploides, pentaploides y con cromosomas deficientes: 2) razas con el número normal



de cromosomas, pero morfológicamente modificados: inversiones, translocaciones, deficiencias, etc.

### TRISÓMICOS

Plantas que poseen un cromosoma de la serie en triplicado ( $2n+1$ ). Tres tipos de trisómicos han sido identificados en Datura por BLAKESLEE, BELLING y otros:

Trisómicos primarios: un miembro de la serie monoploide está representado en triplicado. De este tipo se han encontrado en Datura, Zea, Oenothera, Lycopersicum, Matthiola y en Drosophila melanogaster.

Estudiados citológicamente, presentan en diacinesis y en metafase I nueve bivalentes y un trivalente, o bien diez bivalentes y un monovalente; el monovalente puede encontrarse en la región del huso o bien en el citoplasma. En diacinesis no se encuentran círculos de tres puesto que los extremos de una V abierta o de una cadena de tres cromosomas no son homólogos. Solamente ocho de los diez posibles trisómicos primarios han sido aislados en maíz, en los descendientes de plantas triploides (MAC CLINTOCK, HILL, 1931).

Trisómicos secundarios: el cromosoma supernumerario es un miembro de la serie monoploide modificado, sus extremos son homólogos, observándose en diacinesis y en metafase I un círculo de tres o bien un bivalente y un monovalente unidos. Estos trisómicos se han encontrado en Datura, Matthiola; en Maíz existe solamente un trisómico secundario, del cromosoma quinto, formado por los dos brazos más cortos del par. (RHOADES, 1933).

Trisómicos terciarios: el cromosoma supernumerario está compuesto en parte de un miembro de la serie monoploide y la otra parte de otro miembro de la serie. Se han encontrado en Datura y Zea; dan en diacinesis una serie de configuraciones que corro-

boran la teoría que solamente los extremos homólogos se unen. Los trisómicos terciarios en Maíz derivan de plantas heterocigotas para una translocación recíproca.

### TRIPLOIDES

Cada uno de los miembros de la serie cromosómica está triplicado.

Se encuentran espontáneamente en la naturaleza o bien resultan del cruzamiento de un diploide por un tetraploide. El primer triploide en maíz fue hallado por RANDOLPH y MAC CLINTOCK en 1926.

### TETRAPLOIDES, OCTOPLOIDES

Contrariamente a los maíces haploides y triploides, que se originaron espontáneamente, los tetraploides y octoploides sólo se han obtenido experimentalmente por la aplicación del calor a las espigas en la primera división de la cigota. (RANDOLPH, 1932).

### CRÓMOSOMAS INERTES

Cromatina genéticamente inerte, que no lleva genes conocidos y cuya función se desconoce.

Este tipo de cromosomas supernumerarios ha sido llamado tipo B en contraposición con el complemento normal que RANDOLPH designa tipo A.

Estos cromosomas no forman asociaciones con ninguno de los normales del núcleo y no afectan en nada el vigor, tamaño y fertilidad de la planta.

El número es muy variable en las distintas razas de maíz; RANDOLPH en sucesivos cruzamientos acumuló en una planta más de veinte cromosomas del tipo B además de los 20 de tipo A.

Hay también cromosomas inertes tipo C, D y E, que se distinguen de los de tipo B por su menor tamaño y proceden de él por fragmentación.

Los cromosomas inertes se transmiten por los óvulos y el polen.

**INVERSION**

Los cromosomas bajo ciertas condiciones pueden sufrir roturas transversales en una o varias partes.

Si un segmento de cromosoma se une al mismo cromosoma que lo ha originado en sentido opuesto al que tenía primitivamente, se tiene una inversión. La región invertida puede ser un extremo del cromosoma o una sección media.

Genéticamente se manifiesta una inversión porque las relaciones de ligamiento se alteran.

El estudio citológico en razas de maíz con segmentos de cromosomas invertidos, permite observar los efectos de la inversión en el comportamiento sináptico de los cromosomas homólogos, los que efectúan movimientos para llevar las partes homólogas en sinapsis, presentando configuraciones especiales.

**TRANSLOCACION**

Cuando un segmento de un cromosoma se une a otro cromosoma se tiene una translocación. El número de cromosomas es normal, pero la morfología de dos de ellos está modificada. Las translocaciones pueden ser simples o recíprocas.

Simple: un segmento cromosómico se une a otro cromosoma.

Recíprocas: cuando hay intercambio de segmentos entre dos cromosomas.

Las translocaciones son muy frecuentes en maíz, pudiendo estudiarse en profase, donde los cromosomas presentan características morfológicas que los distinguen fácilmente.

El intercambio cromosómico produce semiesterilidad.

**DEFICIENCIA**

Los fragmentos de cromosomas pueden permanecer libres, dependiendo su comportamiento de que ellos incluyan o no la región de

inserción. Los que llevan esta región siguen formando parte de la serie cromosómica y los que carecen de ella se pierden.

La pérdida de un trazo de cromosoma origina una deficiencia. El estudio de deficiencias que llevan ~~fructos~~ genes conocidos ha hecho posible determinar la posición de esos genes en el cromosoma.

En más son muy frecuentes los casos de deficiencias.

---

### C.- MAPA CROMOSOMICO.

Actualmente se conocen más de 400 genes que influyen sobre las distintas partes de la planta de Maíz, aunque aproximadamente sólo en la mitad de los casos está bien determinado el cromosoma en que se encuentran.

Se han establecido diez grupos de  $g$  factores ligados, cada uno de los cuales ha sido posible identificarle con un cromosoma distinto, de los 10 que la planta posee. Esto ha sido posible dadas las ventajas que presenta el maíz para esta clase de estudios: número bajo de cromosomas; el "crossing over" ocurre aproximadamente con igual frecuencia en la esporogénesis y megasporogénesis; el empleo de plantas trisómicas y el estudio citológico de deficiencias de genes conocidos.

El mapa que se da a continuación ha sido publicado en "Corn Letters" de Marzo de 1938.



D.- NOMENCLATURA DE LOS FACTORES GENÉTICOS EN EL MAÍZ.-

Los investigadores que trabajan en maíz han adoptado un sistema uniforme de nomenclatura genética.

En general el nombre del factor hereditario sugiere una de sus características principales. El símbolo está dado por la letra inicial del nombre, inglés o latino, sola o bien acompañada por otra conveniente del mismo.

Caracteres fenotípicamente similares, de constitución genética distinta, tienen el mismo nombre y símbolo, seguido de un sub-índice numérico. Así por ejemplo, los genes para esterilidad masculina ("male sterile" =  $MS$ ) se designan:  $MS_1$ ,  $MS_2$ ,  $MS_3$ , etc.

Las series alelomórficas tienen como base el mismo símbolo, diferenciándose en la letra que llevan como exponente. Así, por ejemplo, el color de pericarpio y mazorca se debe al gen principal  $P$ , pero existen una serie de alelomorfos que dan distintos colores:  $P^{WR}$ ,  $P^{VV}$ ,  $P^{OW}$ , etc.

El alelomorfo normal de un factor recesivo se designa con el signo  $+$ , o por el mismo símbolo con la letra inicial mayúscula; si el carácter considerado es dominante, la letra inicial del símbolo es mayúscula, y su alelomorfo normal tiene símbolo con minúscula o el signo  $+$ .

La nomenclatura seguida para designar los distintos factores que se estudian en este trabajo es provisoria. El símbolo es el mismo que el utilizado por los genetistas norteamericanos, estando los índices formados por las dos últimas cifras del año en que apareció el carácter, seguido por una letra de acuerdo al orden de aparición. Así, por ejemplo,  $MS_{33a}$ ,  $MS_{33b}$ ,  $MS_{35c}$ , etc. Esta nomenclatura responderá a la utilizada por los norteamericanos cuando los trabajos de alelomorfismo aclaren la constitución genética de cada factor.

IIESTERILIDAD MASCULINA EN EL  
MAIZ

Los distintos tipos de esterilidad masculina del maíz que producen una esterilidad parcial o total de la panoja sin afectar generalmente en nada la fertilidad de la espiga pueden reunirse en tres grupos en la siguiente forma:

- A.- Esterilidad producida por factores genéticos: *as*, *ms*, *po*, *st*, *va*, *wa*;
- B.- Esterilidad producida por un intercambio cromosómico (translocaciones): semiesterilidad.
- C.- Esterilidad producida por factores extranucleares; herencia citoplásmica.



A.- ESTERILIDAD PRODUCIDA POR FACTORES GENETICOS.-

as ("asynaptic"), asináptico (BEADLE and MC CLINTOCK, 1928; BEADLE, 1930). Caracterizado por la falta de asociación de los cromosomas homólogos durante la primera división meiótica.

ms ("male sterile"), esterilidad masculina (EYSTER, 1921; SINGLETON and JONES, 1930; BEADLE, 1932). Es el tipo de esterilidad más frecuente en maíz, que produce una completa esterilidad de la panoja sin afectar la fertilidad de la espiga.

En general se caracterizan por la degeneración de los microsporcitos después de las dos divisiones meióticas, que son normales; ms<sub>1</sub>, ms<sub>2</sub> y ms<sub>3</sub> tienen un comportamiento citológico distinto. En ms<sub>1</sub> la degeneración de los microsporcitos ocurre antes y después de la metafase I, en ms<sub>2</sub> y ms<sub>3</sub> la meiosis rara vez es completa, la degeneración comienza desde los primeros estados de profase, existiendo algunas células con meiosis completa pero falta la citocinesis entonces durante la primera división.

Las panojas de las plantas ms son en general más delgadas y esbeltas que las normales; anteras a veces deformadas, exertas o no, y conteniendo en algunos casos un cierto porcentaje de polen fértil.

pq ("polymitotic"), polimitótico (BEADLE, 1931). Esterilidad ocasionada por las divisiones supernumerarias que sufren las microsporas.

La primera y la segunda división meiótica son normales, resultando de ellas el cuarteto de esporas, cada una con su núcleo. Cada espora se divide distribuyéndose los cromosomas al azar, sin hendirse longitudinalmente; las células que resultan tienen un número de cromosomas menor que el haploide. Las células siguen dividiéndose

varias veces y el número de cromosomas reduciéndose; a veces algunas poseen un sólo cromosoma y a veces fragmentos cromosómicos. Se hereda como un factor recesivo simple.

st ("sticky chromosome"), cromosoma viscoso (BEADLE, 1932). Plantas con cromosomas meióticos aparentemente más viscosos que en las plantas normales. La meiosis muy irregular: aumenta la frecuencia de las translocaciones, las *mix* no-disyunciones, etc.

va ("variable sterile"), esterilidad variable (BEADLE, 1932). Plantas que se caracterizan por la falta de división citoplásmica en la meiosis de algunos microsporocitos y una distribución irregular de los cromosomas. Algunas células poseen el número normal de cromosomas. Las espiguillas están irregularmente distribuidas en la panoja. Algunas anteras contienen una cantidad variable de polen fértil; sin embargo, muchas de éstas no arrojan su contenido, probablemente a causa de la insuficiente presión interna para provocar la dehiscencia. Esta esterilidad variable se hereda como un factor recesivo simple.

wa ("warty anthers"), anteras verrugosas (BEADLE, 1932). Anteras deformadas en algunas regiones por la degeneración del tejido esporocítico. El momento exacto de la degeneración con relación a los estados meióticos no ha sido establecido, pero es posible que comience al producirse la sinapsis. En este estado las anteras presentan abultamientos en las regiones donde el tejido no va a degenerar, desarrollándose normalmente y originando granos de polen fértiles.

## B.- ESTERILIDAD PRODUCIDA POR UN INTERCAMBIO CROMOSOMICO.-

Semisterilidad (BRINK, 1927). Se caracteriza porque aproximadamente la mitad de los óvulos y granos de polen abortan. Este tipo de esterilidad está asociada con un intercambio de segmentos de dos cromosomas no homólogos. Su estudio citológico revela la presencia de ocho cromosomas bivalentes y un círculo de cuatro, en diacinesis y en metafase I, en lugar de diez bivalentes como en las plantas normales. La disyunción de los cuatro miembros del círculo en anafase I produce combinaciones no viables más o menos en la proporción de 50 %.

Autofecundando una planta semiestéril se obtienen tres tipos de plantas: normales, semiestériles y homocigotas para el intercambio, en la proporción 1:2:1.

## C.- ESTERILIDAD PRODUCIDA POR FACTORES EXTRANUCLEARES.-

Esterilidad citoplásmica (RHOADES, M.M., 1933). En este caso es el citoplasma y no el núcleo el que transmite el carácter a la descendencia. Cruzamientos con "testers" de todos los cromosomas demuestran que no existe ligamiento con ninguno de los factores usados. La meiosis es normal, la degeneración del polen generalmente se produce antes de la primera división vegetativa del núcleo. Se ha comprobado que este tipo de esterilidad masculina no es ocasionado por virus, exprimiendo panojas estériles e inyectando ese jugo a plántulas normales.

Además de estos, hay otros factores genéticos que influyen en distintas partes de la planta y que por sus características especiales producen una esterilidad masculina total o parcial:

ad ("adherent"), adherente. Las ramas laterales de las panojas están adheridas a la rama central; sólo las anteras situadas exteriormente dan polen. Esto hace que estas plantas se comporten como parcialmente estériles.

an ("anther-ear"), espiga con anteras. En estas plantas se desarrollan anteras en la inflorescencia femenina. Frecuentemente no dan polen.

d ("dwarf"), enana. Plantas de tamaño pequeño. Generalmente la inflorescencia masculina es compacta, espiguillas con anteras normales, pero que no dan polen, salvo en algunos casos una pequeña cantidad.

si ("silky ear"). Estilos supernumerarios en la espiga y algunos en la panoja. Polen escaso.

tp ("Teopod"). Planta con muchos macollos y hojas angostas. Las panojas son pequeñas, a veces reducidas a un simple raquis. Dan muy poco polen.

ts ("tassel-seed"), semilla en la panoja. La inflorescencia masculina desarrolla estilos, estando a veces completamente desprovistas de anteras, siendo las plantas total o parcialmente estériles.

"weak tassel", panojas débiles. Las panojas están poco desarrolladas, llevan espiguillas aisladas que no dan polen.

IIIESTERILIDAD MASCULINA ENLOS MAICES REGIONALESARGENTINOS

A.- Material y método.-

B.- Esterilidad producida por factores genéticos.-

C.- Esterilidad producida por factores citoplásmicos.-

**A.- MATERIAL Y METODO.-**

El estudio de la esterilidad masculina en los maíces regionales argentinos, fué iniciado en el Instituto de Genética de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires en el año 1934. Se prosiguió allí hasta el año 1937, continuándose en el año 1938 en el Instituto Fitotécnico Santa Catalina, siempre bajo la dirección del Ing. S. Horovitz.

Todos los casos de esterilidad masculina estudiados proceden de distintas regiones del país.

La investigación fué encarada de acuerdo al siguiente plan:

- 1º) Determinar en cada caso si es un carácter mendeliano o citoplásmico.
- 2º) Ensayos de alelomorfismo entre los distintos fenotipos hallados en los maíces argentinos y los genes norteamericanos ya conocidos.
- 3º) Estudios citológicos.
- 4º) Estudios genéticos.
- 5º) Distribución geográfica de los distintos caracteres de esterilidad estudiados.
- 6º) Posibilidades de aplicación a la fitotecnia.

Los distintos tipos de esterilidad masculina son: aa, aa y esterilidad citoplásmica. Los dos últimos son los más frecuentes.

El número de casos aparecidos en los distintos tipos es posible que quede reducido cuando se completen los ensayos de alelomorfismo.

Los hallados en el año 1934 proceden de diversas espigas autofecundadas de 33.513, maíz amargo blanco de Entre Ríos que segregaba granos defectivos.

Los del año 1935 se originaron en pedigrees, que segregaban otros factores genéticos, procedentes de San Luis y Salta.

Los ms de 1933, se comenzaron a estudiar en 1935. Originarios en su mayor parte de G-907, maíz amargo blanco de Entre Ríos, fueron hallados por los Ing. S. Horowitz y A.E. Marino.

Del 1936, sólo hay uno, MS36a, y procede de Entre Ríos, de un maíz amargo blanco. Del año 1937, MS37a, MS37b, MS37c, originarios de Entre Ríos y Salta. El análisis genético no está todavía bastante adelantado como para decir a qué tipo de esterilidad pertenecen estos caracteres.

En la descripción de cada uno de ellos, se considera el origen, descripción del carácter, comportamiento citológico y genético, y los resultados de los ensayos de alelomorfismo.

La ms técnica de las autofecundaciones y cruzamientos es la empleada en el Instituto de Genética y en el Instituto Fitotécnico Santa Catalina, cuya descripción puede encontrarse en "Bibliographia Genetica", tomo XI, y en un trabajo reciente del Ing. A.E. Marino, "Herencia del color de aleurona en el maíz piamentés" Bol. Técnico N° 5. del Inst. Exp. de Invest. y Fom. Agric. Gan. de Santa Fe, 1937.-

### Técnica citológica

Las observaciones citológicas fueron hechas en la meiosis de los microsporocitos.

La técnica seguida consta de las siguientes fases:

- 1.- Toma de muestras.
- 2.- Fijación.
- 3.- Coloración.
- 4.- Preparación.

#### 1. Toma de muestras

Para tomar muestras de anteras antes que éstas hayan llegado a su madurez, se saca una parte de la inflorescencia masculina antes de su aparición al exterior. La operación se efectúa practicando una

incisión en el tallo, longitudinalmente, sacando cuidadosamente una parte de la panoja; luego se aproximan los bordes de la incisión, se envuelve el tallo con papel engomado en esa zona, al cabo de unos días se quita el papel engomado para no entorpecer el desarrollo de la espiga. Envolver el tallo con el papel engomado tiene por objeto que el resto de la panoja siga desarrollándose y se pueda utilizar el polen en las operaciones que sea necesario realizar.

Un sólo individuo produce abundante material en una sola toma de muestra como para poder observar todos los estados desde profase hasta granos de polen.

El maíz ofrece la ventaja que la inflorescencia masculina de una sola planta puede utilizarse como material citológico y como material genético sin perjudicar el desarrollo normal de la misma.

## 2.- Fijación.-

El material obtenido en la forma anteriormente descrita se fija en una mezcla de ácido acético glacial y alcohol absoluto en la proporción: ácido, 1 parte; alcohol, 3 partes. El fijador se prepara en el momento de tomar la muestra.

El material puede mantenerse en este fijador durante varias semanas, aunque es preferible usarlo dentro de las 12 a 24 horas de fijación; se obtienen preparaciones mejores y los cromosomas resultan coloreados más intensamente.

Cuando el material quiere conservarse algún tiempo se pasa a alcohol 70° después de permanecer 2 o 3 días en el fijador.

## 3.- Coloración.-

El colorante empleado es el carmín acético de BELLING.

## 4.- Preparaciones.-

Las anteras extraídas de las espiguillas y colocadas en un porta-



objetos en una gota de carmín acético, se parten por la mitad, se saca su contenido con agujas de disección. Los fragmentos de tejido de la antera se extraen, y si es necesario se agrega una gota más de carmín acético.

Después de colocar el cubre-objeto, la preparación se pasa rápidamente varias veces por la llama. Este calor suave tiene por objeto aumentar el contraste entre los cromosomas y el citoplasma, y la adhesión de los esporocitos al porta y cubre-objeto.

La preparación se bordea entonces con una mezcla de cera y parafina y en estas condiciones puede conservarse varios días.

Durante el procedimiento descrito es necesario tener mucho cuidado para evitar ~~en~~ aplastar las células, cuyas paredes se rompen muy fácilmente, protegiéndolas contra cualquier presión.

Es muy importante la cantidad de carmín acético empleada, si no hay bastante el cubre-objeto estará demasiado apretado contra el porta-objetos y las células se aplastan. Es preferible que haya un exceso de solución que se puede sacar después con un papel absorbente.

El método del carmín acético tiene grandes ventajas. Las preparaciones se hacen rápidamente, su técnica es muy sencilla y en una sola preparación están incluidas un gran número de células en buenas condiciones de observación. Además los cromosomas quedan perfectamente teñidos y contrastan admirablemente con el citoplasma, que no se colorea nada o sólo muy tenuemente.

#### Determinación de esterilidad del polen

Las observaciones de los granos de polen maduros para determinar el porcentaje de granos estériles fueron hechas empleando como reactivo el líquido de Lugol. Cuando los granos de polen son fértiles se colorean en azul, y los estériles no se colorean. Además los granos estériles son en general arrugados.

**B.- ESTERILIDAD PRODUCIDA POR FACTORES GENETICOS.-**

En general puede decirse que todos los casos de esterilidad estudiados se caracterizan porque las anteras maduras no contienen granos de polen. Las espiguillas en algunos casos se abren y en otros no.

Los espigas son casi siempre fértiles, algunas poseen granos abortivos y solamente las espigas del asináptico son estériles. Dependen de factores mendelianos simples:

**MS34a**

**MS33a**

**MS33b**

**MS34a**

**MS34b**

**MS35a**

**MS35c**

**MS35f**

ms34f.

A continuación se describe el fenotipo y el comportamiento citológico y genético de cada uno de ellos.-

Asinápticoas<sub>34a</sub>

Origen. Procede de 34.1015, maíz amargo blanco de Entre Ríos. La espiga autofecundada segregaba plantas asinápticas en la proporción: normales: 17; as: 7.

Descripción del carácter. Las plantas asinápticas se caracterizan por la parcial o total falta de sinapsis durante la profase de la primera división meiótica.

Se distinguen fácilmente de las plantas normales por la panoja estéril. Las espiguillas se abren y las anteras bien desarrolladas no salen al exterior, contienen granos de polen estériles y un pequeño porcentaje de granos fértiles.

Las espigas tienen muy pocos granos cuando han sido polinizadas con polen de plantas normales.

Las plantas as y ms tienen panojas estériles y en el campo presentan el mismo aspecto en el momento de la floración. Sin embargo el factor as no puede ser confundido con los factores ms; en plantas asinápticas la causa de la esterilidad es cromosómica y afecta la formación de óvulos y granos de polen; en plantas ms la esterilidad está limitada a la panoja y resulta de la degeneración de las microsporas.

Alelomorfismo. Los ensayos de alelomorfismo con as<sub>1</sub> y as<sup>x</sup>, descubiertos en los Estados Unidos, demostraron que es distinto de éstos.

Comportamiento citológico. Los estudios en las meiosis en plantas asinápticas fueron hechos en microsporogénesis.

En la meiosis normal del maíz se observan las siguientes etapas:

Las diacinesis muestran diez pares de cromosomas; en este momento la membrana nuclear desaparece y la naturaleza bivalente de los cromosomas no es muy nítida, pues están contraídos; sin embargo esto es más evidente en la metafase cuando comienza la disyunción anafásica. En ese momento los bivalentes tienen una forma característica, afina-

da en las regiones de unión con la fibra del uso. Las anafases muestran claramente la doble naturaleza de cada cromosoma del par, frecuentemente antes que ellos estén completamente separados. Las telofases pasan en una típica interfase en que los cromosomas pierden su individualidad.

En la profase de la segunda división, los cromosomas presentan formas características que pueden ser de M o de X, y una marcada contracción de la cromatina que continúa hasta llegar a ser pequeñas X o H. La forma de los cromosomas en M-II depende grandemente de su contracción en ese estado, lo mismo la A-II. De la división segunda resultan cuatro esporas. Este es el comportamiento meiótico regular que se observa en maíz.

#### Meiosis en plantas asinapticas.

Primera división: en las profases el núcleo se presenta como una masa más o menos compacta de hilos delgados y más numerosos que en las profases normales. Esta condición revela una falta de sinapsis de los cromosomas homólogos, que se hace más evidente en los últimos estados de la profase y en diacinesis, donde ya se cuentan veinte monovalentes. Frecuentemente uno o más pares de cromosomas hacen sinapsis, observándose bivalentes y monovalentes en la misma diacinesis.

En metafase se observan veinte ~~par~~ monovalentes, aunque es muy común encontrar monovalentes y bivalentes en número variable.<sup>Fig 1</sup> En anafase la distribución de los cromosomas es muy irregular, el número que va a cada polo de la célula es muy variable.<sup>Fig 2</sup> Durante la primera división es frecuente observar varios husos en una misma célula, alejados unos de otros o bien unidos en alguna región, cada uno con un número, y posición de cromosomas, distintos.<sup>Fig 3, 4, 5</sup> Algunos cromosomas se encuentran esparcidos por el citoplasma. Como consecuencia de la presencia de varios husos, la primera división meiótica conduce a la formación de varias células y no de dos como usual-

mente ocurre. Algunas veces las células que resultan de la primera división presentan degeneración de los núcleos.

Segunda división: es comunmente normal o casi normal, observándose tambien en ella la formación de varios husos, fig. 6.7.3.

Las dos divisiones comunmente dividen el microsporocitos en células cuyos núcleos contienen menos de diez, diez o más de diez cromosomas. Las esporas con diez cromosomas son viables.

Se encuentran frecuentemente pequeños cromosomas durante las dos divisiones, que puede suponerse se originan por fragmentación.

BEADLE(1933), en un estudio más detallado de las profases en plantas asinópticas considera que la característica de las mismas no es producida por la falta de sinapsis inicial, sino parece deberse a la separación de los cromosomas homólogos, sin formación de quiasmas, ocasionada por disturbios en el mecanismo meiótico; hay una correlación entre el número de bivalentes en metafase y el número de quiasmas.

Comportamiento genético: en  $F_2$  se ha presentado como un carácter mendeliano recesivo .

---

234a

Fig. 1.- Metafase I con veinte cromosomas monovalentes.

Fig. 2.- Anafase I con distribución irregular de los cromosomas: 12+8.

Fig. 3.- Metafase I. Diez cromosomas bivalentes distribuidos en dos husos, 7 en uno y 2 en otro, y un cromosoma en el citoplasma.

Fig. 4.- Célula con doble número de cromosomas (bivalentes y monovalentes).

Fig. 5.- Metafase I. 5 bivalentes y 10 monovalentes distribuidos en dos husos y en el citoplasma.

Fig. 6.- División II. Célula con tres cromosomas.

Fig. 7.- División II. Formas irregulares de los cromosomas (4 monovalentes, 3 bivalentes y 2 fragmentos).

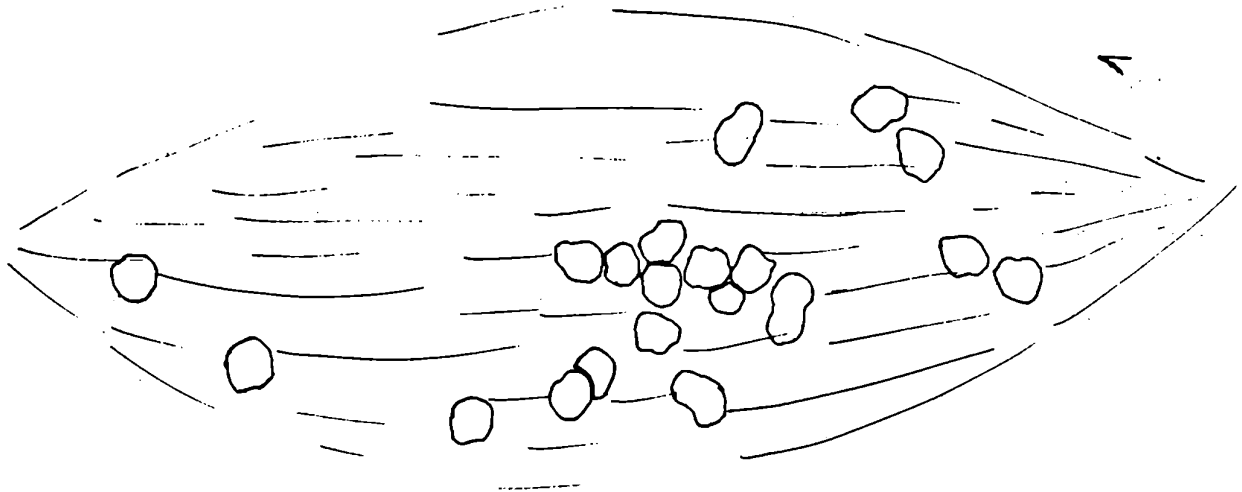
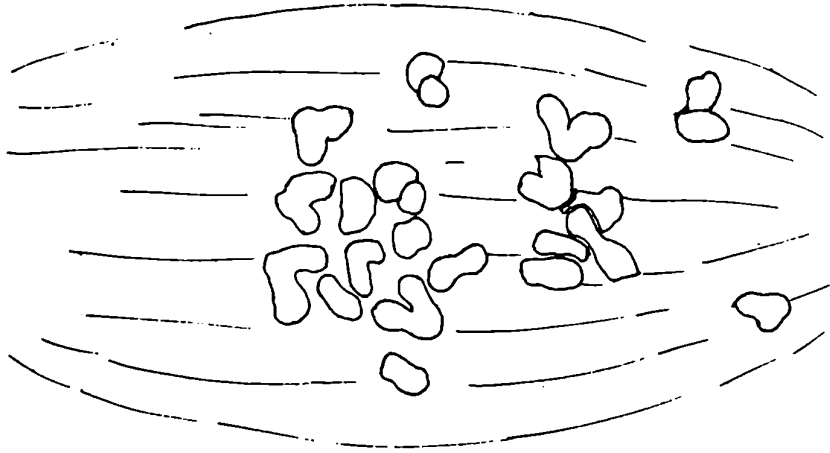
Fig. 8.- División II. Célula con 3 husos, y 7 cromosomas.

---

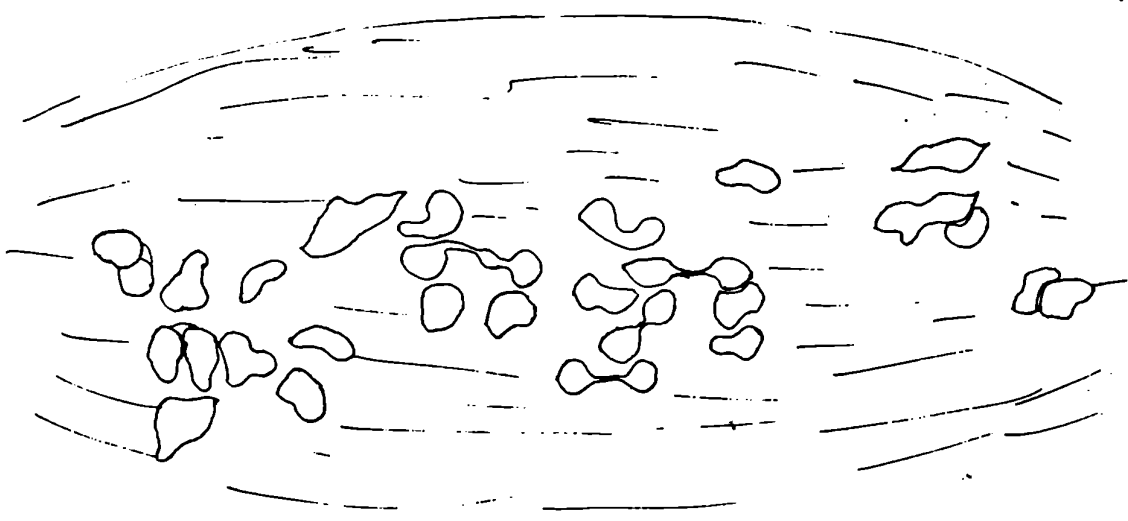
Fig. 1-5 y 7, 8 aproximadamente x 1.800.  
Fig. 6 aproximadamente x 900.

---

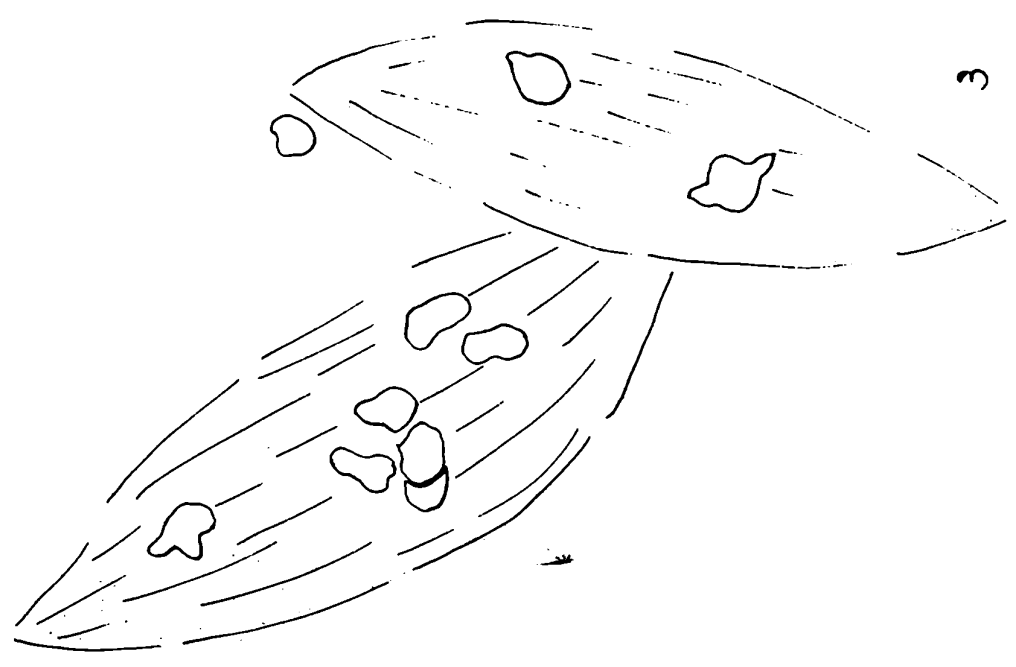
2



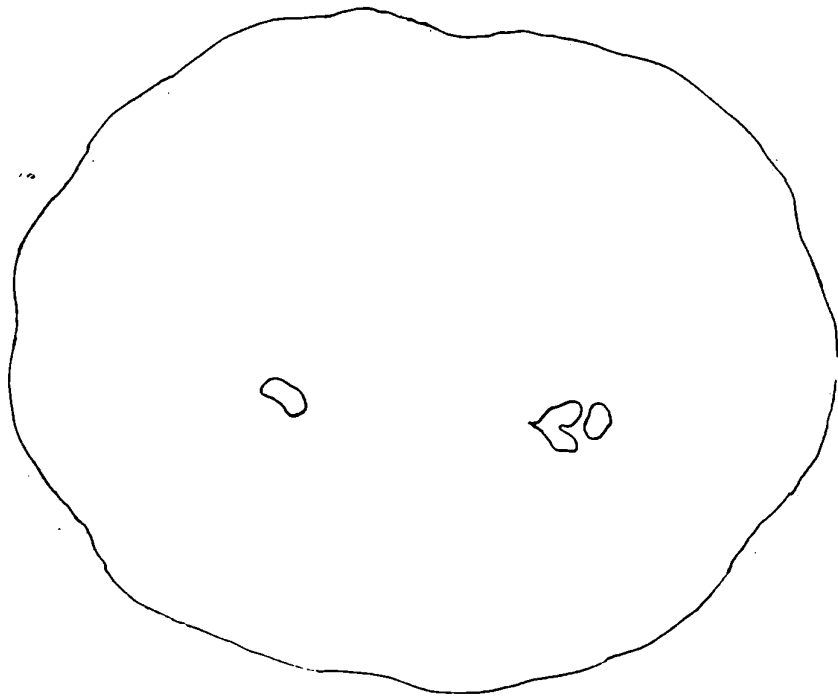
4



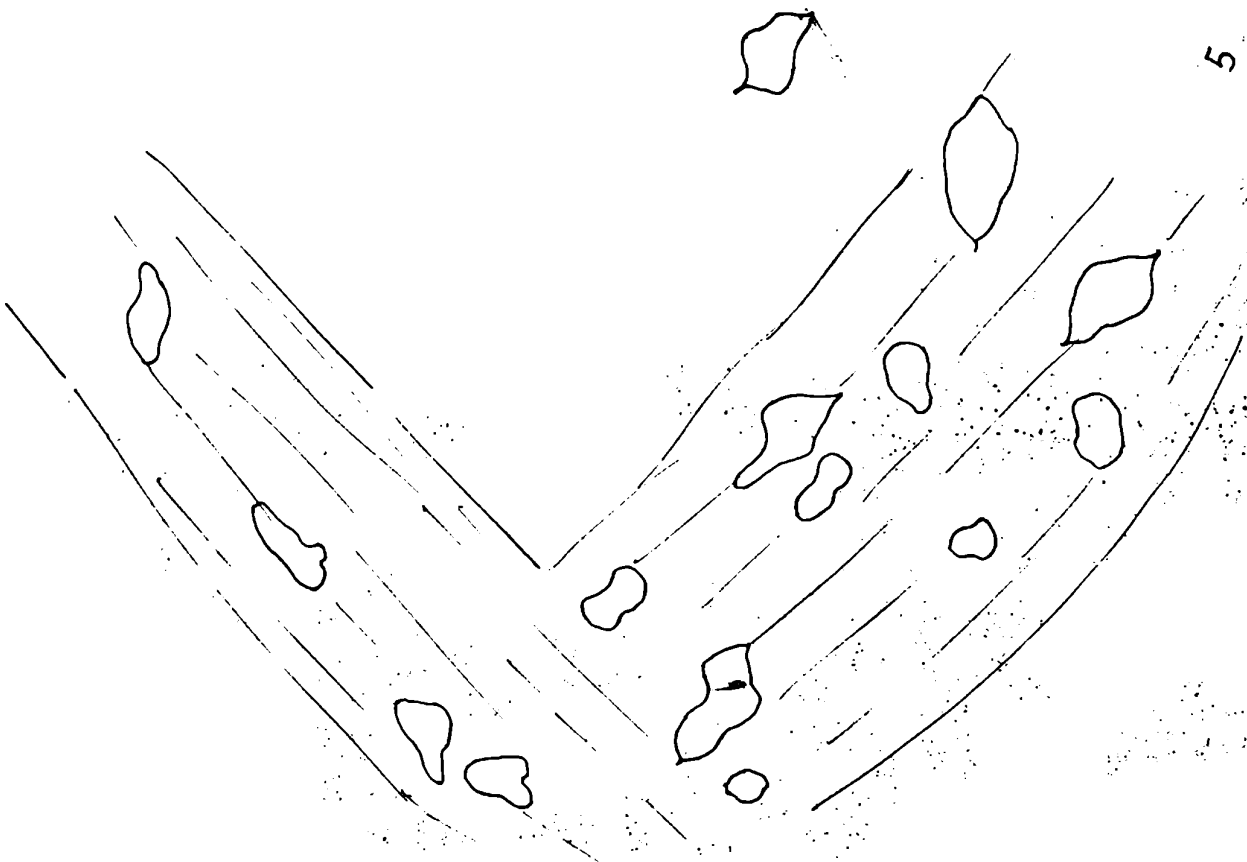
3





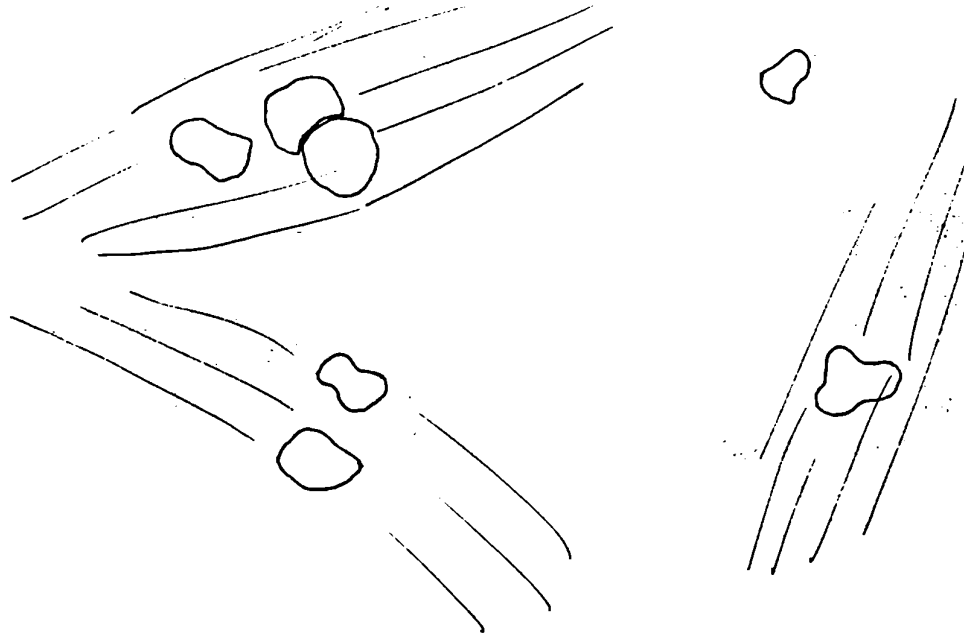


6

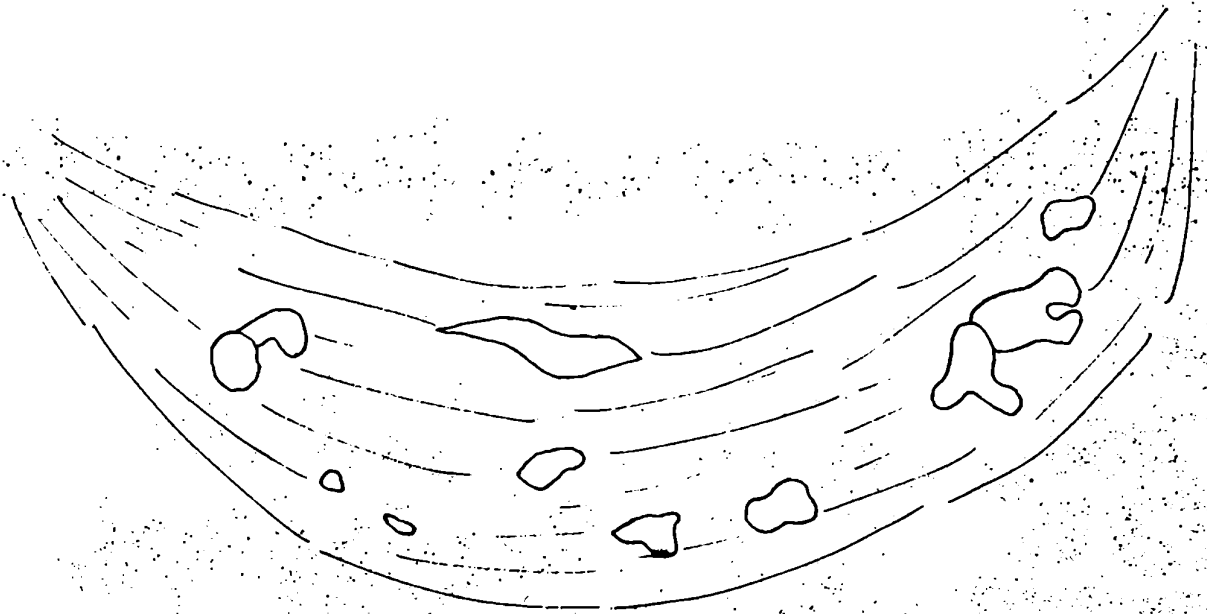


5

8



7



**MS<sub>33a</sub>**

Origen: procede de G-901, una espiga de Salta que segregaba color de aleurona (púrpura, rojo, blanco y Enf ) y originó los pedigrées 33.316, 33.317 y 33.318, los que segregaron ms en las siguientes proporciones:

		<u>MS</u>	<u>Ms</u>
33.316	Púrpuras	8	4
33.317	Rojos	1	5
33.318	Blancos	1	1

Estos datos, del año 1933, pertenecen al Ing.Agr. Antonio E. Marino.

Descripción del carácter: la clasificación de MS<sub>33a</sub> en el campo es fácil, las panojas son abiertas, las ramas laterales decumbentes. Las espiguillas se abren, pero las anteras, de tamaño normal, no exsertas, no contienen granos de polen cuando están maduras. Algunas anteras contienen polen pero es completamente estéril.

Alelomorfismo: en las pruebas de alelomorfismo, MS<sub>33a</sub> resultó distinto de MS<sub>2</sub>, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 34, 37, 39, 35a, 35e'

Comportamiento citológico: el desarrollo de la meiosis es normal, llegando a la formación típica del cuarteto de esporas.

Comportamiento genético: Las plantas ms aparecidas en el año 1933 fueron cruzadas con normales (o heterocigotas) de los otros pedigrées que segregaban Ms. Al año siguiente no se hicieron autofecundaciones, sino "sibs" entre las plantas heterocigotas, originándose en 1935 varios pedigrées que segregaron ms en las siguientes proporciones:

		<u>M<sub>1</sub></u>	<u>M<sub>2</sub></u>	<u>No clasif.</u>
35.1218	Púrpuras	4	2	1
35.1219	Púrpuras	5	4	0
35.1220	Amarillos	2	3	0
35.1221	Rojos	1	3	0
35.1222	Amarillos	5	2	0
35.1224	Púrpuras	8	3	1
35.1225	Rojos	6	8	4
<b>Totales:</b>		<u>31</u>	<u>24</u>	<u>6</u>

En los siguientes años, las plantas m<sub>1</sub> fueron cruzadas con "testers" y con los m<sub>1</sub> norteamericanos y argentinos. Naturalmente, en los ensayos de alelomorfismo, se debió usar por lo menos uno de los padres en estado heterocigoto. En las F<sub>2</sub> observadas este año, el carácter sigue comportándose como mendeliano.

---

**Ma<sub>35b</sub>**

Origen: procede de 33.412, maíz amarillo común.

Descripción del carácter: las panojas de las plantas **Ma<sub>35b</sub>** son compactas, las ramas laterales adheridas a la rama central, tienen aspecto semejante al de las plantas "adherentes" (ad). Las espiquillas se abren, las anteras son exsertas y contienen granos de polen de tamaño normal pero estériles. Plantas vigorosas .

Alenomorfismo: distinto de **Ma<sub>2</sub>**, 11,20.

Comportamiento citológico: Las dos divisiones meióticas son normales.

Comportamiento genético: en el año 1935 los granos de una espiga autofecundada el año anterior dieron la siguiente segregación:

**Ma: 17; Ms: 6.**

indicando que se trata de un factor mendeliano simple.

---

M<sub>2</sub>34a

Origen: proceden de 34.1010, maíz amargo blanco de Entre Ríos.  
Una espiga autofecundada segregó:

M<sub>1</sub>: 10; M<sub>2</sub>: 19

Descripción del carácter: las plantas M<sub>1</sub> tienen panojas bien desarrolladas, las espiguillas son aplastadas, llevan anteras que no tienen granos de polen. Una de las plantas M<sub>2</sub> tenía polen rojizo y de distinto tamaño.

Comportamiento citológico: la meiosis es normal. La planta N<sup>o</sup> 20 de dicho pedigree tenía un cromosoma supernumerario. En diacinesis, <sup>fig 9</sup> y metafase primera <sup>fig 10</sup> se cuentan diez bivalentes más un monovalente, y en anafase primera diez más once. <sup>fig 11</sup> La presencia de ese cromosoma monovalente no afecta el desarrollo de la meiosis ni puede considerarse como la causa de la esterilidad dado que es la única planta M<sub>1</sub> que lo lleva. Todas las plantas M<sub>2</sub> del pedigree tienen diez cromosomas bivalentes.

Se puede suponer que el cromosoma supernumerario es homólogo de alguno de la serie haploide, en ese caso tendríamos un trisómico primario. También podría ser un fragmento de cromosoma o bien cromatina inerte. En ninguna de las células <sup>fig 12</sup> observadas el cromosoma supernumerario se encuentra asociado con alguno de los cromosomas, lo que hace suponer que no se trata de un trisómico primario. Por su aspecto <sup>fig 12</sup> parece ser cromatina inerte.

Comportamiento genético: en el año 1935 la planta 34.1010 N<sup>o</sup> 20

( $2n+1$ ,  $2n+1$ ) produjo plantas completamente fértiles y la tercera parte de ellas resultaron  $2n+1$ .

Las plantas con cromosomas supernumerarios se cruzaron con algunas razas de maíz norteamericano que tienen cromosomas intercambiados. En el año 1936 no germinó ningún grano, y fué necesario, para recuperar el gen, sembrar las semillas que quedaban del año 1935.

---

**ME<sub>34a</sub>**

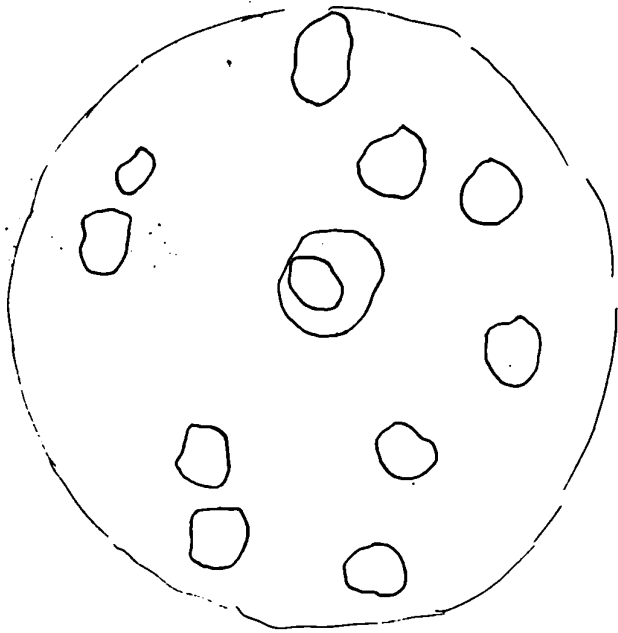
**Fig. 9<sub>a</sub>**- Diacinesis. 10 bivalentes y 1 monovalente. x 1.800.

**Fig. 10<sub>a</sub>**- Metafase I. 10 bivalentes y 1 monovalente. x 1.800.

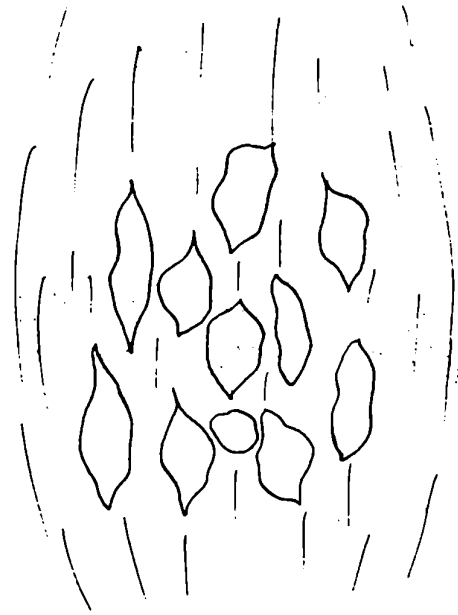
**Fig. 11<sub>a</sub>**- Anafase I. 10+11. x 1.800.

---

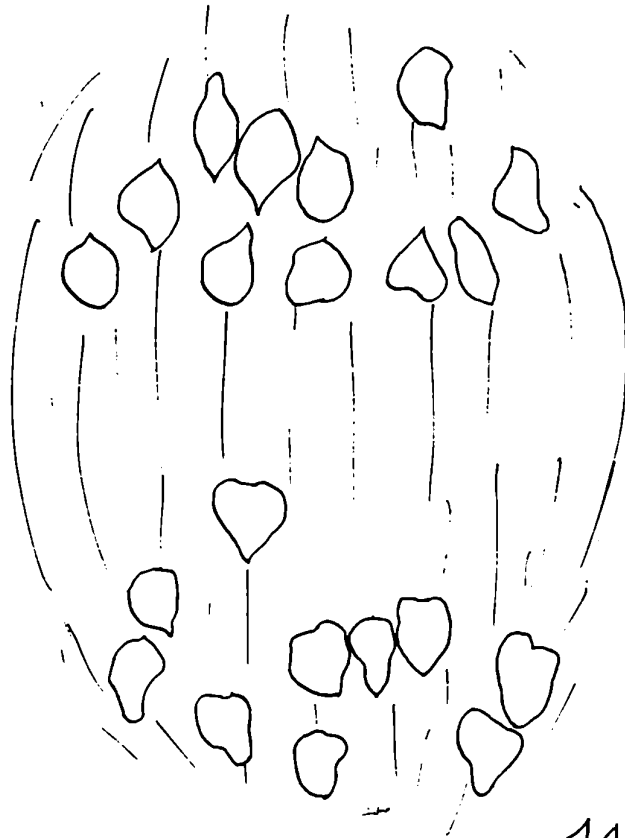




9



10



11

**Ma<sub>34a</sub>**

Origen: procede de 34.1012, maíz amargo blanco de Entre Ríos. Una espiga autofecundada segregó

Ma: 16; Ms: 4.

Descripción del carácter: las panojas de las plantas Ma<sub>34a</sub> son algo compactas, las espiguillas se abren en algunas plantas, las anteras son deformadas y no tienen granos de polen.

Comportamiento citológico: meiosis normal.

Comportamiento genético: en 1935, de los cruzamientos y "sibs", sólo los "sibs" producen plantas Ma, por lo que puede pensarse que se trata de un carácter mendeliano recesivo.

En 1936 no germinó ningún grano de los cruzamientos del año anterior. Para recuperar el gen se sembraron semillas del año 1934 y en 1937 la  $F_1$  de los cruzamientos con dos "testers" dieron plantas normales (37.3326 y 3327), confirmandose lo observado en el año 1935.-

---

**M-342**

Origen: procede de 34.1000, maíz de San Luis.

Descripción del carácter: plantas débiles de color verde claro, panojas pequeñas, cuyas espiguillas, de mayor tamaño que las normales, se parecen a las del "tunicata".

Las observaciones de los granos maduros de algunas plantas revelaron la presencia de granos rojizos al Lugol en lugar de azules; las plantas que los llevaban eran parcialmente estériles.

Comportamiento citológico: las observaciones citológicas fueron hechas en la meiosis de las plantas N° 15, 28 y 34. Todas estas plantas poseían un número de cromosomas mayor de diez y la meiosis era muy irregular. ~~xxx~~

Las profases y las diacinesis son normales, salvo en lo que respecta al número de cromosomas.

En M-I es cuando se observan las mayores irregularidades. En general los cromosomas se encontraban amontonados en la placa ecuatorial formando casi una masa compacta que no permitía individualizarlos y varios monovalentes, o fragmentos de cromosomas, distribuidos en el citoplasma. <sup>pg 19</sup> En muchas células los cromosomas metafásicos estaban distribuidos en dos grupos y en distintos lugares del citoplasma.

Además de estas anomalías, gran número de células, después de la primera división meiótica, tenían menos de diez cromosomas, <sup>pg 21</sup> y algunas sólo apenas una pequeña mancha de cromatina. <sup>pg 22</sup> Estas células con menos de diez cromosomas, como es sabido, no originan esporas viables.

Las esporas son de tamaño muy variable.

En la planta N° 28, además de esas irregularidades, se observaba fusión del citoplasma en células adyacentes dando origen a plasmodios con más de dos núcleos, pudiendo estar éstos en distintos estados de división. *fig. 13.*

El número de cromosomas, que se pudo observar bien en cada una de estas tres plantas a pesar de todas las anomalías descritas, resultó ser de doce bivalentes (12), *fig. 20, 23.*

La planta N° 28 fue posible autofecundarla. Su descendencia, en el año 1935, era fenotípicamente igual a la planta originaria. La meiosis presenta menos irregularidades, no se observan plasmodios. Hay más uniformidad en el tamaño de las células y en la configuración de los cromosomas. La planta 35.1057 (16) en M-I <sup>*fig. 12*</sup> tiene 11 bivalentes, y en A-I, 11+11. <sup>*fig. 13*</sup> La planta 35.1057 (5), en M-I, tiene 12 bivalentes o bien 11 bivalentes y dos monovalentes, y en A-I, 11+13 o bien 12+12, *fig. 14, 15, 16, 17.*

Estos resultados son consecuencia de la distribución de los cromosomas en A-I, en la meiosis de la planta 34.1000 (28). Las combinaciones más frecuentes eran allí 12+12 o bien 13+11. Al autofecundar la planta, podían unirse dos gametas con 12 cromosomas cada una, o bien dos gametas con 11 cromosomas cada una, que originaron plantas con 12 o con 11 bivalentes.

El polen de las plantas 35.1057 (5) y (16) era casi todo estéril. Las plantas éstas fueron cruzadas con "testers".

En el año 1936 muy pocos granos germinaron de estos cruzamientos y las plantas nacidas fueron fértiles. Lo mismo sucedió en 1937.

Se puede suponer que estos cromosomas supernumerarios pertenecen al grupo de los inertes o bien a los normales del núcleo. Su origen podría explicarse suponiendo que las plantas del pedigré 34.1000 son descendientes de una triploide aparecida espontáneamente en la

naturaleza.

Comportamiento genético: el hecho de no haber aparecido el carácter en estas  $F_1$  hace suponer ~~en~~ que se trate de un carácter mendeliano recesivo. El próximo año, observadas las  $F_2$  respectivas, se podrá aclarar la naturaleza genética de ~~MS~~<sub>34f</sub> .

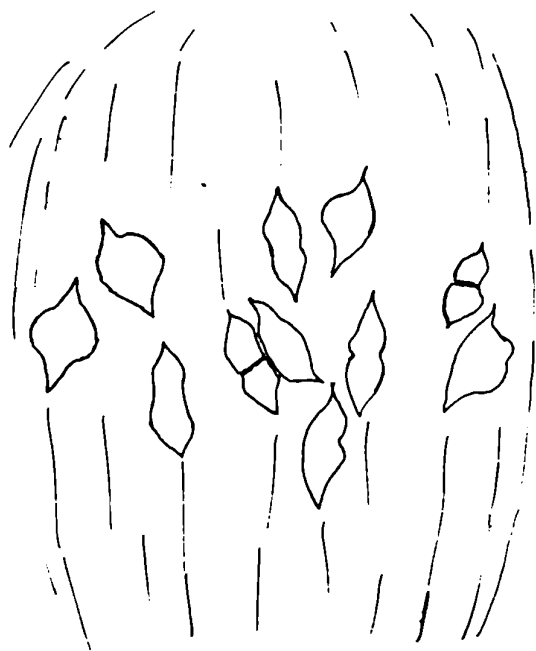
---

- Fig.12. Planta 35.1057 (16). Metafase I. 11 cromosomas bivalentes  
 Fig.13. " " " . Anafase I. 11+11.  
 Fig.14. " 35.1057 (5). Diacinesis. 12 cromosomas bivalentes.  
 Fig.15. " " " . M-I. 11 bivalentes y 2 monovalentes.  
 Fig.16. " " " . A-I. 11+13.  
 Fig.17. " " " . M-I. 12 bivalentes.

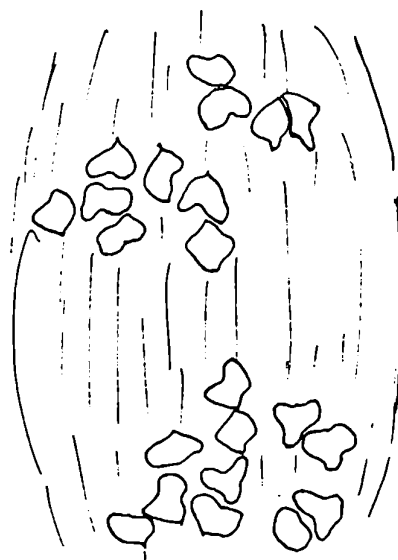
Aumento: 1.000 aproximadamente.

---

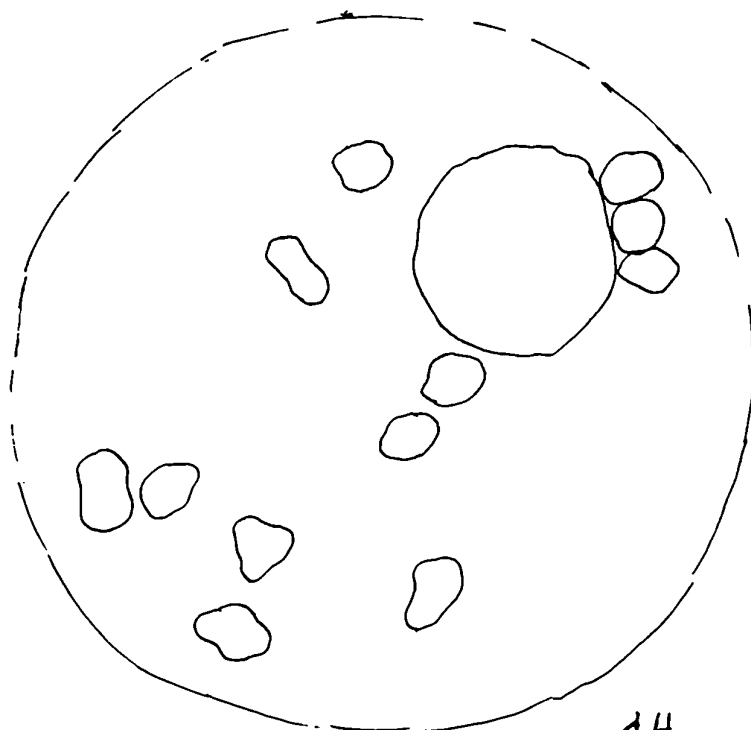
- Fig.18. Planta 34.1000 (28). Plasmodio con 5 núcleos en diacinesis. Aumento: 900.  
 Fig.19. " " " . M-I. Cromosomas en la placa ecuatorial formando una masa compacta. Dos monovalentes en el citoplasma. Aumento 900.  
 Fig.20. " " " . Final de diacinesis. 12 bivalentes. Aumento 400.  
 Fig.21. " 3 " " . División II. Célula con 4 cromosomas. Aumento 400.  
 Fig.22. " " " . Célula con sólo una mancha de cromatina . Aumento 400.  
 Fig.23. " " " . Anafase I. 11+13.
-



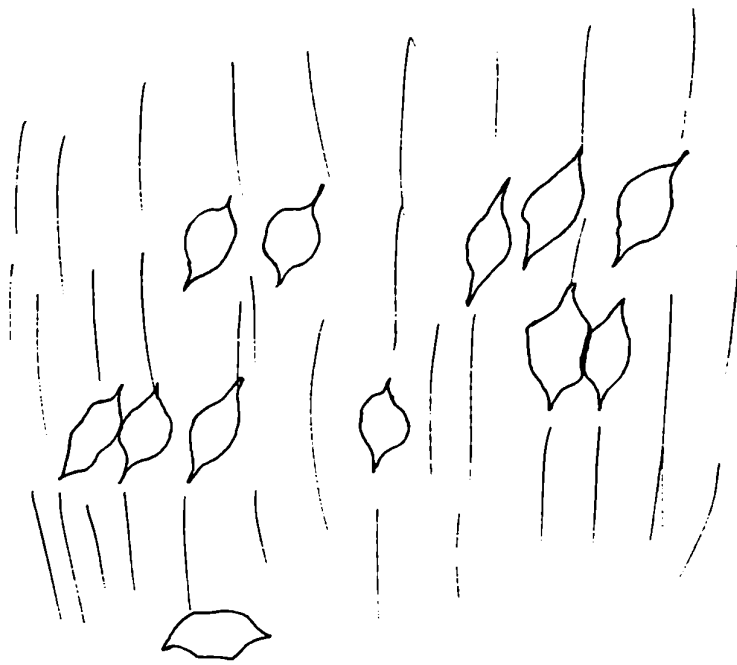
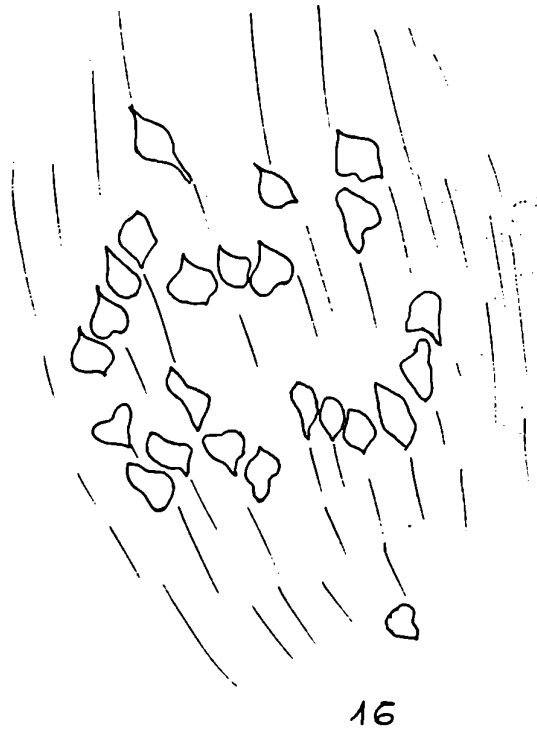
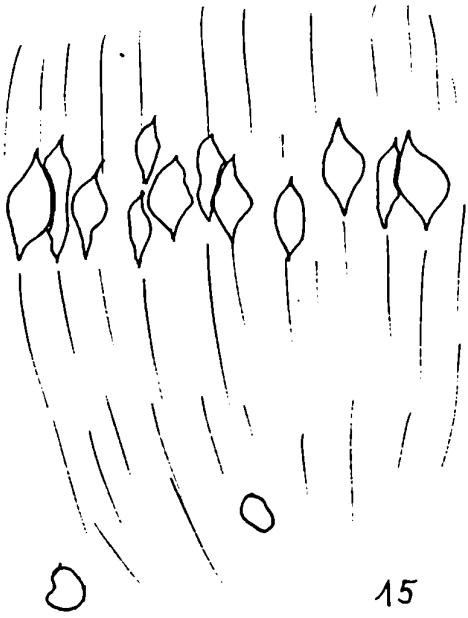
12



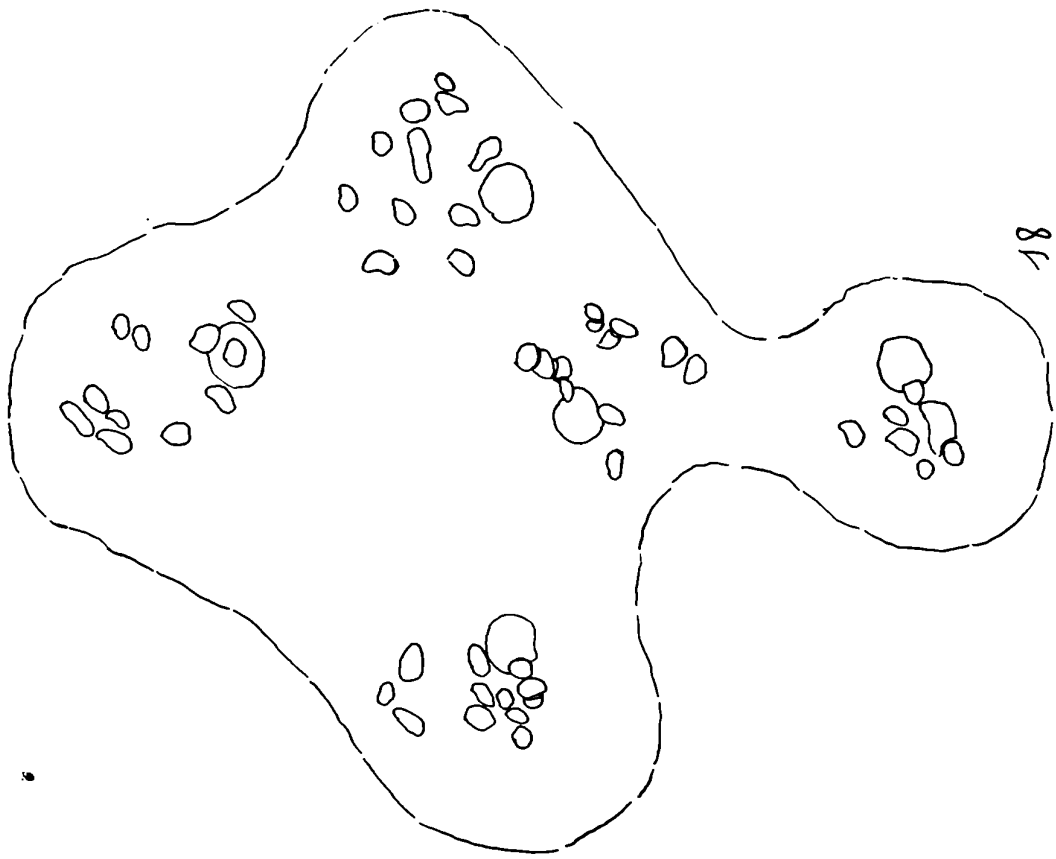
13



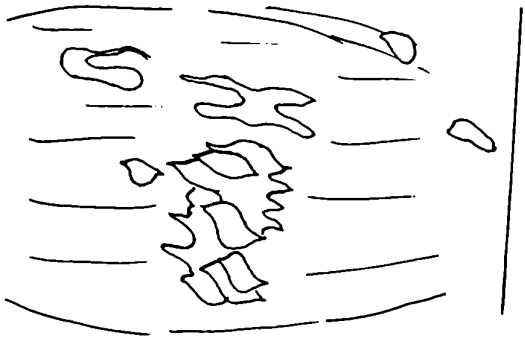
14



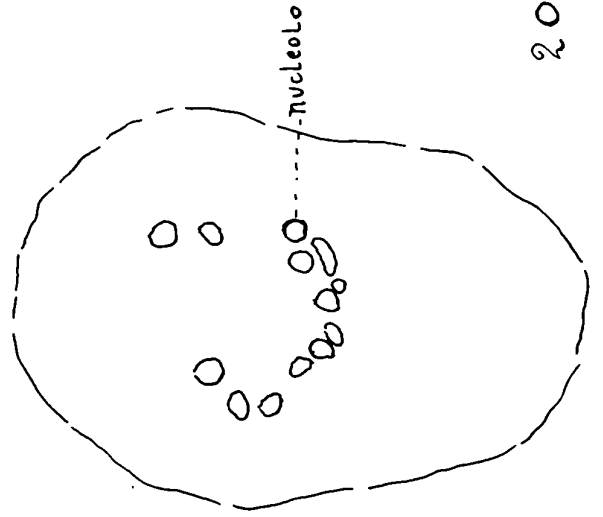




18

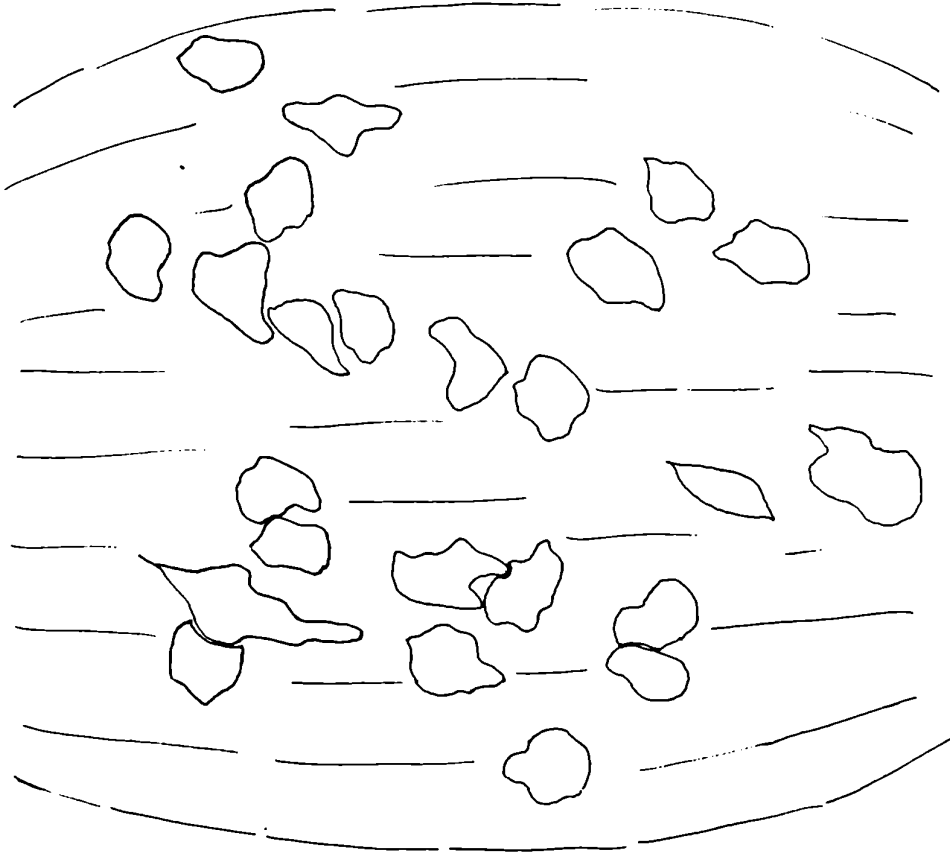


19

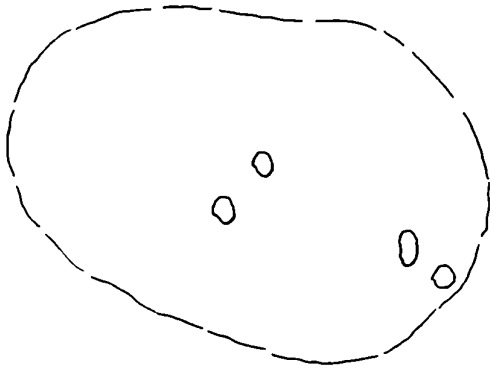


20

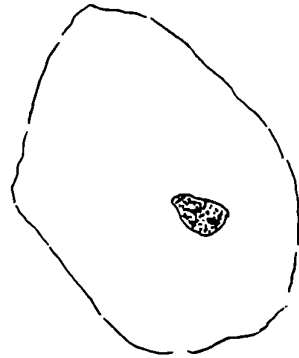
23



21



22



**MI<sub>35a</sub>**

Origen: de 85.1911, maíz amarillo de Salta, pedigree que segregaba Y, ba, dos tipos de rayadas y ra. Como en general las plantas ra eran también ba, sólo pudo hacerse un "sib" entre una planta ra y una Ma,Y.

Descripción del carácter: las panojas son de tamaño pequeño y las espiguillas no se abren.

Alenomorfismo: distinto de MI<sub>5</sub>, 9, 10, 11, 12, 37.

Comportamiento genético: se ha comportado como un gen medeliano. Recién este año, en  $F_2$ , se podrán tomar muestras para el estudio del comportamiento citológico.

---

**MI<sub>35c</sub>**

Origen: procede de 35.1003, maíz amarillo de San Luis. Una espiga autofecundada dió:

MI: 5; Mz: 10; no florecieron: 4.

Descripción del carácter: las panojas son pequeñas, en algunas plantas queda reducida a la rama central, las espiguillas no se abren, las anteras son muy pequeñas y sin granos de polen. Las plantas son poco vigorosas y desarrollan espigas muy pequeñas.

Alelomorfismo: distinto de MI<sub>2</sub>, 5, 9, 7, 11, 12, 37 y 33a.

Comportamiento citológico: meiosis normal.

Comportamiento genético: plantas cruzadas con normales dieron en F<sub>2</sub> la siguientes segregaciones:

	<u>MI</u>	<u>Mz</u>
37.3010	22	40
37.3011	<u>5</u>	<u>6</u>
Totales:	<u>27</u>	<u>46</u>

Trátase pues de un carácter mendeliano.

F2

---

M<sub>35f</sub>

Origen: Procede de 35.949 y 35.950, maíz de San Luis, pedigrées que segregaban YK<sub>34u</sub>.

Descripción del carácter: panojas chicas, compactas, con las espiguillas adheridas al raquis; las anteras no son exsertas y no contienen polen cuando están maduras. En la panoja se desarrollan algunos estilos. Las plantas son pequeñas pero vigorosas y es un carácter que se clasifica bien.

Comportamiento genético: los datos de 1935 son los siguientes:

	<u>Ma</u>	<u>Bl</u>	<u>No clasif.</u>
35.949 Amarillos	17	1	4
35.950 Blancos	3	11	3
Totales:	20	12	7

En el año 1937 espigas autofecundadas segregan en F<sub>2</sub>:

	<u>Ma</u>	<u>Bl</u>
3 <sup>2</sup> - 37.3851 Blancos	0	8
116 - 37.3852 Amarillos	32	3
Totales:	32	11
40 - 37.3853 Blancos	6	15
8 <sup>2</sup> - 37.3854 Amarillos	55	0
Total:	61	15

Cálculo del ligamiento: los datos dados indican claramente que hay ligamiento entre los genes para color de endosperma y para esterilidad masculina. Sumando los datos de ambas F<sub>2</sub> y aplicando la fór-

mala de Emerson:

$M_1-Y$	$M_2-Y$	$M_1-Y$	$M_2-Y$
32	3	0	8
55	0	6	15
87	3	6	23

$$E = 87 + 23 = 110$$

$$M = 3 + 6 = 9$$

$$E + M = 119$$

$$E - M = 101$$

$$r = 0,5 \sqrt{E - M} = 0,5 \sqrt{101} = 5$$

$$s = 0,5 \sqrt{E + M} - r = 0,5 \sqrt{119} - 5 = 0,45$$

$$\frac{s}{r \cdot s} = \frac{0,45}{5 \cdot 0,45} = 0,082$$

Hay pues 8% de entrecruza entre los genes  $X$  y  $M_1$ .

**C.- ESTERILIDAD PRODUCIDA POR FACTORES CITOPLASMICOS.-**

Es un tipo de esterilidad frecuente en los maíces argentinos. El comportamiento de todos ellos es muy semejante; cruzados con "testers" producen en  $F_1$  todas plantas estériles o bien plantas estériles y fértiles en proporción variable. Por el momento se han aislado los siguientes:

**ME33d**

**ME33f**

**ME35h**

**ME34c**

**ME34d**

**ME35h**

Se describe a continuación el fenotipo y el comportamiento citológico y genético de cada uno de ellos.

---

Origen: tiene su origen en la planta N° 181 del pedigree 33.313, maíz amargo blanco de Entre Ríos.

Descripción del carácter: las panojas son más grandes y esbeltas que las de las plantas normales del mismo pedigree, las anteras no son exsertas y están desprovistas de polen.

Comportamiento citológico: meiosis normal.

Comportamiento genético: en el año 1934, en estado heterocigota para este carácter, las plantas son todas fértiles, exceptuando algunas que tenían polen rojizo y otras con una pequeña cantidad de polen estéril. En el año 1935 las plantas autofecundadas segregaron en F<sub>2</sub> en la siguiente forma:

		<u>M<sub>2</sub></u>	<u>M<sub>1</sub></u>
33.1236	Blancos	3	14
35.1237	Amarillos	1	12
35.1238	Blancos	5	4
35.1239	Amarillos	3	5
Totales:		<u>12</u>	<u>35</u>

Hasta entonces pues parece comportarse como un carácter mendeliano; pero más adelante el comportamiento fué distinto; las plantas m<sub>2</sub> fueron cruzadas con varios "testers"; de esos cruzamientos, en el año 1936, sólo germinaron dos pedigrees. Uno de ellos (36.3301) produjo una sola planta, que resultó m<sub>2</sub> y el otro (36.3304) más de la mitad de las plantas m<sub>2</sub>. En ambos casos las espigas de las plantas m<sub>2</sub> fueron polinizadas con polen de "testers". En 1937, de 16 cruzamientos efectuados, 13 dieron plantas fértiles solamente (37.3174, 3175, 3177, 3178, 3179, 3181, 3182, 3183, 3185, 3187, 3189, 3195, 3198) y tres dieron plantas m<sub>2</sub> (37.3167, 3196, 3199).-



**MI**  
**33f**

**Origen:** procede de la planta N° 177 del pedigree 33.313, maíz amargo blanco de Entre Ríos.

**Descripción del carácter:** semejante a MI<sub>33d</sub>

**Comportamiento citológico:** meiosis normal

**Comportamiento genético:** en el año 1934 y 1935 se comporta como un gen recesivo. En 1936 germinó una sola espiga de los cruzamientos con "testers", dando todas plantas mg. En el año 1937, los cruzamientos de estas plantas con "testers" dieron <sup>12</sup> 6 pedigrees de plantas todas mg (37.3202, 3204, 3205, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3219, 3228) y 4 pedigrees de plantas todas normales (33.3216, 3220, 3222, 3226). Las plantas mg de estos pedigrees fueron cruzadas de nuevo con "testers" siguiéndose las observaciones para determinar la naturaleza genética de este carácter.

---

**ms<sub>33h</sub>**

Origen: procede de la planta N° 79 del pedigree 35.313, maíz amargo blanco de Entre Ríos.

Descripción del carácter: las panojas son grandes, con espiguillas uniformemente distribuidas, contienen algunas plantas anteras desprovistas de polen, y otras veces poseen algunos granos pero éstos son completamente estériles, y otras veces tienen una pequeña cantidad de polen fértil. Lo más general es que las espiguillas se abran y que no salgan las anteras.

Comportamiento citológico: las dos divisiones meióticas son normales

Comportamiento genético: la planta ms original cruzada con un maíz de Pergamino Pp (35.393), produce en 1934 un 50% de plantas ms; en 1935 los cruzamientos de ~~(36.331)~~ ms<sub>33h</sub> con plantas normales vuelven a producir el 50 % de plantas ms. Este comportamiento hace suponer que ms<sub>33h</sub>. Pero en los años siguientes casi el 100% de las plantas en F<sub>1</sub> resultaron estériles, debiendo pues considerarse que se trata de un caso de herencia citoplásmica. En el año 1936, tres de los cruzamientos (36.3317, 3318 y 3321) dan plantas ms, uno (36.3316) da plantas fértiles. En 1937 nueve cruzamientos (37.3255, 3256, 3259, 3275, 3261, 3263, 3265, 3267, 3271) dan plantas estériles y cinco (37.3257, 3258, 3259, 3269, 3274) dan plantas fértiles.

---

**ME34c**

Origen: procede de 34.1002, amargo blanco de Entre Ríos.

Descripción del carácter: panojas poco desarrolladas, con espiguillas que no se abren y anteras sin polen.

Comportamiento citológico: meiosis normal.

Comportamiento genético: varios cruzamientos (que se hicieron con fines de alelomorfismo por si este carácter resultara mendeliano como lo hacían suponer las primeras generaciones) segregaron en  $F_1$  en plantas  $mg$ , por lo que se supone que sea un carácter citoplásmico, pero los estudios de este carácter no están bastante adelantados todavía como para poder pronunciarse sobre este punto con seguridad.

---

**MS<sub>34d</sub>**

Origen: procede de 34.1007, maíz amargo blanco de Entre Ríos. La espiga autofecundada dió: ms: 10; Mg: 21.

Descripción del carácter: las panojas son poco desarrolladas, las espiguillas no se abren y las anteras no tienen polen.

Comportamiento citológico: meiosis normal.

Comportamiento genético: en el año 1935 los granos del cruzamiento **MS<sub>34d</sub>** x A C r-g (36.3352) produjeron 50 % de plantas estériles que fueron retrocruzadas con A C r-g, y se obtuvo el siguiente resultado en 1936:

<u>K</u>	<u>Mg</u>	<u>g</u>		<u>K</u>	<u>Mg</u>	<u>g</u>
1	1	1		4	4	4

lo que prueba que **MS<sub>34d</sub>** es independiente de g.

Las plantas ms cruzadas con "testers" vuelven a producir en 1937 plantas ms en dos cruzamientos (37.3319 y 3322) y normales en otros dos (37.3315 y 3321), lo que demuestra la naturaleza citoplásmica de este factor.

---

M<sub>2</sub>  
35h

Origen: procede de 35.531. maíz amargo blanco de Entre Ríos.

Descripción del carácter: panojas erguidas con ramas laterales erectas. Las espiguillas/<sup>en general</sup>no se abren. En general las anteras están vacías, pero en algunas plantas hay más o menos 70 % de polen estéril. E<sub>2</sub>

Comportamiento citológico: la meiosis es normal.

Comporta miento genético: en 1936, de las plantas M<sub>2</sub>35h cruzadas con "testers", una (36.3264) dió todas plantas m<sub>2</sub> en F<sub>1</sub>, una dió (36.3265) segregó normales y otra (36.3267) dió todas plantas fértiles.

En 1937, otros tres cruzamientos dieron: 37.3030 todas m<sub>2</sub>, 37.3031 segregación de m<sub>2</sub> y M<sub>2</sub>, y 37.3033 todas M<sub>2</sub>.

---

**MS**  
**36a**

Origen: del pedigree 36.6505, maíz de Entre Ríos.

Descripción del carácter: panojas grandes con espiguillas que no se abren.

Comportamiento: recién se han podido observar las primeras  $F_1$ , cuyo fenotipo es normal.

---

**MS**  
**37a**

Origen: del pedigree 37.3805 a 3812, maíz amargo blanco de Entre Ríos.

Descripción del carácter: plantas con panojas muy pequeñas, a veces reducidas a la rama central. Las espiguillas no se abren, las anteras son muy pequeñas y sin granos de polen. Plantas chicas y espigas poco desarrolladas.

---

**MS**  
**37b**

Origen: del pedigree 37.3522. maíz amarillo de Salta. Todas las plantas del pedigree eran mg.

Descripción del carácter: panojas más bien pequeñas, las espiguillas no se abren, las anteras son de tamaño normal pero desprovistas de polen.-

---

Ma  
37e

Origen: de los pedigrées 37.729 a 739, F<sub>2</sub> de un cruzamiento de maíz amargo blanco por cuarentón. Casi todas las plantas eran ga, lo que ha de suponer que es esterilidad citoplásmica y tenga su origen en el maíz amargo blanco.

Descripción del carácter: panojas grandes y desarrolladas pero con espiguillas que no se abren.

---

## IV

A.- Distribución geográfica de los distintos caracteres de esterilidad estudiados.

B.- Posibilidades de aplicación a la fitotecnia.



A.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS DISTINTOS CARACTERES DE ESTERILIDAD ESTUDIADOS.-

El número de ms estudiados asciende a 19, de los cuales 9 son producidos por factores mendelianos, 6 por factores citoplásmicos y 4 todavía no determinados con seguridad. El siguiente cuadro indica la localidad de origen de cada uno de ellos:

	FACTORES	PEDIGRES	ORIGEN
<u>Mendelianos:</u>	<u>MS33a</u>	G-901	Salta
	<u>MS33b</u>	33.412	Zona cacaotera (?)
	<u>MS34a</u>	34.1010/	Entre Ríos
	<u>MS34e</u>	34.1012	" "
	<u>MS34f</u>	34.1000	Salta
	<u>MS35a</u>	35.1911	"
	<u>MS35c</u>	35.1003	San Luis
	<u>MS35f</u>	35.949	" "
	<u>MS34a</u>	34.1015	Entre Ríos
<u>Citoplásmicos:</u>	<u>MS33d</u>	33.313(181)	" "
	<u>MS33f</u>	33.313(177)	" "
	<u>MS33h</u>	33.313(179)	" "
	<u>MS34e</u>	34.1002	" "
	<u>MS34d</u>	34.1007	" "
	<u>MS35b</u>	35.571	" "
<u>Indeterminados:</u>	<u>MS36a</u>	36.6505	" "
	<u>MS37a</u>	37.3805	" "
	<u>MS37b</u>	37.3522	Salta
	<u>MS37c</u>	37.729	Entre Ríos.

Considerando la localidad de origen de cada uno de ellos, se observa que hasta ahora todos los casos de esterilidad producida por factores citoplásmicos proceden de Entre Ríos, y todos se han producido en el maíz amargo blanco.

En cambio la esterilidad producida por factores genéticos tiene una distribución geográfica más amplia: Salta, San Luis, Entre Ríos, y en distintos tipos de maíz.

Es interesante hacer notar que los maíces analizados genéticamente en el Instituto de Genética abarcan todo el país por su procedencia, de manera que esta distribución geográfica de los factores de esterilidad puede considerarse como una primera aproximación al conocimiento del área geográfica de dichos genes tal cual resultará de un análisis más extenso de los maíces autóctonos argentinos.

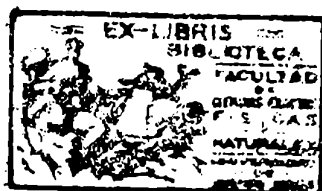
---

B.- POSIBILIDADES DE APLICACION A LA FITOTECNIA.-

"Todos los métodos modernos del mejoramiento del maíz tienden a aprovechar el vigor del híbrido. Se han ideado varios procedimientos para conseguirlo en escala industrial... (que) requieren la castración de la panoja en una parte del sembrado. Esta operación insuere una mano de obra y cuidados especiales que encarecen mucho el costo de la producción del maíz híbrido." (HOROVITZ, 1934:308-309)

Los factores genéticos estudiados producen una completa esterilidad de la panoja sin afectar en nada la productividad de la espiga. Uno de ellos (*Ms<sub>35r</sub>*) está ligado con el color de endosperma. "La raza de panoja estéril se puede sembrar en hileras alternadas con una raza normal; y así las espigas recogidas sobre aquellas estafán constituidas por semilla híbrida sin necesidad de castrar a mano las panojas."

En cuanto a los factores citoplásmicos, "pueden utilizarse ~~en~~ en cualquier variedad y con la combinación de genes que se desee" (HOROVITZ, 1934:310 y 313).



*Luis Y. Guíj*

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

- ANDERSON, E.G.  
1935. Chromosomal interchanges in maize. Genetics 20:70-83.
- BEADLE, G.W.  
1930. Genetical and cytological studies of Mendelian asynapsis in Zea mays. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 129:1-23.
1931. A gene in maize for supernumerary cell divisions following meiosis. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 135:1-12.
1932. Genes in maize for pollen sterility. Genetics 17:413-431.
1933. Further studies of asynaptic maize. Cytologia 4:269-287.
- BRINK, R.A.  
1927. The occurrence of semi-sterility in maize. Jour. Heredity 18:266-270.
- EMERSON, R.A., G.W. BEADLE and H.C. FRASER  
1935. A summary of linkage studies in maize. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 180.
- EYSTER, L.A.  
1921. Heritable characters of maize. Male sterility. Journal of Heredity 12:133-141.
- EYSTER, W.H.  
1931 a. Heritable characters of maize. Male sterile 2. Journal of Heredity 22:99-102.
- 1931 b. Heritable characters of maize. Male sterile 3. Journal of Heredity 22:117-119.
1934. The genetics of Zea mays. Bibliographia Genetica 11:187-392.

**MOROVITZ, S.**

1934. Algunos problemas de genética del maíz. Jornadas Agronómicas 1934:297-313.

**MARINO, A.E.**

1937. Herencia del color de aleurona en el maíz "piamontés". Instituto Exper. Invest. y Fom. Agric. Santa Fe. Boletín técnico N° 5.

**Ms. CLINTOCK, B.**

1929. Chromosome morphology in Zea mays. Science 69:629.

1929. A cytological and genetical study of triploid maize. Genetics 14:180-222.

1931. Cytological observations of deficiencies involving known genes, translocations and an inversion in Zea mays. Missouri Agr. Exp. Sta. Bull. 163:1-30.

**RANDOLPH, L.F.**

1928. Chromosome numbers in Zea mays. New York (Cornell) Agric. Exp. Sta. Mem. 117. 1928.

1932. Some effects of high temperatures on polyploidy and other variations in maize. Proc. Nat. Acad. Sci. 18:222-229.

and B. Mc. CLINTOCK .

1926. Polyploidy in Zea mays L. Amer. Nat. 60:98-102.

**RHOADES, M.M.**

1933. The cytoplasmic inheritance of male sterility in Zea mays. Jour. Genet. 27:71-93.

1935. A secondary trisomy in maize. Proc. Nat. Acad. Sci. 19:1031-1038. 1935.

and B. Mc. CLINTOCK

1935. The cytogenetics of maize. The Bot. Review 1(8):292-325.

**SINGLETON, W.R. and D.F. JONES**

1930. Heritable characters of maize. Male sterile. Journ. of Heredity 21:266-267.