

MORFOLOGIA CROMOSOMICA DE ALGUNAS VARIEDADES DE MAIZ (*ZEA MAYS*) CULTIVADAS EN CHILE *

POR RUTH DEROMEDIS¹

SUMMARY

The morphological characters of the maize chromosomes are studied on the pachytene cells of microsporocytes. In the pachytene cell, each one of the 10 chromosomes of the haploid complement can be identified and the knobs easily recognized.

44 autochthonous and foreign varieties, classified in 7 groups was the material studied. The method of the frotis and the aceto-carmin stain has been used, for identification the chromosomes in pachytene, and for observing the knobs and its positions. All varieties are different because of their capacity of spreading their chromosomes; 4 methods have been tried with acetic acid (20, 40, 50 % and 50 % - pectinase) combined 3 periods (10, 20, 30 minutes) and 2 temperatures (15 and 25° C). The better spreading of the chromosomes was obtained with a treatment that combined 40 % acetic acid, 20 minutes and 25° C.

The observation of the cells of 2 plants for each variety, shows the distribution of the knobs in 16 different positions. The average of knobs for each group varies from 1 to 4,5; and the range between the varieties, is from 0 to 6 knobs.

Knobs are found so frequently in the 16 positions, that it's possible to establish some relations between the different groups. On this base, we can assume that the group "Choclero" and "Curagua" are typical of Chile, and "Semidentado" shows clearly an introgression of germoplasm of "Dentado Corriente" in "Córneo".

As a result, it was concluded that the knobs are important cytologic markers; knobs are found irregularly in different positions; this suggest that some positions are very stable and others vary more frequently; and that between the varieties studied, there is a great polymorphism in the chromosomal morphology.

INTRODUCCION

El estudio de los caracteres morfológicos de los cromosomas paquiténicos de maíz (*Zea mays*) fue iniciado hace 39 años por Mc CLINTOCK (16).

* Tesis presentada para optar al título de Magister en Genética y Mejora-miento Vegetal en la Universidad de Chile; Comité consejero: CARMEN SANZ DE CORTÁZAR, Ing. Agr., M. S.; ALEJANDRO VIOLIC, Ing. Agr., Ph. D.; RENÉ CORTÁZAR, Ing. Agr., Ph. D. y ALFREDO SAN JUAN, Ing. Agr.

¹ Ingeniero Agrónomo. Auxiliar de Docencia de la Cátedra de Genética General y Aplicada.

En las células madres de polen, se produce la división meiótica que reduce el número diploide de 20 cromosomas, al haploide. En paquitene, los cromosomas homólogos están apareados, siendo teñidos en esta fase por diversos colorantes.

Los 10 cromosomas paquiténicos del complemento haploide, tienen la característica de ser distinguibles por su longitud, posición del centrómero, longitud relativa de los brazos, adherencia del nucleolo y regiones engrosadas que se colorean en forma intensa, conocidas como nudos.

La presencia de estos nudos en el maíz cultivado actualmente está posiblemente relacionada con su origen.

El reconocimiento e identificación de las distintas variedades de maíz cultivadas en Chile, mediante el estudio de la morfología de sus cromosomas, se ha hecho con miras a establecer la posible relación dentro de las variedades de cada grupo y entre los distintos grupos.

Durante los últimos 15 años se han hecho numerosos estudios sobre este tema abarcando material cultivado en regiones comprendidas entre los Estados Unidos en América del Norte, hasta Chile en Sud América. El presente trabajo se ha realizado en base a algunas variedades autóctonas y foráneas recolectadas en Chile, existentes en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Santiago de Chile, en 1968.

REVISION DE LITERATURA

Los nudos cromosómicos del maíz difieren en las distintas variedades y grupos en su número y posición. Según LONGLEY (10), se han hallado nudos en cromosomas de maíz (*Zea mays*), *Euchlaena* sp. y *Tripsacum* sp., no habiéndose encontrado hasta ahora, en los de ninguna otra especie. Su presencia en la profase media de la primera división meiótica, ha sido de gran utilidad en el reconocimiento de cada uno de los 10 cromosomas que forman el complemento haploide del maíz. En estudios de los caracteres morfológicos de los cromosomas de *Tripsacum floridanum* ($n = 18$), se ha constatado la presencia de nudos terminales en todos sus cromosomas. El cromosoma XVI de estas especies es el organizador del nucleolo. Este cromosoma se reconoce fácilmente por el nucleolo que siempre lleva adherido y se diferencia de los cromosomas organizadores del nucleolo del teosinte y del maíz, por poseer un centrómero que divide al cromosoma en 2 brazos iguales y por tener una región heteropicnótica conspicua junto al punto de adherencia, siendo éste su único nudo intercalar.

LONGLEY (10) también examinó detalladamente los caracteres morfológicos de los cromosomas del teosinante (*Euchlaena mexicana*), con el objeto de permitir su comparación con la estructura cromosómica del maíz y establecer así las relaciones que pudieran

existir entre estos 2 géneros. En base a la posición y número de los nudos, clasificó el teosinte en diversos grupos, algunos de los cuales se asemejan al maíz en cuanto a posición y tamaño de los mismos.

La existencia de nudos en los cromosomas de maíz está relacionada con su posible origen el cual difiere según distintos investigadores, pero siempre procedería de la intervención en su composición de germoplasma de *Tripsacum* o de teosinte.

BEADLE (1), considera al maíz como una mutación del teosinte y su posterior selección por los indígenas de América Central, para obtener mayores rendimientos en grano. Según esta hipótesis, el teosinte era utilizado por los aborígenes como alimento en forma de grano reventado, lo que les habría inducido a cultivarlo y seleccionarlo.

MANGELSDORF y REEVES (15), sostienen que del estudio de la morfología cromosómica de *Tripsacum*, teosinte y maíz, los cuales presentan nudos en número decreciente se puede establecer relaciones entre ellos, las que conducen a una hipótesis que puede resumirse en 3 puntos: 1) El maíz se desarrolló primero como planta cultivada en la región Andina, y luego se dispersó en forma concéntrica desde esta región hasta llegar a la mayor parte de América del Sur, Central y del Norte; 2) En América Central se cruzó con *Tripsacum* y este híbrido por sucesivas retrocruzas con maíz, dio origen al teosinte; 3) La retrocruza sucesiva del teosinte con maíz dio origen a un nuevo tipo de maíz (Tripsacoide), el que a su vez también se dispersó concéntricamente, compitiendo con el maíz primitivo (puro) hasta llegar a todas partes de ambos continentes, excepto algunas pocas localidades.

LONGLEY (13), sostiene que según la interpretación dada por MANGELSDORF y CAMERON y MANGELSDORF y REEVES, la región Andina constituiría un centro primario de origen del maíz, mientras que Guatemala sería secundario.

La presencia de maíces con bajo número de nudos en el oeste de Guatemala, sugeriría la posibilidad de que éste fuera el centro primario de los maíces cultivados y que la región andina quedaría así como centro de origen secundario en el margen de la zona de dispersión del maíz.

BROWN (3) a su vez, previene contra el uso de los nudos como indicadores de la presencia de germoplasma de *Tripsacum* en maíz, sosteniendo que si bien indican las relaciones entre *Zea mays* y *Tripsacum* sp., se necesitarían más datos para que sea posible usar en forma segura el número de nudos como índice de la cantidad de germoplasma de *Tripsacum* que ha intervenido en la formación del maíz. Estudios morfológicos y arqueológicos podrían establecer en forma más fehaciente el lugar de origen del maíz y sus relaciones con *Tripsacum* y teosinte.

En 1944 REEVES (12), estudió la distribución de 166 variedades de maíz, de acuerdo al país de origen y número de nudos. Este

trabajo reveló que en Guatemala se hallaban las variedades con mayor número promedio de nudos y que disminuían en relación a la distancia a Guatemala. El promedio de nudos dados para Chile y Argentina se determinó sólo para la región septentrional de ambos países.

En el cuadro 1 se presenta la distribución de los promedios de nudos por país de origen de las variedades estudiadas.

CUADRO 1

Distribución de los promedios de nudos cromosómicos, según los países de origen de las variedades

País de origen	Promedio de nudos de las variedades
Estados Unidos.....	4,25
México.....	8,00
Guatemala.....	9,25
Colombia.....	7,00
Venezuela.....	5,50
Guayana Holandesa.....	3,40
Ecuador.....	0,00
Perú.....	0,39
Bolivia.....	0,26
Chile.....	3,00
Argentina.....	2,00

MANGELDORF y CAMERON (1942) citados por RHOADES (25), en investigaciones realizadas con maíces del noroeste de Guatemala, observaron que a altitudes menores de 610 a 762 metros, donde se hallaban tanto *Tripsacum* como teosinte en forma silvestre, los maíces tenían un número relativamente alto de nudos, mientras que en altitudes cercanas a los 2.500 metros, los nudos eran escasos.

Estudios posteriores de WELHAUSEN *et al.* (30), TIMOTHY *et al.* (27), GROBMAN *et al.* (8) y RAMÍREZ *et al.* (21), también han confirmado esta relación inversa entre altitud y número de nudos.

El estudio de la morfología cromosómica del maíz fue iniciado por MC CLINTOCK (16), a cuyos trabajos se debe en gran parte el conocimiento actual sobre este tema. Más tarde, la misma investigadora (17) halló que el paquitene era una fase más apropiada para identificar los cromosomas, que otros estados más avanzados de la profase de la primera división meiótica, de las células madres del polen. Numeró los cromosomas de I a X, de acuerdo a su longitud, siendo el I el más largo y el X el más corto del complemento.

LONGLEY (11), posteriormente, hizo un detallado examen de las características morfológicas correspondientes a 33 variedades de los Estados Unidos de Norteamérica. Encontró que en paquitene los

cromosomas se encuentran apareados, formando 10 bivalentes que difieren en su longitud, estando cada uno dividido en 2 brazos por el centrómero. Estos brazos pueden tener igual o distinta longitud según el cromosoma de que se trate, pero la relación entre la longitud de los brazos para cada uno de los cromosomas es constante, para las distintas variedades estudiadas por él. Este es un carácter importante en la identificación de los cromosomas, al igual que la presencia de nudos en determinadas posiciones. A estos caracteres se suman otros menores, tales como brazos más heteropienóticos y cromómeros fuertemente coloreados, que ayudan a reconocer con más facilidad y certeza ciertos cromosomas.

Otras investigaciones realizadas por LONGLEY (12), también han sido de gran valor en los posteriores estudios de las razas de maíces de distintos países. Comprobó que la longitud de los cromosomas del maíz varía en las células madres del polen, según su estado de desarrollo. Los cromosomas en paquitene son los más apropiados para ser medidos y es en este estado donde los nudos son más prominentes, no confundiendo con los cromómeros que normalmente poseen y que se hacen más visibles en los estados más avanzados de la primera profase meiótica. Los nudos no están distribuidos uniformemente a lo largo de todo el cromosoma; hay una región junto al centrómero donde no se forman. La máxima frecuencia de formación de nudos en los brazos largos, según el mismo autor, se encuentra a 25.2μ del centrómero; en los brazos cortos esta distancia se reduce, permaneciendo los nudos siempre alejados del centrómero, lo que explicaría la frecuencia de nudos terminales en los brazos cortos.

En el estudio de la morfología cromosómica de variedades cultivadas en Chile, la identificación de los cromosomas se hizo teniendo en cuenta las características dadas a este respecto por RHOADES (23), LONGLEY (11) y KATO (14).

Las características generales más importantes a tenerse en cuenta son:

- a) Longitud relativa de los cromosomas. Estos se numeran de I a X en orden decreciente de longitud.
- b) Posición, tamaño y aspecto del centrómero y relación entre los 2 brazos en que éste divide a cada cromosoma.
- c) Regiones heteropienóticas adyacentes al centrómero, cromómeros prominentes y brazos que enteros o en parte se colorean intensamente.
- d) La unión del nucleolo al cromosoma VI por medio de un nudo característico.
- e) La presencia de nudos en determinadas regiones de los cromosomas.
- f) Regiones libres de nudos en las proximidades del centrómero.

CUADRO 2

Principales características de los 10 cromosomas, usadas para identificar cada cromosoma y ubicar los nudos. Según Rhoades (23), Longley (11) y Kato (14)

Cromosoma	Largo + micrones	L/C +	Características
I.....	82,40	1,3 : 1	Es el más largo de los cromosomas. Se observa un cromómero terminal en el brazo corto.
II.....	66,50	1,25 : 1	El centrómero es grande y parece estar dividido; el brazo corto se colorea más intensamente. Puede presentar 1 nudo en cada brazo.
III.....	62,00	2,0 : 1	El brazo largo es el doble del corto; el nudo terminal del brazo corto es grande y en forma típica de pera. Se pueden observar 1 nudo en cada brazo.
IV.....	58,78	1,6 : 1	Es algo más corto que el III; también puede tener un nudo grande en el brazo corto, similar al del cromosoma anterior.
V.....	57,82	1,1 : 1	Los dos brazos son casi iguales, presenta un nudo en el brazo largo, más cercano al extremo del cromosoma que el II, con el que puede confundirse.
VI.....	48,73	7,1 : 1	Es el más fácil de reconocer, se halla adherido al nucleolo. Puede tener hasta 3 nudos en el brazo largo y un nudo grande y universal en el corto, además del satélite.
VII.....	46,78	2,8 : 1	El brazo largo tiene una región fuertemente heteropicnótica junto al centrómero. Es frecuente hallar todo el brazo corto muy coloreado, con cromómeros prominentes. El nudo del brazo largo está casi a la mitad del mismo.

CUADRO 2 (Cont.)

Cromosoma	Largo [†] micrones	L/C [†]	Características
VIII.....	47,48	3,2 : 1	Se pueden presentar 2 nudos en el brazo largo. No tiene regiones heteroplenóticas grandes junto al centrómero.
IX.....	43,24	1,8 : 1	Es uno de los cromosomas más cortos, la relación de sus brazos lo hacen fácil de distinguir, como también cromómeros prominentes a ambos lados del centrómero. Es característico el nudo terminal del brazo corto, de forma redondeada.
X.....	36,93	2,8 : 1	El brazo corto se colorea intensamente. Es el más corto de todo el complemento. Puede presentarse en forma anormal con un trozo de heterocromatina adherida al brazo largo.

Se han realizado estudios para comprobar la influencia que puede tener el número de nudos sobre distintos caracteres, especialmente rendimiento. WELHAUSEN *et al.* (30), estudiando las razas de maíz de México, encontraron que las más productoras son aquellas que muestran una mayor introgresión de teosinte. WELHAUSEN y PRYWER (31), sostienen que si bien los nudos en sí mismos pueden no tener efecto genético, pueden estar ligados a segmentos de germoplasma de teosinte. Las variedades de las tierras bajas de México tienen un promedio de 5.6 nudos, existiendo relación entre alto número de nudos y rendimiento. Las líneas con alto número de nudos tienden a tener una mejor capacidad combinatoria, que aquellas con pocos nudos, en la misma zona. Sobre los 2.300 metros, donde un mayor número de nudos indica la introgresión de germoplasma de teosinte y *Tripsacum* en el maíz, la relación es inversa. Estas especies son típicas de zonas tropicales y bajas, por lo cual la contribución de su germoplasma no influiría favorablemente en el rendimiento de las líneas y variedades de las zonas altas.

VACHHANI (29), estudiando 20 líneas autofecundadas en Minnesota, no encontró relación entre el número de nudos y los caracteres de plantas. Estima que estos resultados no contradicen los obtenidos en 1951 por MANGELSDORF y CAMERON, ya que el material por ellos estudiado tenía un rango de nudos más amplio.

Las líneas estudiadas por VACIHANI mostraban de 2 a 8 nudos y sólo 2 líneas tenían 7 o más. Usando los nudos como marcadores citológicos, estableció la asociación entre su presencia en determinadas posiciones y caracteres de plantas.

De las 72 pruebas de asociación, sólo 2 resultaron significativas: una entre el nudo del cromosoma VII y resistencia al desarraigamiento y la otra entre el nudo del cromosoma VIII y el número de hileras de la mazorca.

EFROM (6), para evaluar la cantidad de germoplasma de teosinte introducido en 3 sintéticos de maíz, hizo un estudio del número de nudos. Los resultados indicaron que los 3 grupos tenían diferente promedio de nudos, lo que probablemente indicaría la introducción de cantidades distintas de germoplasma de teosinte. Los sintéticos con un promedio de 6.3 nudos tendían a ser tardíos en madurez, los que tenían 8.6 nudos fueron los más tempranos y tuvieron más alto porcentaje de materia seca del grano; los que tenían 7.8 nudos resultaron intermedios. Correlación negativa halló entre número de nudos y altura de planta, materia seca de rastrojo, materia seca total y peso verde.

Genetistas, botánicos y arqueólogos han estudiado intensamente el origen, características y distribución geográfica de las razas primitivas de maíz (1, 3, 7, 21). La mayoría de estos trabajos incluyen la determinación del número de nudos cromosómicos y su posición.

WELHAUSEN *et al.* (30), indican que cuando dos razas se cruzan hay tendencia hacia la preservación de los nudos de ambos padres en el híbrido. La variación en el número de nudos de los maíces mexicanos es de 0 a 14.

En Colombia, ROBERT L. M. *et al.* (24), indican que las razas de ese país tienen de 2 a 10 nudos.

RAMÍREZ *et al.* (21) encontraron que en las razas de Bolivia, todas las que provenían de tierras altas eran citológicamente homogéneas con un nudo en el cromosoma VI Lc y otro en VII L. Este tipo fue denominado "andino" por Mc. CLINTOCK.

TIMOTHY *et al.* (28), citan el estudio de Mc. CLINTOCK de 14 razas ecuatorianas, en que encontró que 6 de las 7 razas de tierras altas eran de tipo "andino". Al igual que en Bolivia se encuentra un mayor número de nudos en las razas de tierras bajas.

GROBMAN *et al.* (8), encontraron un total de 27 nudos en la raza "Perla" de Perú la cual es característica de tierras bajas. Las razas peruanas de tierras altas también presentaron el tipo "andino".

En Chile, PARKER y PARATORI (19) han clasificado las variedades cultivadas en 8 grupos basándose en las características fenotípicas del grano y composición del endosperma. Estas características están resumidas en el Cuadro 3.

Clasificación de los maíces cosechados en Chile, de acuerdo a las características fenotípicas del grano y composición del endosperma (19)

Número del grupo	Nombre del grupo	Características					
		Mazorcas		Granos			
		Forma	Nº de hileras	Forma	Color	Endosperma	Alentona
I.....	Dentado harinoso	Cortas, cónicas	14 a 28	Redondos o puntudos	Variable	Harinoso	Amarillo a negro
II.....	Dentado harinoso	largas cilíndricas	10 a 22	prof. indentados	amarillo o blanco	almidonoso	incolora
III.....	Semidentado	largas, cónicas	10 a 20	levemente indentados	amarillo		incolora
IV.....	Choclero	variables cónicas	18 a 32	indentados y puntudos	amarillo		incolora
V.....	Camelia	medianas cónicas	10 a 20	redondeados	brillante naranja o amarillo	córneo	incolora
VI.....	Córneo	variables cilíndricas	10 a 22	redond. o ligeramente punt.	blanco, amarillo rojo	córneo	incolora
VII.....	Curagta	cónicas cilíndricas	18 a 22	redondos o puntudos	oscuros	córneo	
VIII.....	Dulce	medianas cilíndricas o cón.	10 a 14	arrugados	amarillo o blanco	azucarado	incolora

MATERIAL Y METODOS

VARIEDADES ESTUDIADAS. — El material en estudio procede de la colección de variedades de maíces recolectados independientemente por el Instituto de Geografía de la Universidad de Chile y el Departamento de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Agricultura, entre los años 1950 y 1958. Esta colección se conserva en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (La Platina).

Las variedades estudiadas proceden de la zona comprendida entre las provincias de Valparaíso y Ñuble, estando clasificadas en 8 grupos.

GRUPO I: *Dentado harinoso.*

Z — 137 De rulo	Z — 156 Choclero
Z — 148 Choclero	Z — 211 De rulo
Z — 58 Overo	Z — 30 Chinoco corriente

GRUPO II: *Dentado corriente.*

Z — 176 s/n.	Z — 103 Amarillo
Z — 174 Minnesota	Z — 158 Amarillo
Z — 191 Amarillo	Z — 163 s/n.
Z — 37 Amarillo	

GRUPO III: *Semidentado.*

Z — 204 Minnesota	Z — 173 Choclero de harina
Z — 41 Morocho blanco	Z — 227 s/n.
Z — 141 De rulo	Z — 248 Colorado
Z — 214 Curagua	

GRUPO IV: *Choclero.*

Z — 42 Choclero	PG — 72 Choclero Til-Til
Z — 66 Choclero	Z — 87 Chinoco
Z — 98 Choclero	Z — 15 Choclero
PG — 70 Amarillo tierno	

GRUPO V: *Camelia.*

Z — 203 Camelia	Z — 270 Camelia
Z — 241 Camelia	Z — 115 Camelia

GRUPO VI: *Córneo.*

Z — 62 Morocho camelia	Z — 233 s/n.
Z — 106 Curagua	

GRUPO VI: *Córneo*.

Z — 60 Blanco
Z — 218 Grande

Z — 228 s/n.

GRUPO VII: *Curagua*.

Z — 107 Morocho
Z — 50 Morocho blanco
Z — 54 Curagua

Z — 109 Curagua
Z — 118 Curagua
Z — 122 Curagua

GRUPO VIII: *Dulce*.

Z — 186 Bulle

MÉTODOS. — Los microsporocitos en desarrollo son el material más útil para estudiar los distintos estados de la meiosis, especialmente al estado de paquitene.

La microsporogénesis ocurre antes de la emergencia de las panojas. Las espiguillas maduran progresivamente desde el extremo superior hacia la base de los brazos o ramificaciones. Esto hace que en una sola inflorescencia sea posible encontrar flores en distintos estados, lo que facilita la obtención de las fases meióticas deseadas.

La experiencia hace posible estimar la madurez relativa de los esporocitos por el tamaño de la panoja al tacto o abriendo las hojas que la protegen y observando el aspecto y color de las anteras.

La elección final de las flores que contengan células en paquitene se hace en el laboratorio.

Inmediatamente después de su recolección, las panojas deben fijarse con el principal objeto de matar las células, interrumpiendo en forma repentina sus procesos de crecimiento, especialmente el de los microsporocitos que se encuentran en activa división meiótica y preservar sus elementos estructurales y químicos en condiciones semejantes a las de la célula viva, lo que se logra mediante diversos reactivos.

En el presente trabajo se usó la mezcla alcohol acética que es un fijador deshidratante de acción rápida, que también recibe el nombre de Farmer o Carnoy (20, 5, 9).

Este fijador preserva la estructura del núcleo y sus componentes y coagula los del citoplasma.

Las panojas de maíz se fijaron en Farmer durante 24 horas a temperatura ambiente (25° C). El tiempo óptimo de fijación para este material está comprendido entre 18 a 24 horas, a temperatura ambiente, según BURHAM (4).

Cuando al finalizar el período de fijación el material no puede examinarse de inmediato, se debe conservar de manera tal que mantenga durante semanas y aún meses, las características conferidas por el paso anterior. Para este fin, se reemplaza todo el Farmer por

alcohol de 70°, guardándose así las panojas en refrigerador a una temperatura de 3 a 4° C. De esta manera se conservó el presente material en perfectas condiciones para la coloración y observación a través de los 10 meses que abarcó el período de observación de los cromosomas pequiténicos de las células madres del polen.

Las distintas variedades y líneas de maíz difieren en cuanto a su capacidad de dispersar sus cromosomas paquiténicos, en forma tal que sea posible la identificación de cada uno de ellos¹. Esto hizo necesario probar distintos métodos para lograr el objetivo deseado: cromosomas bien separados y fácilmente reconocibles por sus características morfológicas.

Se probaron tratamientos que consistieron de las combinaciones de 2 temperaturas (15° y 25° C), de alcohol etílico de 70°; 3 concentraciones de ácido acético (20, 45 y 50 %), 1 de ácido al 50 % más solución al 1 % de pectinasa; y 3 tiempos de tratamiento (10, 20 y 30 minutos), de acuerdo al cuadro 4.

El colorante usado para la tinción de los cromosomas paquiténicos fue el acetato - carmín.

La forma de operar para hacer el frotis fue la siguiente: se colocan las anteras, una vez disectada la flor, sobre portaobjetos en una gota de colorante. Con una aguja y un escalpelo se partieron las anteras por la mitad y se presionaron para forzar la salida de los miocitos, los que quedan flotando en el líquido colorante.

Mediante los mismos instrumentos, se retiraron las paredes de las anteras, tratando que no quedara material extraño a los microsporocitos mismos para facilitar la dispersión de los cromosomas. Se pasó varias veces la aguja de montaje por la gota de colorante, con el objeto de añadir hierro, el que al actuar como mordiente mejora la tinción (5, 9, 2).

Luego de agregar otra gota de acetato-carmín, se cubrió con cubreobjetos y se calentó ligeramente sobre lámpara de alcohol. Inmediatamente, se presionó el cubreobjetos con un papel absorbente para aplanar las células y eliminar el exceso de colorante. La presión se aplicó con el dedo pulgar, pero también se usó con éxito el sistema que consiste en aplastar la preparación con un objeto de peso comprobado, en este caso, con un frasco de 150 cc lleno de agua¹.

Hay diferentes maneras de hacer preparaciones permanentes generalmente basadas en una deshidratación de las células y su posterior conservación con bálsamos especiales tales como el Euparal o Diaphane, los que tienen la propiedad de no ser oxidantes y preservar muy bien las coloraciones delicadas. Contrastan las estructuras cromosómicas con respecto al citoplasma, especialmente pasado cierto tiempo. Por esta razón están muy indicados para los estudios de los distintos estados de la meiosis (9).

¹ Comunicación personal del Dr. D. T. MORGAN Jr.

² Comunicación personal del Ing. T. A. KATO.

CUADRO 4

Combinaciones de tratamientos ensayados para determinar la mejor dispersión y coloración de cromosomas en paquitense

Temperaturas	20 °/a			45 °/a			50 °/a			50 °/a + pect.		
	10 min.	20 min.	30 min.	10 min.	20 min.	30 min.	10 min.	20 min.	30 min.	10 min.	20 min.	30 min.
15° C.	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
25° C.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Poca coloración			buena coloración			Poca coloración ; gran aumento de volumen celular			ídem que sin pectinasa		

+ mayor dispersión que en el testigo sin tratar.

++ mayor dispersión que en los tratamientos a 15° C.

+++ corresponde al mejor tratamiento.

— igual dispersión que en el testigo sin tratar.

La técnica seguida consistió en introducir el preparado en la solución Farmer hasta que el cubreobjetos se desprendiera. Con un escalpelo se separó el cubreobjetos del portaobjetos y ambos se sometieron a dos cambios sucesivos de alcohol absoluto o alcohol de 95°, durante 1 a 2 minutos. Luego de escurrir el exceso de alcohol, se montaron en una gota de Euparal.

Para el reconocimiento de los estados de la meiosis, de los cromosomas paquiténicos y sus nudos, se usó un microscopio Laborlux, Leitz, con oculares periplanáticos de 10x y 15x y objetivos de 10x, 43x y 100x (inmersión). Se usó un potencial de 5 voltios y filtro opaco.

Los cromosomas se identificaron con un aumento de 1.000 y 1.500. Para su dibujo se usó una cámara lúcida Carl Zeiss, Jena.

Las microfotografías se hicieron con una cámara Leica, usando filtro verde. Cuando el objetivo usado fue de 43x, la exposición fue de 1/5 de segundo. Con objetivo de 100x, el tiempo de exposición llegó a 1 segundo. Se usó una película Agfa panchromatic, de 17 din.

RESULTADOS

El número de variedades en cada grupo y los resultados obtenidos se encuentran en la tabla 1 y en los diagramas 1 al 7 *a* y *b*, como resultado de analizar 2 plantas por variedad y observar un promedio de 10 células por planta.

En lo referente a nudos cromosómicos dentro de cada grupo, fue posible hacer las siguientes consideraciones:

GRUPO I: *Dentado harinoso*. — Este grupo presentó un número promedio de 3 nudos por variedad; las variedades consideradas tienen entre 1 y 5 nudos (fig. 1 *a*).

Los nudos presentaron una mayor frecuencia en las posiciones VI Lc, II L y V L (fig. 1 *b*).

En la variedad Z-156 se encontró un cromosoma X anormal, el que tiene un trozo de heterocromatina adherido al extremo de su brazo largo.

La variedad Z-211 posee 2 cromosomas tipo B, observados en diacinesis.

GRUPO II: *Dentado corriente*. — El promedio de nudos fue de 4,5 por variedad, teniendo el grupo un rango de 2 a 6 nudos (fig. 2).

La mayor frecuencia de nudos está en las posiciones VI Lc, II L y IX Ct (fig. 2 *b*).

No se hallaron cromosomas X anormales, ni del tipo B en este grupo.

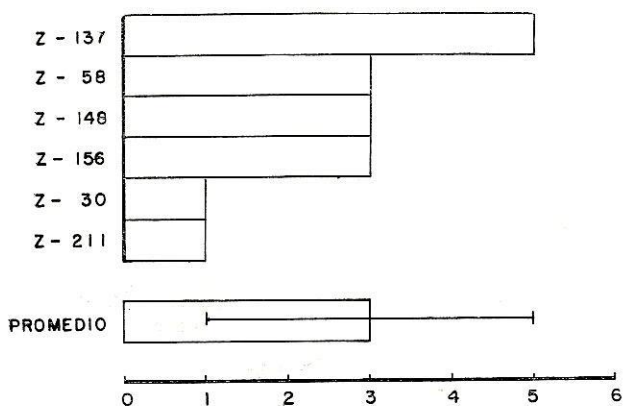


Fig. Nº 1a. DIAGRAMA MOSTRANDO EL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIEDADES DE MAIZ DE GRUPO I (DENTADO HARINOSO).

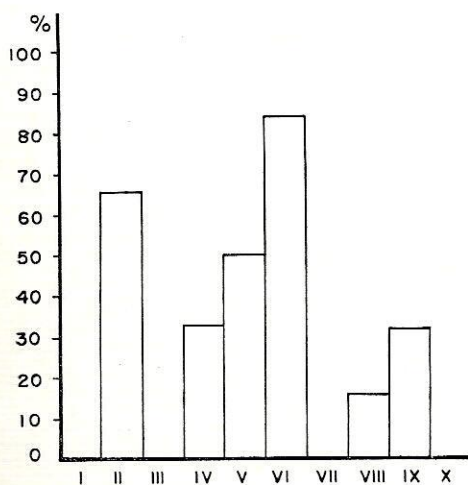


Fig. Nº 1b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS CROMOSOMAS CON NUDOS DE GRUPO I (DENTADO HARINOSO).

GRUPO III: *Semidentado*. — El promedio de nudos alcanzó a 3 por variedad, existiendo variedades con un mínimo de 2 y un máximo de 5 nudos (fig. 3 a).

Los nudos estuvieron distribuidos con mayor frecuencia en las posiciones II L, IV, VI, VII L y IX Ct. No se observaron cromosomas de tipo B, ni X anormales dentro de este grupo (fig. 3 b).

GRUPO IV: *Choclero*. — Este grupo fue el que presentó el menor número de nudos, con un promedio de 1 por variedad y un rango de 0 a 2 (fig. 4 a).

Los nudos presentaron una mayor frecuencia en las posiciones II L, VIII L y IX Ct (fig. 4 b).

GRUPO V: *Camelia*. — En este grupo las variedades estudiadas, mostraron un promedio de 4,5 nudos, variando de 3 a 6 nudos (fig. 5 a).

Todas las colecciones observadas tuvieron nudo en la posición II L y presentaron alta frecuencia en la posición VII L; la menor frecuencia la tuvieron en el cromosoma X con nudo terminal en el brazo corto (fig. 5 b).

GRUPO VI: *Córneo*. — El promedio de nudos por variedad fue de 3,6 variando entre 2 a 4 nudos (fig. 6 a).

La variedad Z-62 presentó un nudo en el brazo corto del cromosoma I, siendo la única entre todas las estudiadas que lo presenta. El brazo I C terminó además en un cronómero bien teñido pero sin el tamaño necesario para considerarlo como nudo.

Las posiciones II L, VL, VI Lb, VII L y IX Ct son las que más frecuentemente presentan nudos (fig. 6 b).

GRUPO VII: *Curagua*. — Este grupo se caracteriza por tener un promedio de 2,8 nudos por variedad, con una variación de 2 a 4 nudos, presentándose con mayor frecuencia las variedades con 3 nudos (fig. 7 a).

Todas las variedades estudiadas del grupo tuvieron cromosomas tipo B, pero no cromosomas X anormales.

La distribución de los nudos fue bastante uniforme, hallándose con más frecuencia en las siguientes posiciones: IN L, VII L y IX Ct (fig. 7 b).

GRUPO VIII: *Dulce*. — Sólo se estudió la variedad Z-186 la que presentó nudos ubicados en las posiciones II L, VI Lb y IX Ct (tabla 1).

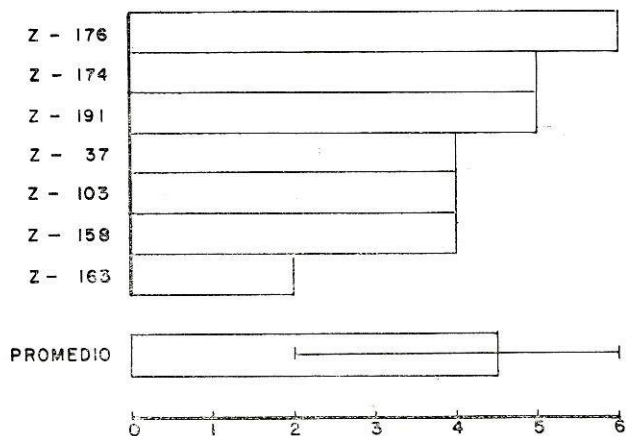


Fig. Nº 2a. DIAGRAMA CON EL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIEDADES DEL GRUPO II (DENTADO CORRIENTE).

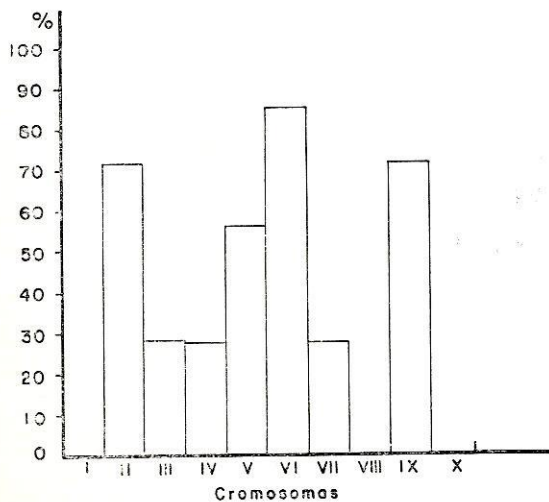


Fig Nº 2b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS CROMOSOMAS CON NUDOS DEL GRUPO II (DENTADO CORRIENTE).

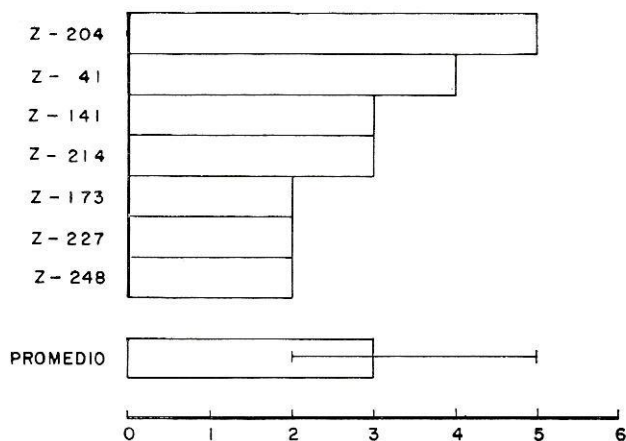


Fig. Nº 3a. DIAGRAMA CON EL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIEDADES DEL GRUPO III (SEMIDENTADO).

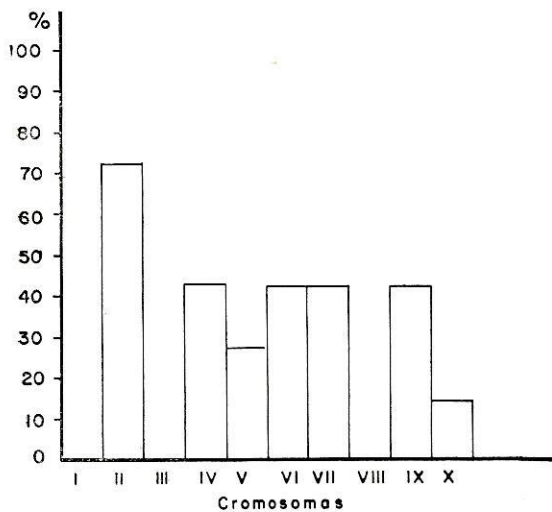


Fig. Nº 3b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS CROMOSOMAS CON NUDOS DEL GRUPO III (SEMIDENTADO).

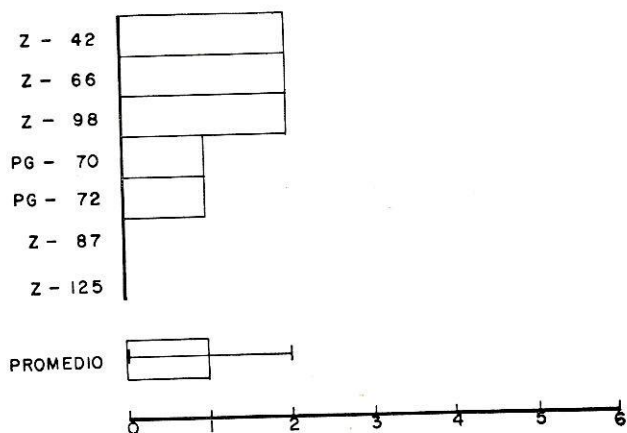


Fig. Nº 4a. DIAGRAMA CON EL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIETADES DEL GRUPO IV (CHOCLERO).

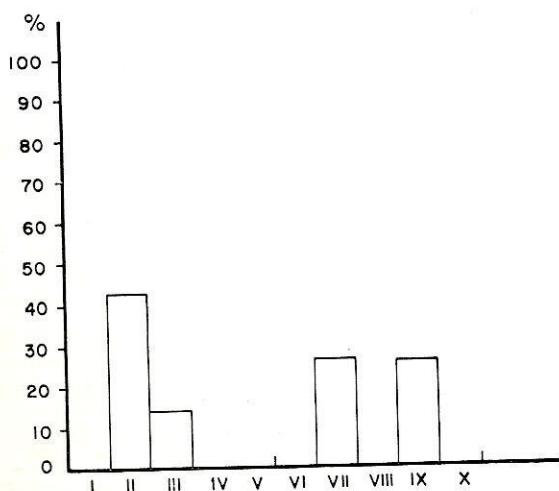


Fig. Nº 4b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS CROMOSOMAS CON NUDOS DEL GRUPO IV (CHOCLERO).

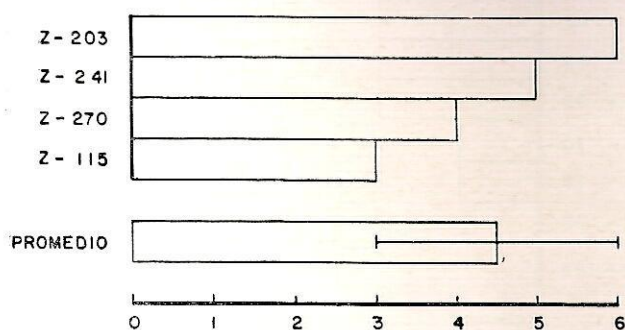


Fig. Nº 5a. DIAGRAMA CON EL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIETADES DEL GRUPO V (CAMELIA).

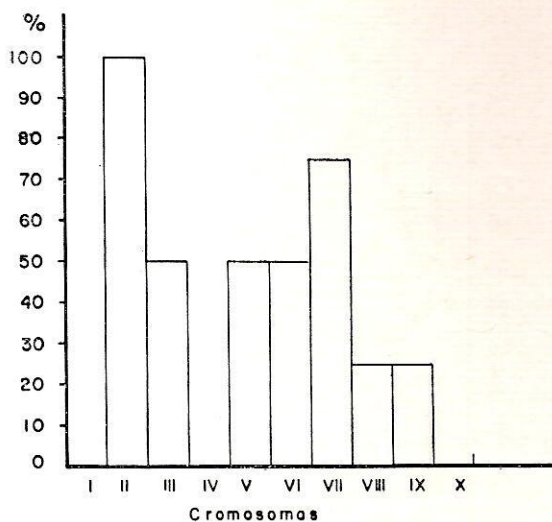


Fig. Nº 5b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS CROMOSOMAS CON NUDOS EN EL GRUPO V (CAMELIA).

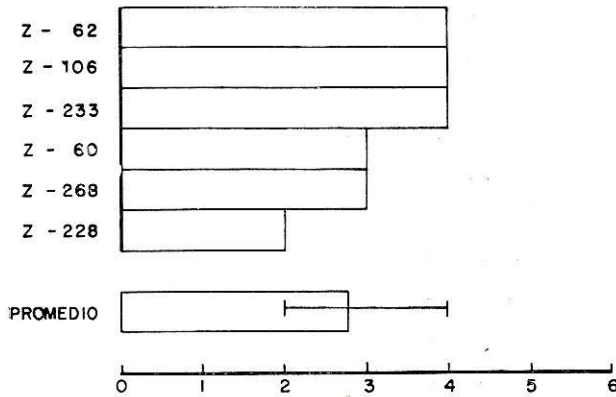


Fig. Nº 6a. DIAGRAMA DEL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIEDADES DEL GRUPO VI (CORNEO).

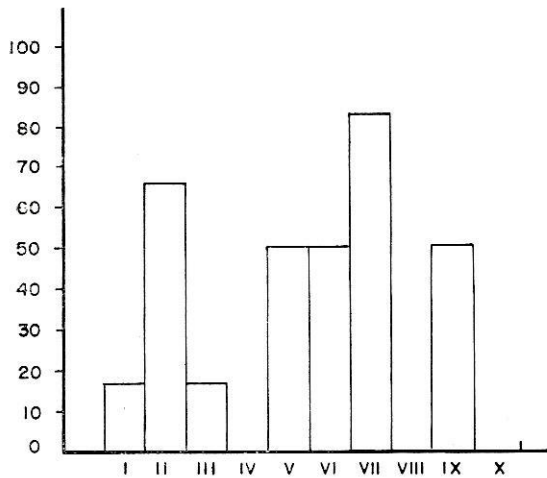


Fig. Nº 6b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS NUDOS HALLADOS EN CADA CROMOSOMA DE GRUPO VI (CORNEO).

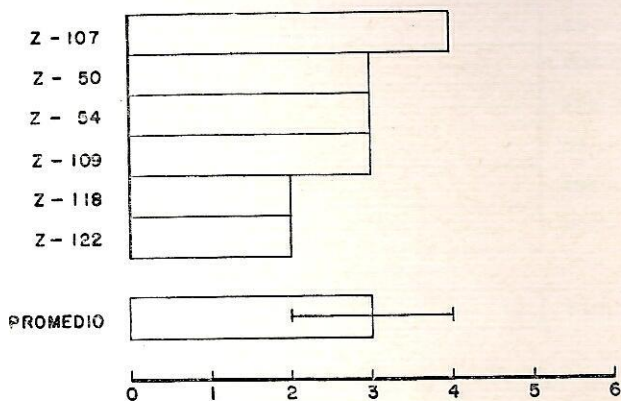


Fig. Nº 7a. DIAGRAMA CON EL NUMERO DE NUDOS HALLADOS EN LAS VARIEDADES DEL GRUPO VII (CURAGUA).

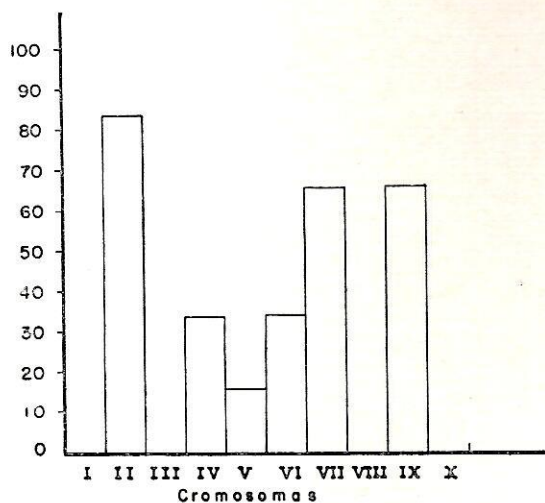


Fig. Nº 7 b. FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE LOS CROMOSOMAS CON NUDOS EN EL GRUPO VII (CURAGUA).

Posiciones de los nudos.

En las 44 variedades estudiadas se han encontrado nudos en 16 posiciones diferentes. Estas posiciones, se presentan siempre distan-

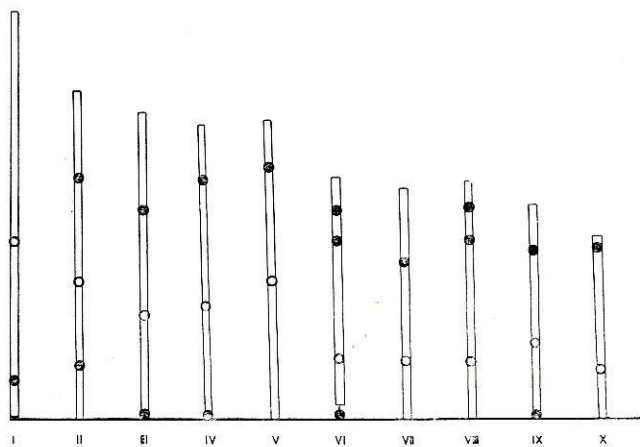


Fig. Nº 8.- REGIONES FORMADORAS DE NUDOS EN LAS VARIEDADES DE MAICES CULTIVADAS EN CHILE.

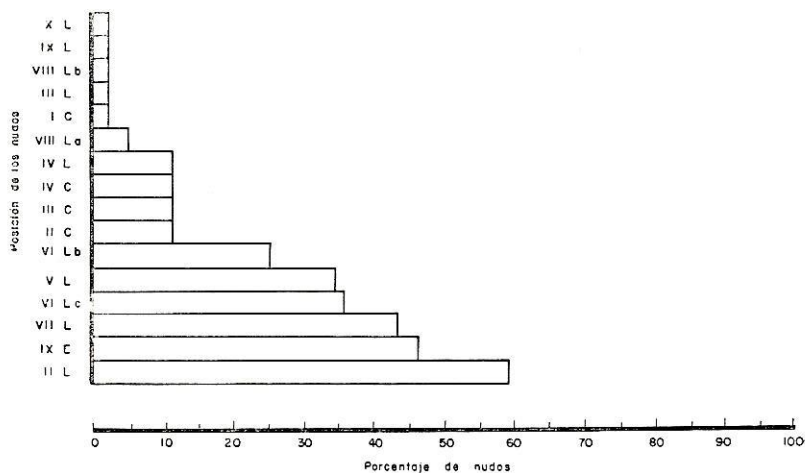


Fig. Nº 9.- DIAGRAMA MOSTRANDO LA FRECUENCIA EN PORCENTAJE DE NUDOS EN CADA POSICION HALLADA SE CONSIDERA EL TOTAL DE LAS VARIEDADES

tes del centrómero, el que pareciera inhibir su formación, de acuerdo a lo expuesto por LONGLEY (17).

Las posiciones en las que se han encontrado y su frecuencia total se muestran en los diagramas 8 y 9 respectivamente.

TABLA I (continuación)

GRUPO, COLECCION Y NOMBRES DE VARIETADES	DISTRIBUCION DE LOS NUDOS ENCONTRADOS POR BRAZOS DE CROMOSOMAS Y POSICION														TOTAL DE NUDOS POR VARIETADE	CROMOSOMAS B					
	IC	IL	IIc	IIl	IIIc	IIIl	IVc	IVl	Vc	Vl	VIc	VIl	VIIc	VIIl			VIIIc	VIIIl	IXc	IXl	
	IL	IIc	IIl	IIIc	IIIl	IVc	IVl	Vc	Vl	VIc	VIl	VIIc	VIIl	VIIIc			VIIIl	IXc	IXl		
V CAMELIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
Z-203 - Camelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Z-241 - Camelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-270 - Camelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-115 - Camelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
VI CORNEO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-62 - Marrocho camelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-106 - Curagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-233 - S/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-60 - Blanco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-268 - Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Z-228 - S/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
VII CURAGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Z-107 - Marrocho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Z-50 - Marrocho blanco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Z-54 - Curagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Z-109 - Curagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Z-118 - Curagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Z-122 - Curagua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
VIII DULCE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Z-186 - Bulle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-



REFERENCIAS

X NUDO UNIVERSAL EN BRAZO CORTO DE CROMOSOMA VI

DISCUSION

En un estudio de esta naturaleza, en que cada grupo estaba constituido por sólo 4 a 7 variedades y donde el análisis citológico se concretó a observar únicamente 2 plantas por variedad, es difícil llegar a determinar relaciones citogénicas precisas entre los grupos. Los resultados provenientes de la observaciones de 10 células paquiténicas por planta se refieren, además, exclusivamente a presencia o ausencia de nudos en las diferentes regiones, sin considerar si las cromátidas estaban en estado homocigota o heterocigota en lo que a nudos se refiere. Si hubiese sido posible distinguir entre estos 2 estados, la información hubiera sido más completa y concluyente.

Para facilitar un análisis comparativo de los resultados, se presenta el cuadro 5, en el que se indican los porcentajes de presencia de nudos en cada una de las 16 posiciones encontradas en los 7 grupos en estudio. Se puede observar, al analizar la distribución de cada nudo que todos los grupos acusan la presencia de nudo en el cromosoma II L. La posición III L sólo se presentó en el grupo Dentado con una muy baja frecuencia (14%). La posición IV L ocurrió sólo con baja frecuencia y se encontró en los grupos Dentado, Harinoso, Dentado Corriente, Semidentado y Curagua. La posición V L tuvo una frecuencia relativamente importante entre los maíces Dentado Harinoso, Dentado Corriente, Camelia y Córneo y más baja en los Semidentados y Curaguas; el único grupo en el cual este nudo estuvo totalmente ausente fue en Choclero.

En cuanto a la posición VI Lb, los grupos Dentado Corriente, Camelia y Córneo, presentaron frecuencias relativamente altas, mientras que en Semidentado y Curagua ésta fue muy baja. Los grupos Dentado Harinoso y Choclero, no presentaron nudos en esta posición.

Las variedades de tipo Dentado Harinoso, Dentado Corriente, Semidentado y Camelia presentaron frecuencias altas de nudos en la posición VI Lc; ninguna variedad de Choclero, Córneo o Curagua mostró nudo en esta región.

La presencia de nudo en VII L, ocurrió en todos los grupos, excepto Dentado Harinoso, pero Dentado Corriente y Choclero mostraron un porcentaje bajo de variedades con nudo en esta posición. El grupo Camelia, fue el único que tuvo nudo en la posición VIII L a (25%); este mismo grupo presentó el mismo porcentaje de nudo en VIII L. b. Este nudo también ocurrió con muy baja frecuencia en Dentado Harinoso (16%), no habiéndose observado en las variedades de ningún otro grupo.

La posición IX L, fue exclusiva de Choclero, donde el 14% de las variedades analizadas mostraron un nudo en esta región. Igualmente, el nudo en X L ocurrió solamente en las variedades Semidentadas. La ocurrencia de nudos en la posición I C, tuvo muy baja frecuencia, encontrándose sólo en una variedad del grupo Córneo.

CUADRO 5

Porcentaje de presencia de nudos en las 16 posiciones para los 7 grupos de variedades estudiadas

Posiciones	Grupos						
	I Dentado harinoso	II Dentado corriente	III Semi- dentado	IV Choclero	V Camelia	VI Córneo	VII Curagua
II L	16	42	71	43	100	66	83
III L		14					
IV L	33	14	14				16
V L	50	57	28		50	50	16
VI Lb		42	14		50	50	16
VI Lc	83	85	43		50		
VII L		16	43	28	75	83	66
VIII La					25		
VIII Lb	16				25		
IX L				14			
X L			14				
I C						16	
II C	50	16					
III C		16		14	50	16	
IV C	14	16	28				
IX C	33	71	43	28	25	58	66

La posición II C presentó un porcentaje de 50 % en Dentado Harinoso, bajando éste notablemente en Dentado Corriente (16 %); los restantes grupos estudiados no mostraron nudos en esta posición. La posición III C, con nudo siempre terminal, tuvo una distribución más amplia, presentándose en los grupos Dentado Corriente, Choclero y Córneo con escasa frecuencia, pero con mayor proporción en Camelia (50 %).

La presencia de nudo terminal en el brazo corto del cromosoma IV, se encontró en los grupos Dentado Harinoso, Dentado Corriente y Curagua, con frecuencias bajas en todos ellos.

El brazo corto del cromosoma IX, con su nudo terminal característico, se encuentra presente en todos los grupos estudiados, con frecuencias que oscilan entre 25 % en Camelia y 71 % en Dentado Corriente.

Los porcentajes de presencia de nudos dentro de los distintos grupos tuvo un rango de 10 a 100 %. Las frecuencias podrían atribuirse, entre otras, a una o más de las siguientes causas:

- a) Que la muestra original no haya provenído de un ecotipo puro;
- b) que la muestra de este ecotipo no haya sido lo suficientemente amplia como para incluir toda la variabilidad genética de la cual provenía;
- c) que durante las repetidas generaciones de mantención por interpolinización manual que ocurrieron entre el año de recolección de las variedades y este estudio, haya ocurrido una fijación de genes y regiones cromosómicas incluyendo nudos que, habrían significado fuertes cambios en su frecuencia, como consecuencia del efecto de *Sewall Wright*.

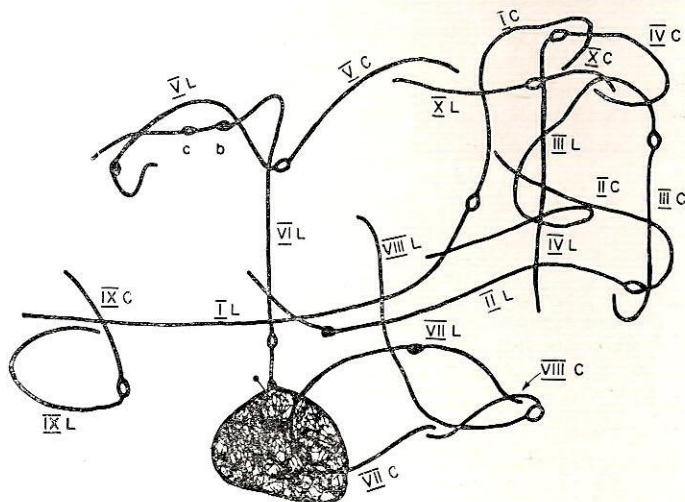


Fig. 10 a. — Esquema de los 10 cromosomas de maíz de la variedad Z-204

- d) que, dado que entre algunos grupos no existe una diferenciación fenotípica muy marcada, algunas variedades pudieron haber sido clasificadas originalmente en grupos que no le correspondían; y
- e) que la frecuencia de cualquier nudo dentro de cualquier variedad puede ser normalmente baja, mediana y alta, de acuerdo con las frecuencias propias a las respectivas variedades que integran el grupo.

Sobre la base de estas consideraciones, una comparación entre grupos de variedades debería ser tanto más valedera cuanto más similar fuera el porcentaje de nudos comunes encontrados en una determinada posición.

De todos los grupos, se destaca como diferente a los demás, el Choclero, que aunque comparte los nudos II L y IX Ct , con todos los demás grupos, presenta la característica de poseer en un bajo

porcentaje de sus variedades, nudos en VII L, III C y IX L. Este último nudo, sólo se encontró en una variedad del grupo. Además, es el grupo que tiene el menor promedio de nudos por variedad. Se podría pensar que los genes que gobiernan el fenotipo que conforma el tipo Choclero están muy ligados a algunas regiones cromosómicas formadas de nudos, pero carentes de ellos.

La comparación de este grupo con el Dentado en lo que a nudos se refiere, no sustentaría la hipótesis presentada por THIMOTHY *et al.* (7), que indica que Choclero sería una introgresión de ger-

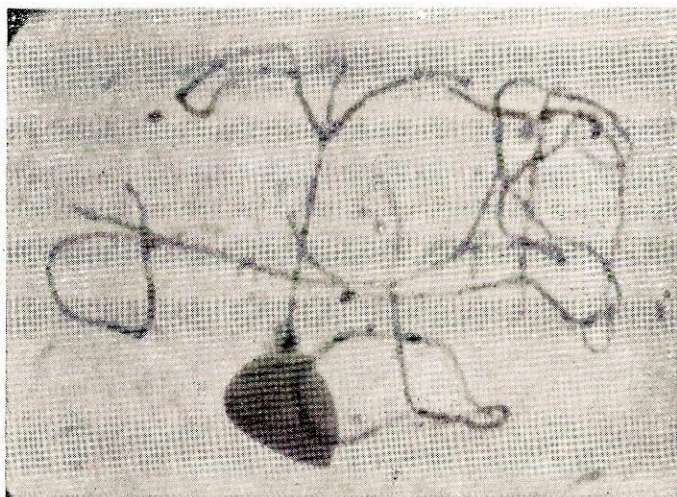


Fig. 10 b. — Fotomicrografía de cromosomas paquítemicos de la variedad Z-204 de maíz.

moplasma dentado en maíces sudamericanos cónicos. De todos los grupos considerados, tal vez sea éste el que se haya mantenido más puro, debido a la aislación y selección a que normalmente se someten las variedades chocleras para mantener su fenotipo característico.

El grupo Curagua, también presentó grandes diferencias con los restantes en lo referente a nudos. Aunque también comparte en alta frecuencia con los demás grupos, los nudos en posiciones II L, VII L y IX C y en menor frecuencia los nudos V L y VI Lb, presenta la particularidad de tener muy baja frecuencia de nudos en IV L y IV C, que sólo se han presentado en los grupos Dentado Harinoso, Dentado Corriente y Semidentado, pero no en los de granos duros. De los grupos restantes, Camelia y Córneo, comparten varias posiciones con frecuencias altas o relativamente altas, como II L, V L, VI Lb, VII L y IX C, lo que podría indicar relaciones fitogenéticas entre ellos. La presencia de nudos en Camelia en las

posiciones VIII La, VIII Lb y VI Lc, no compartidas con el grupo Córneo y la presencia en este último de cierta frecuencia de I,C, podrían contribuir a las diferencias que existen fenotípicamente entre ambos grupos.

Se podría establecer cierta relación entre el grupo Semidentado y los grupos Dentado Corriente y Córneo, suponiendo que el primero de éstos comparte germoplasma de los dos últimos. Por ejemplo, el Semidentado puede haber obtenido sus nudos en IV L, V Lc y IV C del Dentado Corriente y los nudos en VII L del Córneo, grupo que lo presentó en muy alta frecuencia. Al estudiarse la causa de la baja frecuencia de nudo en X L, se comprobó que éste era aportado al grupo por la variedad Z-141, la que por su fenotipo debió haber sido clasificada originalmente en el grupo Curagua. En cuanto al grupo Dentado Harinoso, si bien es cierto que comparte posiciones de nudos con muchos otros grupos, especialmente de tipo Dentado Corriente y Semidentado, la información obtenida no es suficiente como para deducir relaciones con otros grupos.

A la luz de los resultados citológicos, sería conveniente reclasificar algunas de las variedades estudiadas y considerar, los estudios de nudos conjuntamente con otras características fenotípicas de las variedades, en la clasificación de futuras colecciones.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo y la discusión tratando de establecer relaciones entre los nudos paquiténicos y las características de los distintos grupos de la clasificación, se puede considerar que:

- 1º Los nudos son marcadores citológicos de gran importancia, cuando están presentes, en la identificación de los distintos cromosomas del complemento haploide del maíz.
- 2º De la alta frecuencia de nudos observados en algunas posiciones, puede considerarse que algunas posiciones son muy estables, mientras otras parecen cambiar con mayor frecuencia.
- 3º En lo referente a distribución de nudos en los cromosomas de distintas variedades, hay un polimorfismo manifiesto dentro de los grupos.

El conocimiento de la morfología cromosómica de las variedades de maíz estudiadas, contribuye al conocimiento básico de los mismos.

RESUMEN

Los caracteres morfológicos de los cromosomas de maíz, se estudian en las células paquiténicas de los microsporocitos, estado en el cual son identificables cada uno de los 10 cromosomas del complemento haploide y donde son fácilmente reconocibles los nudos.

El material estudiado está formado por 44 variedades autóctonas y foráneas, clasificadas en 7 grupos, existentes en la colección mantenida en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Santiago, Chile). Para la identificación de los cromosomas en paquitene y la observación de la presencia y posición de los nudos, se usó el método del frotis, utilizando como colorante aceto-carmin. Las distintas variedades, son diferentes en cuanto a la capacidad de dispersar sus cromosomas, para esto se probaron 4 tratamientos con ácido acético (20, 40, 50 % y 50 % + pectinasa), combinando 3 tiempos (10, 20 y 30 minutos) y 2 temperaturas (15 y 25° C).

Los cromosomas se dispersaron mejor con el tratamiento que combina 40 % de ácido acético, 20 minutos y 25° C.

Los resultados obtenidos de la observación de células provenientes de 2 plantas por variedad, muestran la distribución de los nudos en 16 posiciones diferentes. El promedio de nudos por grupo varía de 1 a 4,5. El rango entre las variedades va de 0 a 6 nudos.

La frecuencia con que se encuentran nudos en las 16 posiciones, hace posible establecer ciertas relaciones entre los distintos grupos. Estas llevarían a suponer que los grupos "Choclero" y "Curagua" son característicos de Chile; mientras que otros, como el semidentado, muestra clara introgresión de germoplasma de Dentado Corriente en Córneo.

De acuerdo con los resultados obtenidos puede concluirse que los nudos son marcadores citológicos de importancia; que éstos pueden hallarse con distintas frecuencias en las diferentes posiciones, lo que indicaría que algunas son muy estables, y otras cambian con más frecuencia; y que entre las variedades estudiadas hay un marcado polimorfismo en cuanto a su morfología cromosómica.

BIBLIOGRAFIA

1. BEADLE, G. W. 1939. *Teosinte and the origin of maize*. J. Heredity 30: 245-247.
2. BOWEN, C. C. 1960. *Manual de técnicas para preparaciones citológicas en plantas*. Comunicaciones de Turrialba N° 67. IICA.
3. BROWN, W. L. 1949. *Numbers and distribution of chromosome knobs in United State maize*. Genetics 34: 524-536.
4. BURHAM, C. R. 1962. *Discussions in Cytogenetics*. Burgess Publishing Company.

5. DARLINGTON, C. D. y LA COUR. 1960. *The handling of chromosomes*. George Allen and Unwin.
6. EFROM, Y. 1966. *Evaluation of exotic germ plasm for breeding procedures in «Zea mays»*. Tesis Cornell University, Dissertation Abstracts. Vol. 18 N° 1 : 11-12 B.
7. GRANT, U. J. ET AL. 1963. *Races of maize in Venezuela*. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington, D. C. Publ. N° 1136.
8. GROBMAN, A. ET AL. 1961. *Races of maize in Perú*. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington, D. C. Publ. N° 915.
9. JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. Mc. Graw-Hill Book Company, Inc.
10. LONGLEY, A. E. 1937. *Morphological characters of teosinte chromosomes*. Jour. Agr. Res. 54 : 835-862.
11. LONGLEY, A. E. 1938. *Chromosomes of maize from North American Indians*. Jour. Agr. Res. 56 : 177-195.
12. LONGLEY, A. E. 1939. *Knob positions on comchromosomes*. Jour. Agr. Res. 59 : 475-490.
13. LONGLEY, A. E. 1952. *Chromosome morphology in maize and its relatives*. Bot. Rev. 18 : 399-412.
14. LONGLEY, A. E. y T. KATO. 1965. *Chromosome morphology of certain races of maize in Latin America*. Research Bull. N° 1. CIMMYT.
15. MANGELSDORF, P. C. y R. G. REEVES. 1935. *A trigenic hybrid of «Zea, Tripsacum» and «Euchlaena»*. J. Heredity 26 : 129-140.
16. MC. CLINTOCK, B. 1929. *Chromosome morphology in «Zea mays»*. Science 69 : 629.
17. MC. CLINTOCK, B. 1931. *Cytological observations of deficiencies involving known genes, translocations and an inversion in «Zea mays»*. Research Bull. 163. Agricultural Experiment Station. Univ. of Missouri.
18. NEUBAUER, J. 1966. *Maize Genetics Cooperation News Letter*. 40-106-107.
19. PARKER, I. y O. PARATORI. 1965. *Distribución geográfica, clasificación y estudio del maíz. («Zea mays») en Chile*. Agricultura Técnica 25 : 70-86.
20. PEACOCK, H. A. 1955. *Elementary microtechnique*. Edward Arnold (Publishers) LTD.
21. RAMIREZ, E. R., ET AL. 1960. *Races of maize in Bolivia*. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington, D. C. Publ. N° 747.
22. REEVES, R. G. 1944. *Chromosome knobs in relation to the origin of maize*. Genetics 29 : 141-147.
23. RHOADES, M. M. 1950. *Meiosis in maize*. Jour. Gene. 41 : 59-67.
24. ROBERTS, L. M., et al., 1957. *Razas de maíz en Colombia*. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington, D. C. Publ. N° 510.
25. SPRAGUE, G. F. 1955. *Corn and Corn Improvement*. Academic Press. Inc. New York.

26. SWANSON, C. P. 1957. *Cytology and Cytogenetics*. Prentice Hall Inc.
27. TIMOTHY, D. H., et al. 1961. *Races of maize in Chile*. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington, D. C. Publ. N° 847.
28. — 1963. *Races of Maize in Ecuador*. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council, Washington, D. C., Publ. N° 975.
29. VACHHANI, M. V. 1950. *A study of the relationship of chromosome knobs with certain agronomic and morphologic characters in corn inbreds*. Agr. Jour. 42: 192-201.
30. WELHAUSEN, E. J., et al., 1951. *Razas de maíz en México*. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México - Folleto Técnico N° 5.
31. WELHAUSEN, E. J. Y. C. PRYWER. 1954. *Relationship between chromosome knob number and yield in corn*. agr. Jour. 46: 507-511.