

INFILTRACION GENETICA ENTRE *Tripsacum zopilotense* HERN. y RAND. y *Tripsacum maizar* HERN. y RAND.

Por Jorge Curtis Patiño, Salvador Miranda C. y Takeo A. Kato Y.

La infiltración genética entre *T. zopilotense* y *T. maizar* puede utilizarse para agregar información al esclarecimiento del problema que se tiene en torno a la taxonomía de las especies mexicanas del género *Tripsacum*. En este estudio, los resultados morfológicos y citológicos obtenidos permiten considerar: que no existen mecanismos de aislamiento reproductivo entre ambas especies; que como consecuencia de su hibridación existe, en la actualidad, infiltración genética entre ellas; que la variación morfológica, citológica y poliploidía se deben fundamentalmente a mutaciones espontáneas, recombinación génica, selección y disturbios ecológicos.

Casi todas las especies mexicanas del género *Tripsacum* exhiben caracteres de las especies *T. zopilotense* y *T. maizar*. Esto puede ser el resultado de cruzamientos interespecíficos naturales, o bien puede atribuirse a que muchas formas de *Tripsacum* clasificadas como especies diferentes sean en realidad razas de una sola especie. El presente estudio tiene por objeto determinar el grado de infiltración genética entre *Tripsacum zopilotense* y *Tripsacum maizar*, con el fin de agregar nueva información al difícil problema relacionado con la taxonomía del género *Tripsacum* en México.

Revisión de literatura

Cutler y Anderson (1941) en sus estudios preliminares sobre el género *Tripsacum* reconocieron 3 especies en el material mexicano: *T. lanceolatum*, *T. laxum* y *T. pilosum*. Randolph y Hernández (1947) encontraron que las especies mencionadas eran tetraploides, en las que prevalecían asociaciones multivalentes de los cromosomas durante la meiosis. Esto les sugirió que los diploides que les dieron origen se encontraban cerca del centro de distribución geográfica de las 3 especies citadas.

En 1950 Hernández y Randolph describen a los *Tripsacum* diploides de México: *T. maizar* y *T. zopilotense* como 2 especies nuevas, y de las cuales probablemente se originaron las tetraploides mencionadas.

Prywer (1954, 1960, 1963) describió la meiosis en *T. maizar*, *T. zopilotense* y en la F_1 entre estas 2 especies; observó que *T. maizar* no tiene nudos cromosómicos en la fase de paquiteno, mientras que *T. zopilotense* tiene numerosos y pequeños nudos terminales en dicha fase. Las irregularidades meióticas encontradas en la F_1 entre *T. maizar* y *T. zopilotense* parecen indicar que, debido a la formación de gametos diploides, es factible que después de la fecundación aparezcan plantas tetraploides como las que crecen en abundancia en México y que muestran caracteres de las especies citadas.

Materiales y métodos

Las observaciones de este estudio se hicieron en 12 clones del jardín de *Tripsacum* establecido en la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx., y que mostraron

una variación de características morfológicas entre las especies *T. zopilotense* y *T. maizar*. La procedencia de los clones estudiados se menciona en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Procedencia de los clones de Tripsacum

NUMERO DE CLON	PROCEDENCIA
C - 1	Barranca de Oblatos. Agua Caliente, Guadalajara, Jal.
C - 2	Carretera Guadalajara. Barra de Navidad, Jal.
C - 3	Acahuzotla, Gro.
C - 8	Carretera Chilpancingo. Acapulco, Gro.
C - 16	Barranca de Oblatos. Agua Caliente, Guadalajara, Jal.
C - 17	Carretera Guadalajara. Barra de Navidad, Jal.
C - 25	Carretera Guadalajara. Barra de Navidad, Jal.
C - 28	Carretera Guadalajara. Barra de Navidad, Jal.
C - 52	Acahuzotla, Gro.
C - 56	Acahuzotla, Gro.
C - 57	Carretera Taxco, Iguala, Gro.
C - 59	Acahuzotla, Gro.

Para el estudio morfológico se extrajeron cinco tallos bien desarrollados de cada clon y se estudiaron las características sobresalientes en las hojas inferiores, medias y superiores, en la inflorescencia central y en las espiguillas estaminada y pistilada. Para ello se siguieron las indicaciones de Anderson (1949 *b*), Hernández y Randolph (1950) y Mangelsdorf y Reeves (1939). Los datos se analizaron haciendo uso del método de los índices de hibridación ideado por Anderson (1949 *a*).

Las observaciones citológicas se hicieron fijando las espigas en Carnoy (3:1 de alcohol etílico 96% y ácido acético glacial). Los cromosomas meióticos se colorearon con carmín-acético-férrico. Los aspectos citológicos que se observaron fueron: *a*) nudos cromosómicos, *b*) presencia de univalentes, y *c*) puentes en anafase I y II.

Resultados

La determinación de los índices de hibridación, para 14 de las características morfológicas observadas, puede apreciarse en el Cuadro 2. Dichos índices permitieron entender el grado de infiltración genética entre las especies *T. zopilotense* y *T. maizar*, y establecer un gradiente de variación que va de *T. zopilotense* y *T. maizar* en la forma siguiente: C-8, C-28, C-2, C-56, C-59, C-57, C-52, C-25, C-16, C-1, C-3 y C-17 (ver Figura 1).

De acuerdo a este análisis, los clones C-8 y C-28 fueron los más parecidos a *T. zopilotense*; los C-2, C-56 y C-59 cruzas regresivas, a *T. zopilotense*; los C-57, C-52 y C-25 híbridos verdaderos; el C-16 cruza regresiva, a *T. maizar* y los clones más semejantes a esta especie fueron los C-1, C-3 y C-17, siendo este último el que más se parece a *T. maizar* (ver Figura 1).

CUADRO 2
Características morfológicas observadas en la determinación de los índices de hibridación

CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS	CLONES											
	C-1	C-2	C-3	C-8	C-16	C-17	C-25	C-28	C-52	C-56	C-57	C-59
Anchura máxima del limbo.....	4	4	4	3	5	6	3	2	2	2	1	3
Anchura mínima del limbo.....	5	4	5	3	5	6	3	2	2	2	1	3
Índice de venación.....	5	6	5	4	6	5	5	4	4	4	1	4
Localización de la pubescencia en la vaina.....	6	2	5	1	6	6	3	3	2	2	2	2
Intensidad de la pubescencia en la vaina.....	4	3	4	1	6	6	4	3	4	4	3	3
Número de ramificaciones en la inflorescencia central.....	3	2	6	1	3	5	3	2	1	2	1	1
Longitud de la parte estaminada.....	6	4	3	1	4	4	4	1	6	5	3	4
Número de espiguillas estaminadas.....	5	2	1	2	6	6	3	3	4	3	4	2
Longitud de la parte pistilada.....	5	1	6	2	5	5	5	3	4	3	6	3
Número de espiguillas pistiladas.....	5	1	6	2	4	5	5	1	6	4	6	6
Longitud de la parte estaminada/Longitud de la parte pistilada.....	5	2	6	1	4	5	4	1	5	3	5	4
Número de espiguillas estaminadas/Número de espiguillas pistiladas.....	4	1	4	1	4	6	3	1	6	3	6	5
Pubescencia en el foramen.....	6	6	6	6	4	4	6	4	1	1	6	1
Número de espiguillas pistiladas en las ramificaciones superiores de la inflorescencia central.....	4	4	6	3	4	6	6	1	5	5	5	5
INDICE TOTAL DE HIBRIDACION.....	67	42	67	51	66	75	57	51	52	45	50	47

En el Cuadro 3 se dan los diferentes aspectos citológicos observados en relación a los tipos morfológicos determinados.

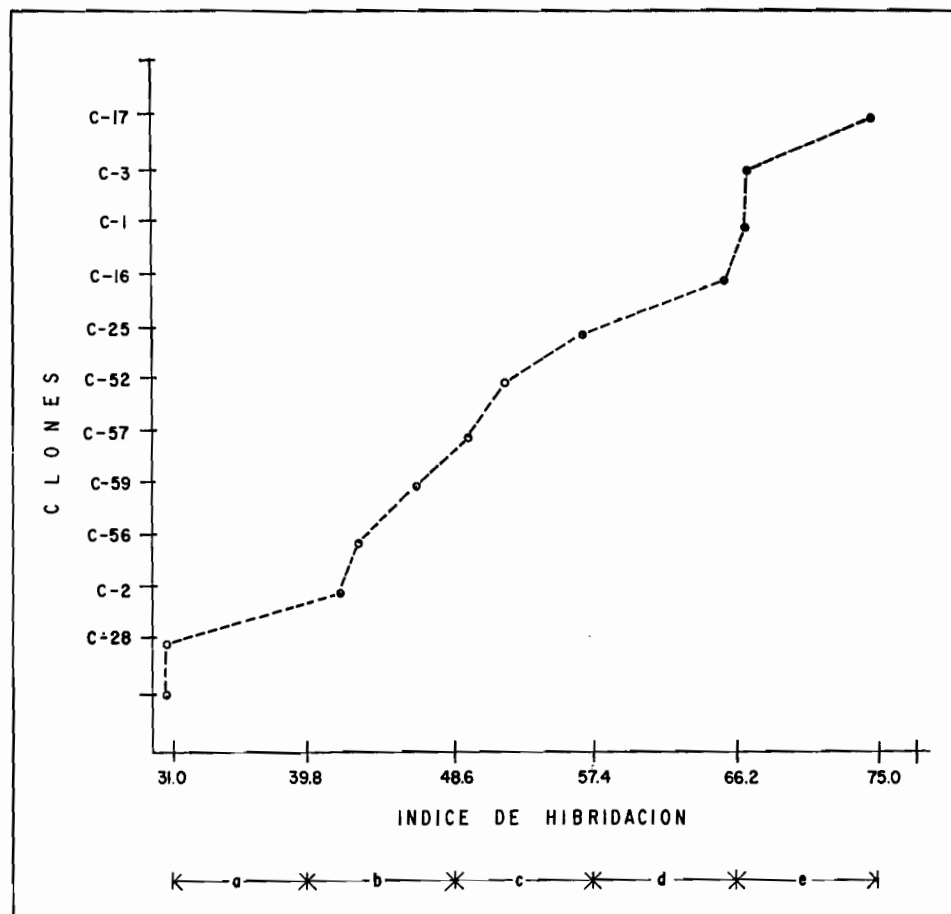


Figura 1. Gráfica mostrando el índice de hibridación: los clones dentro del intervalo (a) son parecidos a *T. zopilotense*; dentro del (b), cruza regresiva a *T. zopilotense*; dentro del (c), híbridos; dentro del (d), cruza regresiva a *T. maizar* y, dentro del (e), semejantes a *T. maizar*

Discusión

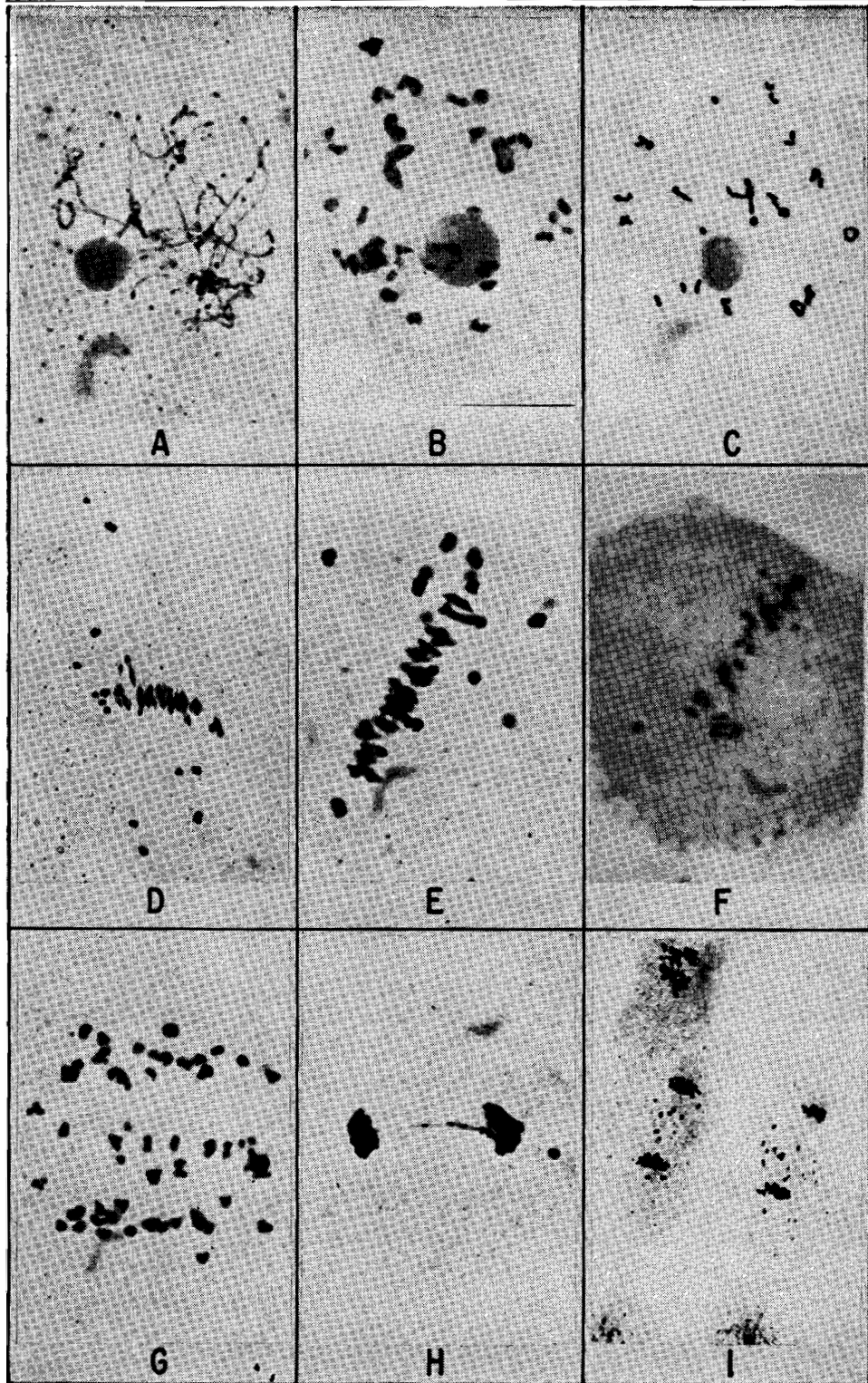
T. zopilotense y *T. maizar* son dos especies que difieren morfológicamente, pero que producen híbridos fértiles en los que el apareamiento cromosómico es casi normal. Los estudios hechos por otros investigadores (Mangelsdorf y Reeves, 1939; Anand y Leng, 1964; Galinat y Mangelsdorf, 1966) y los resultados obtenidos en el presente trabajo, vienen a confirmar que no existen mecanismos de aislamiento reproductivo entre las especies consideradas.

CUADRO 3
Comparación morfológica y citológica de los clones estudiados

ASPECTOS CITOLÓGICOS	TIPOS MORFOLÓGICOS											
	a		b		c			d		e		
	C-8	C-28	C-2	C-56	C-59	C-57	C-52	C-25	C-16	C-1	C-3	C-17
Nudos cromosómicos.....	X	X		X	X	X	X	X	X			
Presencia y comportamiento de univalentes en la meiosis		X		X	X	X	X	X				
Puentes en anafase I.....			X							X		X
Puentes en anafase II.....										X		X

NOTA: a: clones parecidos a *T. zopilotense*; b: cruza regresiva a *T. zopilotense*; c: cruza regresiva a *T. maizar*; d: cruza regresiva a *T. maizar*; e: clones semejantes a *T. maizar*.

Figura 2. A: clon C-52, Paquiteno mostrando nudos cromosómicos terminales, 800X; B: clon C16, Diacinesis con univalentes y bivalentes indistinguibles entre sí, y un posible cuadrivalente, 1250X; C: clon C-25, Diacinesis con trivalentes y cuadrivalentes, 500X; D: clon C-52, Metafase I con cromosomas dispersos en el citoplasma, 500X; E: clon C-56, Metafase I mostrando algunos cromosomas no orientados en la placa metafásica, 1250X; F: clon C-3, Metafase I con 2 cuadrivalentes y 3 univalentes, 500X; G: clon C-56, Anafase I mostrando cromosomas retrasados en la placa ecuatorial 1250X; H: clon C-2, Anafase I con un puente de cromatina, 800X; I: clon C-56, Anafase II mostrando cromosomas dispersos en el citoplasma, 500X



La infiltración genética de *T. zopilotense* en *T. maizar* se puede demostrar en la forma siguiente: por ejemplo, *T. zopilotense* se caracteriza por tener inflorescencias centrales con pocas ramificaciones; este carácter se encuentra en los clones C-3, C-1 y C-16 que son parecidos a *T. maizar* (Figura 1) según el índice de hibridación.

De igual manera se puede demostrar la infiltración genética de *T. maizar* en *T. zopilotense*. Los clones C-8 y C-28, muy parecidos a *T. zopilotense*, muestran un índice de venación y pubescencia en el foramen que son característicos de *T. maizar*.

La poliploidía, hibridación, selección y disturbios ecológicos en las localidades donde se colectaron los clones C-28, C-56, C-59, C-57, C-52, C-25 y C-3, son probablemente la causa de la gran variación morfológica y citológica observada.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye lo siguiente:

1. No existen mecanismos de aislamiento reproductivo entre *T. zopilotense* y *T. maizar*.
2. Existe infiltración genética entre ambas especies.
3. En la variación interespecífica han intervenido la mutación, la recombinación génica y la selección.
4. Los disturbios ecológicos han favorecido la poliploidía en las especies mencionadas, lo cual suele ocasionar irregularidades cromosómicas durante la microsporogénesis.
5. Hacen falta más estudios de esta naturaleza para aclarar la sistemática de *T. zopilotense* y *T. maizar*, tomando en consideración poblaciones que incluyan toda la variación de ambas especies.

Referencias citadas

- ANAND, S. A., y E. R. LENG. (1964.) *Genome relationship in some species of Tripsacum*. Cytologia, 29:324-329.
- ANDERSON, E. (1949a.) *Introgressive hybridization*. Wiley & Sons, New York.
- ANDERSON, E. (1949b.) *The corn plant of today*. Pioneer Hi-Bred Corn Co., Des Moines, Iowa.
- CUTLER, H. C., y E. ANDERSON. (1941.) *A preliminary survey of the genus Tripsacum*. Ann. Mo. Bot. Gard. 28:249-269.
- GALINAT, W. C., y P. C. MANGELSDORF. (1966.) *Intercrossing of Tripsacum*. Maize Relatives Newsletter, 1:3.
- HERNÁNDEZ XOLOCOTZI, E., y L. F. RANDOLPH. (1950.) *Descripción de los Tripsacum diploides de México: Tripsacum maizar y Tripsacum zopilotense spp.* Oficina de Estudios Especiales (actualmente Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, S.A.G.). Foll. Téc. Núm. 4:1-28.
- MANGELSDORF, P. C. y R. G. REEVES. (1939.) *The origin of indian corn and its relatives*. Texas Agric. Exper. Sta. Bull 574:1-315.
- PRYWER, C. (1954.) *Meiosis en Tripsacum maizar*. Revista Soc. Mex. Hist. Nat., 5:59-64.
- PRYWER, C. (1960.) *Estudio citológico de algunas especies del género Tripsacum*. Bol. Soc. Bot. Méx. 25:1-21.
- PRYWER, C. (1963.) *Meiosis en Tripsacum zopilotense*. Bol. Soc. Bot. Méx. 28:11-18.
- RANDOLPH, L. F., y E. HERNÁNDEZ X. (1947.) *Cytotaxonomic diversity of Tripsacum in Mexico*. (Abs.) Genetics, 35:686.