

---

## MEIOSIS EN *Tripsacum maizar* (H.& R.)

---

CZESLAWA PRYWER L.  
Laboratorio de Botánica y Citología  
Escuela Nacional de Agricultura,  
Chapingo, Méx.

### INTRODUCCION

*Tripsacum*, *Zea mays* y *Euchlaena* son los tres géneros americanos que pertenecen a la tribu *Maydae*. El género *Tripsacum* comprende nueve especies: *dactyloides*, *floridanum*, *laxum*, *latifolium*, *lanceolatum*, *pilosum*, *australe*, *maizar* y *zopilotense*. La morfología de las primeras siete especies fue descrita por Cutler y Anderson (2) y Cutler (1), la morfología de las dos últimas especies fueron estudiadas por Hernández Xolocotzi y Randolph (4). Las observaciones citológicas de *Tripsacum dactyloides* y *Tripsacum floridanum* fueron hechas por Longley (5, 8). El autor observó en estas dos especies de *Tripsacum* de Estados Unidos de Norte América unas acumulaciones de cromatina en algunas partes de los cromosomas y especialmente en las partes terminales, durante la división meiótica en el estado paquitene. Estas partes hinchadas en los cromosomas se llaman nudos. Los nudos fueron observados también en algunas variedades de teosinte y maíz por Longley (6, 7, y 8) y por McClintock (12). En 1944 fue descrita por Graner y Addison (3) la meiosis en *Tripsacum australe*, encontrada en Brasil y América del Sur. Los autores estudiaron la meiosis en las células madres de polen y ponen especial atención al estado de paquitene de la profase. En esta fase los autores no encontraron nudos en los cromosomas.

Presentamos un estudio citológico de *Tripsacum maizar*, considerando la importancia de tales estudios de las especies de *Tripsacum* distribuidos en la República Mexicana.

### MATERIAL Y METODOS

Espigas de *Tripsacum maizar* fueron colectadas en el campo Experimental de Jalostoc, Estado de Morelos, dependiente de la Comisión Nacional del Maíz y en el invernadero de la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, Méx. Las espigas jóvenes se fijaron en 3 partes de alcohol de 96% y 1 parte de ácido acético. El material fue guardado en el refrigerador y las preparaciones fueron coloreadas con carmín acético u orceína; las preparaciones temporales se fijaron para poder hacer observaciones posteriormente.

### MEIOSIS

En las primeras fases de meiosis, *leptotene* y *cigotene* los cromosomas se presentan enredados y es difícil hacer observaciones detalladas.

*Paquitene*. En las observaciones de esta fase se hicieron muchas preparaciones para poder estudiar un gran número de células. Con un aumento de 1,600 diámetros se puede observar claramente el apareamiento de los cromosomas homólogos. En algunas partes los dos filamentos se acercan tanto que semejan ser uno solo; en otras partes, sin embargo, se puede ver con claridad los filamentos dobles. Los cromómeros que se encuentran a lo largo de los filamentos son de diferente tamaño. Mientras unos cromosomas de la misma célula están todavía enrollados, debido a su longitud, otros cromosomas más cortos ya empiezan a separarse.

Algunas especies de *Tripsacum* se caracterizan en esta fase por la presencia de los nudos en los cromosomas. Longley (6,8) en sus estudios citológicos sobre *Tripsacum dactyloides* y *Tripsacum floridanum* ha observado nudos en los cromosomas del paquitene Graner y Addison (3) en sus estudios recientes sobre la meiosis de *Tripsacum australe* ponen especial atención a la fase de *paquitene* y llegan a la conclusión de que los cromosomas de esta especie no contienen nudos.

Se ha hecho un extenso estudio sobre un número grande de células de esta fase para verificar si los cromosomas de *Tripsacum maizar* contienen nudos, pero en ninguna de las preparaciones se ha podido encontrar

nudos terminales o intercalares. Es entonces la segunda especie en el género *Tripsacum*, que no presenta nudos en los cromosomas (figuras 1-4). A fines del *paquitene* se efectúa una división longitudinal en cada uno de los cromosomas homólogos y apareados todavía; este fenómeno se puede notar solamente en muy pocos casos en algunas partes de los cromosomas.

*Diplotene*. Los cromosomas homólogos empiezan a separarse; sin embargo en algunos puntos quedan unidos debido a la aparición de los *quiasmas*, es decir, puntos a donde las cromátidas no hermanas han intercambiado posiciones por *crossing over*. Los cromosomas en esta fase son más cortos y debido a este acortamiento se puede observar una diferencia en el tamaño; los cromosomas más largos se caracterizan por un número mayor de *quiasmas* (fig. 5).

*Diacinesis*. Los cromosomas más cortos y compactos quedan libres y diseminados en el núcleo. Se pueden contar 18 pares de cromosomas y también se puede observar una diferencia en tamaño de los mismos. Generalmente aparecen siete cromosomas grandes, ocho medianos y tres más pequeños (figs. 6, 7). Graner y Addison (3) también observaron una diferencia en tamaño de los cromosomas de *Tripsacum australe*. Al final de esta fase desaparece el nucléolo y la membrana nuclear.

*Metafase I*. Aparece el huso acromático y los cromosomas se reúnen en la parte central. En una vista lateral y desde el polo del huso se pueden contar los 18 pares de cromosomas y se puede observar la diferencia en tamaño (figs. 8, 9).

*Anafase I*. Los cromosomas homólogos se separan y van hacia los polos opuestos. En cada polo se encuentran ahora 18 cromosomas. En la mayor parte de células los cromosomas pasan normalmente hacia los polos; en algunas células dos cromosomas, probablemente de un par, se atrasan algo y se quedan en el huso acromático (fig. 10)

*Telofase e interfase*. Alrededor de cada uno de los grupos de cromosomas aparece la membrana nuclear y el nucléolo; la división del citoplasma separa los dos grupos de cromosomas en dos células (fig. 11).

*Profase II*. En las dos células se pueden encontrar 18 cromosomas. Cada uno de los cromosomas se componen de dos cromátidas. Las cromátidas están unidas en los centrómeros y algo separados en los extremos (fig. 12).

*Metafase II y Anafase II*. En las dos células aparecen husos acromáticos y los cromosomas ocupan la parte central. Las cromátidas de cada uno de los cromosomas se separan y se mueven hacia los polos opuestos (fig. 13).

*Telofase II*. De este modo se forman cuatro grupos, con 18 cromosomas como número haploide en cada grupo (fig. 14). Alrededor de los cuatro grupos aparece la membrana nuclear. Después de la citocinesis se forman tétradas compuestas de cuatro células (fig. 15). Estas se transforman en granos de polen.

## DISCUSION

El género *Tripsacum* tiene una importancia especial en relación con el problema del origen del maíz.

Desde el principio de este siglo varios genetistas y citogenetistas se dedicaron al estudio de los cromosomas y los genes en el maíz, teosintle y *Tripsacum*.

Mangeldorf y Reeves (9) y Mangeldorf (10) han hecho una serie de estudios genéticos y citogenéticos destinados a descubrir cómo los genes y cromosomas difieren y cómo se asemejan al maíz, teosintle y *Tripsacum*, con el fin de resolver el problema del origen del primero.

A base de sus estudios los autores desarrollaron una hipótesis tripartita:

1. El *Euchlaena*, que es el próximo pariente del maíz, es un producto reciente de un cruzamiento natural entre maíz y *Tripsacum*. Eso pudo ocurrir después de la introducción del maíz por el hombre en América Central. Como apoyo de esta conclusión demostraron que el teosintle se asemeja a uno de los presuntos padres, o es intermedio entre ellos en casi todas las características. Uno de los rasgos en el cual el teosintle es intermedio entre el maíz y *Tripsacum* es el número y la posición de los nudos cromosómicos. Los autores suponen que los nudos cromosómicos en el teosintle y en el maíz fueron derivados originalmente del *Tripsacum* y que el maíz "puro", no contaminado por el *Tripsacum*, debe tener cromosomas sin nudos.

2. Finalmente, los nuevos tipos de maíz, originados directamente de estos híbridos y exhibiendo la mezcla de *Tripsacum*, comprenden la mayor parte de las variedades de maíz en América Central.

La teoría arriba mencionada está basada en las cruzas que hicieron los autores entre maíz y *Tripsacum dactyloides*, éste caracterizado por la presencia de nudos cromosómicos y en las observaciones de los híbridos obtenidos. Las especies diploides de *Tripsacum*, y en consecuencia su citología, eran todavía desconocidas en México en la época en que Mangeldorf y Reeves hicieron sus experimentos. Las observaciones citológicas efectuadas por la autora en *Tripsacum maizar* demuestran que sus cromosomas no tiene nudos y el *Tripsacum zopilotense* (observaciones no publicadas) presenta nudos cromosómicos, siendo esta la diferencia entre las dos especies. Si aún aceptamos la hipótesis de Mangeldorf y Reeves que el maíz se cruzó un día en forma natural con diferentes especies de *Tripsacum*, deberían aparecer en consecuencia dos clases de maíces tripsacoides; unos sin nudos y otros con nudos cromosómicos. El *Tripsacum maizar*, el cual según Hernández y Randolph (4) "tiene mayor semejanza al maíz que cualquier otro *Tripsacum* descrito hasta la fecha" debería tener más probabilidades de cruzarse con el maíz y en consecuencia deberían aparecer maíces con germoplasma de esta especie de *Tripsacum* y sin nudos cromosómicos y los maíces que se cruzaron con *Tripsacum zopilotense* y otras especies de *Tripsacum* con nudos deberían presentar nudos cromosómicos.

Granes y Addison (3) también llegan a la conclusión que el *Tripsacum australe* de América del Sur, aparentemente sin nudos, podría haber contribuido al establecimiento de las formas del maíz sin nudos, encontrados en América del Sur.

Mangeldorf (11) describe un maíz recibido recientemente de Argentina que es el más "tripsacoides hasta ahora descrito". Este maíz, que según el autor es probablemente el producto de un cruzamiento entre maíz y *Tripsacum*, tiene muy pocos nudos. El autor supone que el *Tripsacum* que entró en cruzamiento con el maíz no tenía nudos.

#### RESUMEN

1. En este trabajo se describen las fases de la meiosis de *Tripsacum maizar*.
2. Se ha estudiado detalladamente la fase de paquitene donde no se ha encontrado nudos cromosómicos.
3. Todas las fases de la meiosis son normales, excepto unos pocos casos encontrados en la anafase I donde dos cromosomas se han retardado.
4. Se han encontrado 18 pares de cromosomas en la diacinesis y en la metafase I.
5. Se discute la posibilidad de existencia de dos clases de maíces tripsacoides: unos que se han podido cruzar con especies de *Tripsacum* sin nudos y otros con especies de *Tripsacum* con nudos cromosómicos, produciendo maíces con nudos.

Agradezco al Ing. Rodolfo Santamaría P. y al Prof. Nicolás Aguilera H. por la ayuda en la revisión del manuscrito; al Ing. Jesús Sánchez Castillo por la ayuda en toma de microfotografías; al señor Teodoro Robles y a los alumnos ayudantes por su ayuda técnica.

#### LITERATURA CITADA

1. CUTLER, H. C., 1947. A comparative study of *Tripsacum australe* and its relatives. *Lloydia* 10: 229-234.
2. CUTLER, H. C., and ANDERSON, E., 1941. A preliminary survey of the genus *Tripsacum*. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 28: 249-269.
3. GRANER, E. A. y ADDISON, G., 1944. *Meiosis* en *Tripsacum australe*. *Anais Escola Superior Agric. "Luis Queiroz"*, 213-224.
4. HERNÁNDEZ, X. E. y RANDOLPH, L. F., 1950. Descripción de los *Tripsacum diploides* de México: *Tripsacum maizar* y *Tripsacum zopilotense*, Spp. Nov. Folleto Técnico N° 4 de la Oficina de Estudios Especiales, S. A. G.
5. LONGLEY, A. E., 1924. Chromosomes in maize and maize relatives. *Jour. Agr. Res.* 28: 673-682.

6. —, 1937. Morfological characters of teosinte chromosomes. Jour. Agr. Res. 54: 835-862.
7. —, 1938. Chromosomes of maize from North American Indians, Jour. Agr. Res. 56: 177-195.
8. —, 1941. Chromosome Morphology in Maize and its relatives. Bot. Rev. 7: 263-289.
9. MANGELSDORF, P. C. and REEVES, R. G., 1939 The origin of Indian corn and its relatives. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 574.
10. MANGELSDORF, P. C., 1947. The origin and evolution of maize. Advances in Genetics. 1: 161-207.
11. —, 1953. Tripsacoid maize in South America. Maize Genetics Cooperation. News Letter. 27: 30-31.
12. McCLINTOCK, B., 1920. Chromosome morfology on *Zea mays*. Science. 69: 629.

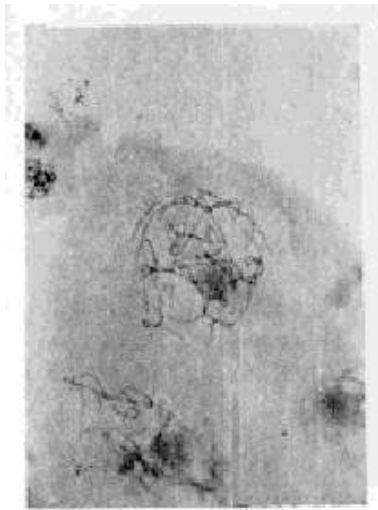


Fig. 1 Paquetense



Fig. 2 Paquitense

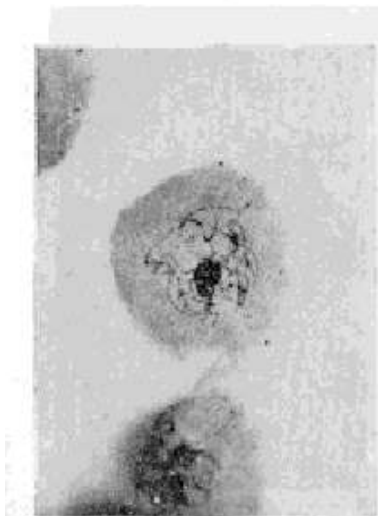


Fig. 3 Paquitense

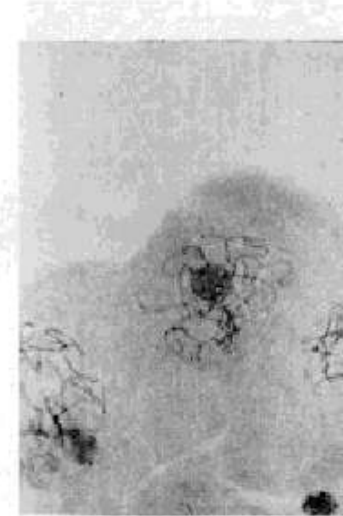


Fig. 4 Paquitense

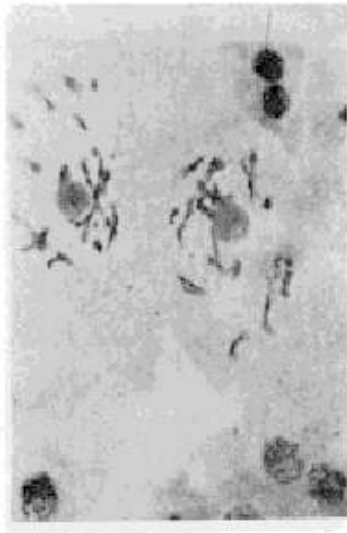


Fig. 5 Diplotene



Fig. 6 Diakinesis

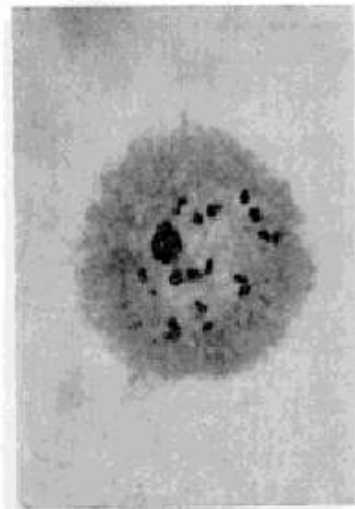


Fig. 7 Diakinesis

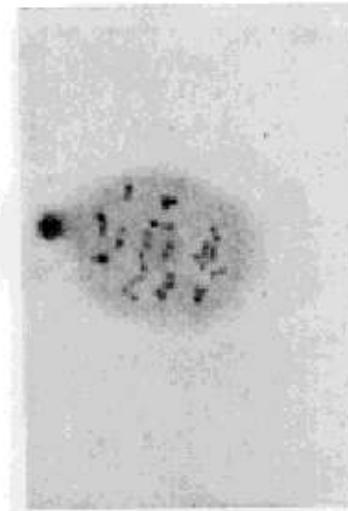


Fig. 8 Metaphase I

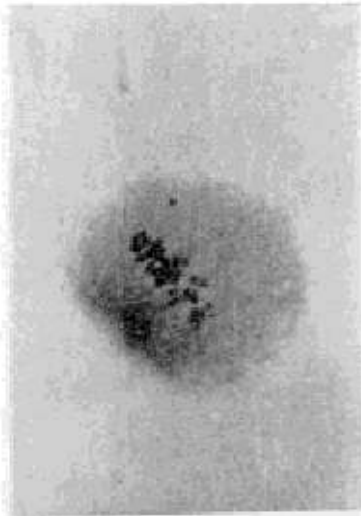


Fig. 9 Metafase I.

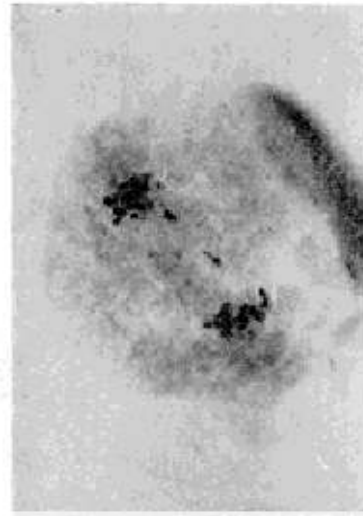


Fig. 10 Anafase I.



Fig. 11 Intercinesis

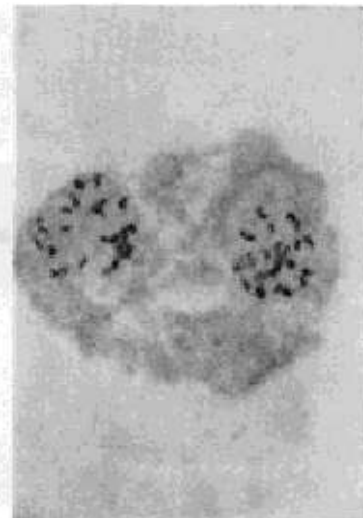


Fig. 12 Profase II.

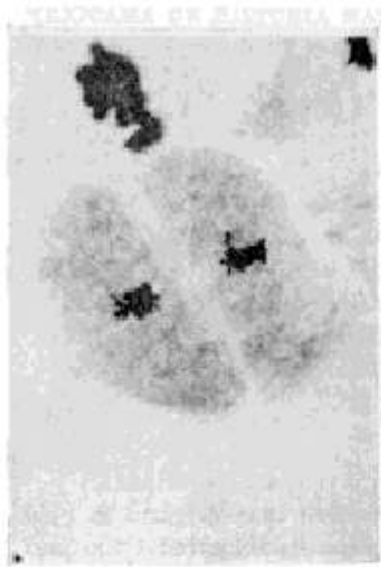


Fig. 13 Metafase II.



Fig. 14 Telofase II



Fig. 15 Tetradas