

CONSTANCIA DEL TAMAÑO DE LOS CUERPOS DE ZEINA
EN EL MAIZ (*ZEA MAYS*) Y SUS PARIENTES SILVESTRES:
ZEA PERENNIS, *ZEA DIPLOPERENNIS* Y *TRIPSACUM*
DACTYLOIDES (GRAMINEAE)¹

Por LUIS M. BERTOIA y JORGE L. MAGOJA²

SUMMARY

The most abundant storage protein of endosperm tissue in maize and its wild relatives, is zein. This protein accumulates in spheroidal organules denominated protein bodies or zein bodies. With views of investigating possible differences between species as to the size of the protein bodies, measurements were carried out in three maize (one dent and two flint), in perennial teosinte (*Zea perennis* Reev. & Mang.), diploperennial teosinte (*Zea diploperennis* [L., Doehl. & Guzm.] and in eastern gama grass (*Tripsacum dactyloides* L.). Mature kernels were thin sectioned, destarched with alpha-amylase, and endosperm tissue, stained with Coomassie Brilliant Blue R 250. Protein body size was measured using optical microscope photomicrography, in three zones: 1) the first, covering the first to the fourth layer of cells beneath the aleurone layer; 2) the second, from the fifth to the tenth layer of cells; and 3) the third, from the eleventh layer of cells towards the inside of the kernel. The data obtained indicated that: 1) in all samples studied, zein body size presents high variability not only within zones, but in the same zone; 2) in all species there is a general tendency, indicating that the protein bodies decreased in size from the aleurone layer inward; and 3) although in some cases there exist significant differences, the size of zein bodies does not result an appropriate index to distinguish maize from its wild relatives.

INTRODUCCION

En el maíz (*Zea mays* L.) las proteínas de reserva se almacenan en el paránquima amilo-proteico del endosperma, bajo la forma de dos distintos componentes: cuerpos globulares y una matriz proteica amorfa en donde estos cuerpos están empotrados.

¹ Parte de este trabajo fue comunicado en las XIX Jornadas Argentinas de Botánica, Santa Fe, Argentina, 1983. Investigación realizada en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata, subsidiada parcialmente por la Comisión de Investigaciones Científicas, Prov. Bs. As.

² Dirección de Investigaciones, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, C.C. N° 95, 1832 Lomas de Zamora, Prov. Buenos Aires.

Duvick (1961) sugiere por primera vez, que los cuerpos globulares, observados en las células del endosperma del maíz, deben ser el sitio de almacenamiento de la zeína.

Trabajos posteriores, entre ellos, el de Wolf *et al.* (1967) aportan pruebas acerca de la hipótesis de Duvick (1961), y establecen que la mayor proteína de reserva del maíz (la zeína) se deposita en unos pequeños orgánulos esferoidales, denominados cuerpos proteicos o cuerpos de zeína.

El estudio de las proteínas de reserva en el maíz y sus parientes silvestres (Magoja y Nivio, 1981; Magoja y Nivio, 1982a), ha permitido encontrar analogías y diferencias entre las especies estudiadas, como así también, analizar el comportamiento hereditario de las mismas, en híbridos interespecíficos.

Nivio y Magoja (1981) y Magoja y Nivio (1982b) manifiestan que las proteínas de reserva del endosperma guardan una relación específica en las principales especies de las *Maydeae* y que una probable relación filogenética, entre el maíz y sus parientes silvestres más estrechamente vinculados (los teosintes), puede ser inferida de estudios realizados exclusivamente con las proteínas de reserva.

Con el propósito de buscar nuevos elementos de juicio, que permitan contribuir a esclarecer la diferenciación de las proteínas de reserva entre el maíz y sus parientes silvestres, se creyó conveniente averiguar si existen diferencias en el tamaño de los cuerpos proteicos entre especies de las *Maydeae* ya que, no sólo en el maíz, sino también en las otras especies, la zeína, es la principal proteína de reserva (Nivio y Magoja, 1981).

Consecuencia de lo expresado precedentemente, es propósito comunicar en este trabajo, los resultados obtenidos al evaluar el tamaño de los cuerpos de zeína en tres maíces, dos teosintes (*Zea perennis* Reev. & Mang., *Zea diploperennis* Ht., Doehl. & Guzm.) y *Tripsacum dactyloides* L.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron tres tipos de maíz (uno perteneciente al tipo dentado y dos al tipo flint). El maíz dentado (Morgan Dentado) es un híbrido doble comercial, de endosperma amarillo. De los maíces pertenecientes al tipo duro liso o flint, uno de ellos es la línea endocriada OU de endosperma colorado, del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina; el otro es la variedad Gaspé, de endosperma amarillo, introducida del Canadá en 1973.

Teosinte perenne, *Zea perennis* ($2n=40$) y *Tripsacum dactyloides* ($2n=72$) (Palacios y Magoja, 1983), son especies introducidas

desde México, hace más de 10 años y cultivadas desde entonces en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina.

Granos de teosinte diploperenne (*Zea diploperennis*) ($2n=20$), nos fueron suministrados por Julián Cámara Hernández, quien cultiva esta especie perenne en el Jardín Botánico de la Facultad de Agronomía (UBA).

Los tres parientes silvestres del maíz, que se estudian en este trabajo se mantienen en la actualidad, como parte de una colección viviente en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina.

Preparación de los cortes de endosperma

Los granos de los teosintes y de *T. dactyloides* se presentan encerrados en cápsulas fructíferas, por lo cual fueron desprovistos de las mismas, antes de ser cortados. El procedimiento empleado en la preparación de los cortes, fue en líneas generales, similar al descrito por Wolf y Khoo (1970). Los granos se cortaron por su parte media, en sentido longitudinal, y se montaron en tarugos de madera, dejando expuesta la cara plana del corte.

El endosperma córneo fue finamente seccionado en un micrótopo de deslizamiento provisto de cuchilla de vidrio, con el propósito de obtener cortes de toda una sección completa del endosperma, desde la capa aleuronífera hasta la parte harinosa interna del mismo.

Los cortes obtenidos de 3 a 4 micrometros de espesor, se montaron con una gota de agua en portaobjetos cubiertos previamente con una solución adhesiva de gelatina (gelatina 500 mg, sulfato de cromo y potasio 50 mg en 100 ml de agua destilada). Para facilitar la observación de la matriz proteica con sus cuerpos de zeína, los cortes fueron tratados con alfa-amilasa a fin de eliminar el almidón.

Coloración de las proteínas del endosperma

La coloración de los cortes se efectuó con azul brillante de Comasí R 250 (Groth, F.S. *et al.*, *Biochim. Biophys. Acta* 71: 377, 1963), preparado en solución al 0,1% en etanol: agua: ácido acético (1:1:0,2 v/v), mediante la aplicación de una gota del colorante sobre cada corte, durante 15 minutos a temperatura ambiente. La alta sensibilidad y especificidad del colorante permite una nítida visualización de la matriz proteica y especialmente una neta definición de los cuerpos de zeína (tanto la matriz como los cuerpos proteicos se colorean de azul brillante). Luego de la coloración los preparados se montaron en DPX.

Medición de los cuerpos de zeína

De los preparados se tomaron fotomicrografías con una magnificación de x 250 en el negativo, mediante un fotomicroscopio Zeiss.

La medición del tamaño de los cuerpos de zeína se efectuó sobre las fotomicrografías tomando la longitud del diámetro mayor.

Dado que el tamaño de los cuerpos proteicos disminuye desde la periferia del grano hacia el centro, se efectuaron mediciones en tres zonas: la zona 1, incluye las 4 primeras capas de células del parénquima amilo-proteico inmediatamente por debajo de la capa aleuronífera; la zona 2, comprende de la 5ta a la 10ma; la zona 3, de la 11ra capa de células en adelante.

En cada una de las zonas y para cada muestra se midieron entre 40 y 300 cuerpos proteicos tomados al azar de varios cortes por grano y de 5 a 6 granos de cada especie.

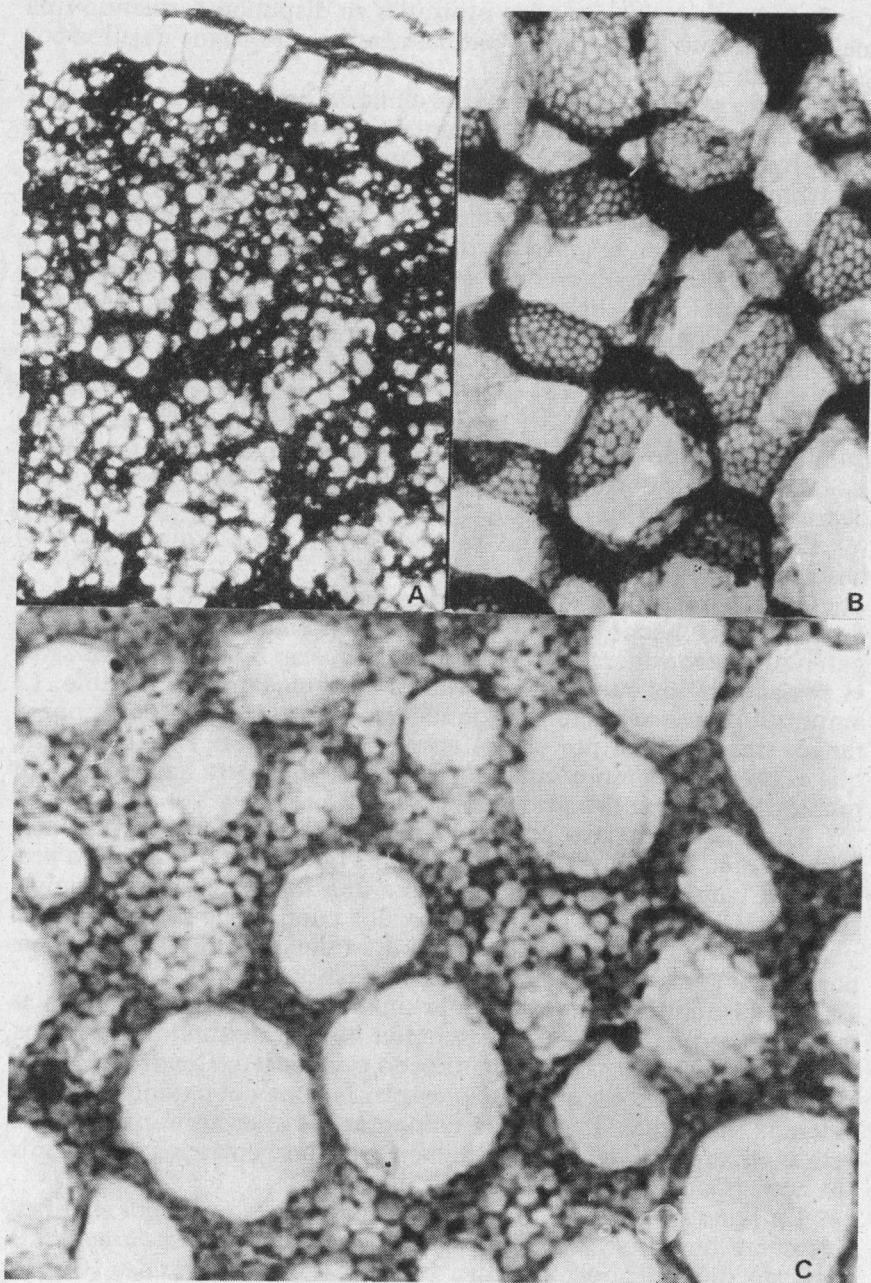
Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, para comparar el tamaño de los cuerpos proteicos según distintas zonas del endosperma en una misma especie, y entre especies para la misma zona, se hizo contrastes de a pares por el método de Scheffé (*The analysis of variance*. John Wiley & Sons, Inc., 1959).

RESULTADOS

Las observaciones de cortes del endosperma, mediante microscopía óptica, muestran que la estructura de esa parte del grano es en los parientes silvestres del maíz similar a la de la especie cultivada. El endosperma está constituido por dos partes netamente diferenciadas: 1) la capa aleuronífera constituida generalmente por una sola capa de células cúbicas (Fig. 1, A) y ubicada en la periferia del parénquima y 2) el parénquima amiló-proteico, constituido por células poliédricas, cuyo tamaño aumenta desde la capa de células más periféricas hacia el centro del grano (Fig. 1).

Las células del parénquima amilo-proteico, almacenan la mayor parte de la reserva glucídica y proteica del grano. Los glúcidos se presentan normalmente, bajo la forma de almidón depositado en gránulos.

Fig. 1. — Cortes de tejido del endosperma. A: vista general del endosperma (*T. dactyloides*), en la parte superior la capa aleuronífera constituida por células cúbicas, por debajo el parénquima amilo-proteico constituido por células poliédricas, X 140; B: detalle de la matriz proteica (zona 2) en *Z. perennis* los densos paquetes de cuerpos de zeína aparecen coloreados, X 1200; C: vista ampliada de la matriz proteica (zona 1) en *T. dactyloides* se observan los cuerpos proteicos esferoidales (coloreados) y los huecos grandes (sin color) sitio que ocupaban los gránulos de almidón, X 2000.



Dentro de cada célula las proteínas se disponen formando una malla o red que llena total o parcialmente los espacios dejados por los gránulos de almidón.

Cuando se procede a eliminar el almidón de las células del parénquima amilo-proteico, queda expuesta la estructura que en forma de red o matriz forman las proteínas. En esa matriz pueden distinguirse claramente los cuerpos de zeína, que se presentan, bajo la forma de gránulos esferoidales, apretadamente dispuestos, formando paquetes e incrustados en la matriz proteica amorfa (Fig. 1, B y C).

Los resultados obtenidos, en la medición del tamaño de los cuerpos proteicos se han resumido en el Cuadro 1. El maíz Morgan Dentado es la muestra que tiene cuerpos proteicos más grandes para la primer zona del parénquima ($2,13 \mu\text{m}$). Entre los otros maíces flint y los parientes silvestres del maíz, el tamaño promedio de los cuerpos de zeína va desde $1,53$ a $1,74 \mu\text{m}$. Para la zona 2 del parénquima, el tamaño medio de los cuerpos de zeína varía entre $1,24$ y $1,66 \mu\text{m}$, siendo los de menor tamaño los de *Z. diploperennis* y los de mayor tamaño, los de *T. dactyloides*.

En la zona 3, el tamaño va desde $0,97 \mu\text{m}$ (*Z. diploperennis*) hasta $1,56 \mu\text{m}$ (*T. dactyloides*).

Entre los resultados que se presentan en el Cuadro 1 merece ser destacado, el hecho de que, independientemente de la zona del parénquima considerada e incluso de la especie o muestra analizada, el tamaño de los cuerpos de zeína es extremadamente variable. La amplitud de esa variación es grande y está, no sólo resumida por el rango, sino también por el coeficiente de variación. Este fenómeno que se presenta como norma, llevó a que se decidiera hacer el mayor número de mediciones posibles.

Aún existiendo una amplia variabilidad en tamaño dentro de la misma zona, el análisis por zona, para el tamaño de los cuerpos proteicos (Cuadro 2), muestra que existe una tendencia bien definida, que es, independiente de la especie: los cuerpos de zeína disminuyen en tamaño desde la zona 1 a la 3, es decir desde las células más periféricas hacia el centro o núcleo del grano.

Esa disminución en tamaño es una tendencia general, que en algunos casos no está bien representada por los resultados obtenidos, pero que sin embargo tiene significado estadístico (Cuadro 2).

Esta variación en el tamaño, según la zona del parénquima considerada, hace que, si se desea comparar los cuerpos entre especies, esta comparación debe necesariamente hacerse entre los de una misma zona (Cuadro 3).

En la zona 1, Morgan Dentado tiene cuerpos proteicos significativamente mayores que OU, Gaspé, *Z. perennis* y *Z. diploperennis*, pero sin diferencia significativa con los de *T. dactyloides* (Cuadro

CUADRO 1: Medias, rango y variabilidad del tamaño de los cuerpos proteicos en el maíz y sus parientes silvestres.

<i>Zea mays</i>												
Morgan Dentado				Línea OU				Gaspé				
Zona	N(1)	$\bar{X} \pm DS(2)$	rango (2)	CV%(3)	N	$\bar{X} \pm DS$	rango	CV%	N	$\bar{X} \pm DS$	rango	CV%
1	200	2,13±0,96	0,63-5,38	45,07	120	1,61±0,46	0,82-2,46	28,57	120	1,61±0,30	1,17-2,60	18,63
2	90	1,46±0,52	0,50-2,50	35,62	90	1,55±0,32	0,90-2,40	20,64	120	1,28±0,34	0,52-2,08	26,56
3	120	1,42±0,46	0,24-2,76	32,39	80	1,45±0,31	0,77-2,20	21,38	90	1,18±0,26	0,70-2,10	22,03
<i>Zea perennis</i>												
Zona	<i>Zea perennis</i>			<i>Zea diploperennis</i>				<i>Tripsacum dactyloides</i>				
1	40	1,72±0,35	0,83-2,49	20,35	200	1,53±0,37	0,77-2,56	24,18	300	1,74±0,46	0,80-3,48	26,44
2	200	1,66±0,48	0,67-2,95	28,92	200	1,24±0,39	0,38-2,69	31,45	70	1,66±0,48	0,67-2,81	28,92
3	80	1,43±0,41	0,67-2,14	28,67	200	0,97±0,27	0,38-1,92	27,84	120	1,56±0,33	0,67-2,35	21,15

Ref.: (1): número de cuerpos proteicos medidos en cada zona del parénquima amilo-proteico.
 (2): promedio (\bar{X}), desviación standard (DS) y rango expresados en micrometros.
 (3): coeficiente de variación expresado en porciento.

CUADRO 2: Diferencias del tamaño de los cuerpos proteicos entre las distintas zonas del parénquima amilo-proteico en el maíz y sus parientes silvestres.

Zona	Especies					
	MD(1)	OU	GS	ZP	ZD	TD
1	2,13 ^a (2)	1,61 ^a	1,61 ^a	1,72 ^a	1,53 ^a	1,74 ^a
2	1,46 ^b	1,55 ^a	1,28 ^b	1,66 ^a	1,24 ^b	1,66 ^{ab}
3	1,42 ^b	1,45 ^a	1,18 ^b	1,43 ^b	0,97 ^c	1,56 ^b

Ref.: (1): MD: maíz híbrido Morgan Dentado; OU: línea endocriada de maíz colorado flint; GS: maíz Gaspé amarillo flint; ZP: *Zea perennis*; ZD: *Zea diploperennis*; TD: *Tripsacum dactyloides*. (2): Dentro de cada columna los promedios (expresados en micrometros) seguidos de letras iguales, no difieren significativamente al nivel del 5%.

CUADRO 3: Diferencias del tamaño de los cuerpos proteicos (según zona) entre el maíz y sus parientes silvestres.

	Zona		
	1	2	3
MD (1)	2,13 ^a (2)	1,46 ^{ab}	1,42 ^{ab}
OU	1,61 ^b	1,55 ^{ab}	1,45 ^{ab}
GS	1,61 ^b	1,28 ^b	1,18 ^{bc}
ZP	1,72 ^b	1,66 ^a	1,43 ^{ab}
ZD	1,53 ^b	1,24 ^b	0,97 ^c
TD	1,74 ^{ab}	1,66 ^a	1,56 ^a

Ref.: (1): MD: maíz Morgan Dentado; OU: línea de maíz OU; GS: maíz Gaspé; ZP: *Zea perennis*; ZD: *Zea diploperennis*; TD: *Tripsacum dactyloides*. (2): Dentro de cada columna los promedios (expresados en micrometros) seguidos de letras iguales no difieren significativamente al nivel del 5%.

3). En la zona 2 *Z. perennis* y *T. dactyloides* tienen cuerpos proteicos significativamente mayores que Gaspé y *Z. diploperennis* no existiendo diferencias significativas respecto de Morgan Dentado y OU. Por último, en la zona 3, *T. dactyloides* tiene cuerpos proteicos significativamente mayores que *Z. diploperennis* y Gaspé, y sin diferencia con significado estadístico con los de Morgan Dentado, OU y *Z. perennis*. *Z. diploperennis* tiene cuerpos significativamente menores que Morgan Dentado, OU y *Z. perennis* y sin diferencia significativa con los de Gaspé (Cuadro 3).

DISCUSION

Los resultados que se han presentado, pueden analizarse desde dos puntos de vista: uno relacionado con las particularidades del carácter medido, y el otro relacionado con la utilización del carácter en cuestión como indicativo de diferencias interespecíficas.

Desde el primer punto de vista, como particularidad del carácter medido, se destaca especialmente la elevada variabilidad que presenta. El hallazgo de esa extrema variabilidad, no ha sido señalada en trabajos anteriores, realizados sobre distintos tipos de maíz. Llama enormemente la atención, que se suministren valores medios para los cuerpos de zeína, como resultado del promedio de unas pocas determinaciones.

Este hecho puede ser debido a que los trabajos que no señalan esa alta variación, se hicieron coloreando los preparados de endosperma del maíz con colorantes inespecíficos (p.e. iodo).

Colorantes pertenecientes a este grupo, no permiten la observación bajo el microscopio óptico, de todos los cuerpos proteicos presentes en la matriz, y consecuentemente, por la baja resolución del preparado, no se tiene una idea acabada de la variabilidad presente. El azul brillante de Comasí que se emplea en este trabajo, tiene un alto grado de especificidad (se liga a las proteínas) y una elevada sensibilidad (puede colorear una pequeña cantidad de proteína). Estas particularidades del colorante, lo hacen sumamente apropiado para reconocer en los preparados los cuerpos proteicos, que aparecen netamente destacados, como puede verse en la figura 1B y 1C. Aún los cuerpos proteicos más pequeños ($0,3 \mu\text{m}$) pueden visualizarse y medirse con una magnificación apropiada. En definitiva, se considera que, la variabilidad en el tamaño de los cuerpos proteicos, no fue considerada, como consecuencia del uso de tinciones inespecíficas, que enmascaran la diversidad presente. Por último, debe destacarse que la variación encontrada, es de similar magnitud tanto en el maíz como en sus parientes silvestres.

Otra de las particularidades referentes al carácter medido, se relaciona con su variación en tamaño, de acuerdo a la zona del parénquima amilo-proteico.

Los cuerpos de zeína disminuyen de tamaño desde la periferia hacia el centro del grano, no sólo en el maíz como fue observado por Duvick (1961) y Baenziger y Glover (1977) entre otros sino también en los teosintes y en *T. dactyloides*.

Derivado de esto último, puede señalarse que también en los parientes silvestres del maíz, existe esa tendencia de variación de tamaño de los cuerpos proteicos, por lo que tampoco hay diferencias entre especies.

También, con referencia a la variación del tamaño de los cuerpos proteicos según la zona, resulta de importancia, para que la comparación sea válida, precisar la región del endosperma en la cual se hicieron las mediciones.

Los datos publicados por otros autores y con referencia al maíz, provienen en la mayor parte de los casos, de mediciones practicadas sobre cuerpos de zeína, ubicados en células de las primeras capas por debajo de la capa aleuronífera (zona 1 del presente trabajo), en donde, por otra parte, los cuerpos de zeína pueden observarse con menor dificultad bajo el microscopio óptico.

Con referencia a la utilización del carácter "tamaño de los cuerpos de zeína" como un parámetro de diferenciación específica, debe señalarse que, no existen mayores antecedentes al respecto debido a que en los parientes silvestres del maíz ha sido poco estudiada la estructura del endosperma, y menos aún el tamaño de los cuerpos proteicos.

Los únicos antecedentes referidos al tema son los comunicados por Bates *et al.* (1981) y Magoja y Bertoia (1983) quienes analizaron la estructura del endosperma de *T. dactyloides*.

Bates *et al.* (1981) comunican que los cuerpos proteicos, de una forma diploide de *T. dactyloides* ($2n=36$), sólo miden en promedio, la décima parte de los del maíz. Estos cuerpos proteicos no son, consecuentemente, visibles mediante microscopía óptica. En desacuerdo con esos resultados, Magoja y Bertoia (1983), manifiestan que los cuerpos proteicos de *T. dactyloides* ($2n=72$) son de un tamaño similar a los del maíz y que probablemente el nivel de ploidía, dentro de una misma especie, pueda condicionar diferentes estructuras de endosperma y cuerpos proteicos de distinto tamaño.

En el maíz, el tamaño de los cuerpos proteicos puede variar entre 1,4 y 1,8 μm para maíces normales y no ser visibles bajo el microscopio óptico para mutantes como *opaco-2* y *floury-2* (Wolf *et al.*, 1969). Baenziger y Glover (1977), manifiestan que el tamaño promedio de los cuerpos proteicos en maíces normales y mutantes

varía entre 1,0 y 1,7 μm en las células más superficiales del parénquima amilo-proteico.

Estos resultados aportan una clara evidencia de la variabilidad existente en *Zea mays* y en consecuencia no puede afirmarse que sus parientes silvestres se diferencien por el tamaño de los cuerpos proteicos.

Los resultados que se presentan en este trabajo, indican diferencias con significado estadístico en algunos casos, para el tamaño de los cuerpos proteicos de las especies, sin embargo no pueden hacerse generalizaciones, por las razones anteriormente señaladas. En definitiva es preciso destacar, que la alta variabilidad de tamaño de los cuerpos proteicos en el maíz (especie con elevada diversidad genética) impide adoptar un criterio que permita diferenciarla por ese carácter, de sus parientes silvestres. La diversidad que pueda existir dentro de las otras especies silvestres es desconocida, pero seguramente podría demostrarse si se comparan individuos de distinta procedencia, por lo que tampoco los resultados obtenidos para los teosintes y *Tripsacum* pueden tomarse como definitivos y típicos de la especie. El número de cuerpos de zeína tampoco es diferente entre las especies, debido a que el nivel de zeína es similar entre ellos, el tamaño de los cuerpos de zeína no se asocia con el contenido de zeína (Magoja y Bertoia, 1984).

Por los resultados presentados aquí, y los obtenidos por otros autores, citados anteriormente, puede concluirse que, con referencia a las proteínas de reserva, las especies de las *Maydeae* no se diferencian en forma clara por el tamaño de los cuerpos proteicos ni por la composición molecular de sus proteínas (Nivio y Magoja, 1981), sí, en cambio, se diferencian por la proporción en que los distintos tipos de proteínas se almacenan en el endosperma (Magoja y Nivio, 1982b). El tamaño de los cuerpos de zeína, es un carácter de extrema variabilidad que no guarda una relación específica en las *Maydeae*, *Z. perennis*, *Z. diploperennis* y *T. dactyloides* no pueden diferenciarse inequívocamente entre sí y respecto del maíz (*Zea mays*) por el tamaño de los cuerpos proteicos. El carácter estudiado, no constituye en definitiva, un índice apropiado que permita diferenciar las especies señaladas.

BIBLIOGRAFIA

- BAENZIGER, P. S. and D. V. GLOVER, 1977. Protein body size and distribution and protein matrix morphology in various endosperm mutants of *Zea mays* L. *Crop Sci.* 17 (3): 415-421.
- BATES, L. S., M. BENDER and W. JACKSON, 1981. Eastern gama grass. Seed structure and protein quality. *Cereal Chem.* 58 (2): 138-141.
- DUVICK, D. N., 1961. Protein granules of maize endosperm cells. *Cereal Chem.* 38 (4): 374-385.
- MAGOJA, J. L. y L. M. BERTOIA, 1983. Endosperm structure of *Tripsacum dactyloides* (2n=72). *Maize Genet. Coop. N. Letter* 57: 70-71.
- y —, 1984. Relación específica de la estructura del grano en el maíz y sus parientes silvestres: los teosintes. *XV Congreso Argentino de Genética*, Corrientes, 10-14/9, Resúmenes 35.
- and A. A. NIVIO, 1981. Influence of perennial teosinte germplasm on polypeptidic pattern of maize endosperm proteins. *Maize Genet. Coop. N. Letter* 55: 62-63.
- y —, 1982a. Influencia del germoplasma de teosinte perenne en el patrón polipeptídico de las proteínas del endosperma del maíz. *Comunic. Direc. Inv.* (Univ. Nac. Lomas de Zamora) Año 5, N° 14.
- y —, 1982b. Relación específica de las proteínas de reserva en el maíz (*Zea mays*) y sus parientes silvestres. *Rev. Fac. Agron. (UBA)*, 3 (3): 255-263.
- NIVIO, A. A. and J. L. MAGOJA, 1981. Inheritance of endosperm storage proteins in reciprocal hybrids between maize and perennial teosinte. *Maize Genet. Coop. N. Letter* 55: 60-61.
- PALACIOS, I. G. and J. L. MAGOJA, 1983. Cytological observations in F₁ hybrids between maize and *Tripsacum dactyloides*. *Maize Genet. Coop. N. Letter* 57: 69-70.
- WOLF, M. J. and U. KHOO, 1970. Mature cereal grain endosperm; Rapid glass knife sectioning for examination of proteins. *Stain Technol.* 45 (6): 277-283.
- , — and H. L. SECKINGER, 1967. Subcellular structure of endosperm protein in high-lysine and normal corn. *Science* 157: 556-557.
- WOLF, M. J., U. KHOO and H. L. SECKINGER, 1969. Distribution and subcellular structure of endosperm protein in varieties of ordinary and high-lysine maize. *Cereal Chem.* 46 (3): 253-263.