



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y QUIMICAS DEL PERICARPIO DE DOS COLECCIONES DE MAIZ (*Zea mays* L.)

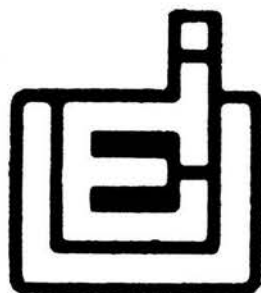
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

ROSA ELENA NAVARRETE LOPEZ



SEPTIEMBRE DE 1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES - IZTACALA

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y QUIMICAS DEL PERICARPIO
DE DOS COLECCIONES DE MAIZ (Zea mays L.)

ROSA ELENA NAVARRETE LOPEZ
Septiembre de 1992.

AGRADECIMIENTOS

A la M.C. Alicia Carbajal por su colaboración en la realización de los cortes en microtomo.

Y a todas las personas que de alguna manera participaron directa o indirectamente en la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Luis Navarrete Anaya
Magdalena Lopez Ruiz

A MIS HERMANOS
ESPECIALMENTE A:

Teresa y
Magdalena

A MI ESPOSO:

Miguel

Y MUY ESPECIALMENTE
A MIS HIJOS:

Luis Miguel,
Aminael Maciste y
Pablo Alejandro

El presente trabajo fue realizado en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) - IPN - Michoacán, bajo la dirección del M.C. Augusto Trejo González.

INDICE

I	INTRODUCCION	
	1.- ORIGEN DEL MAIZ	2
	a). Origen Geográfico.	
	b). Origen Biológico.	
	2.- DESCRIPCION BOTANICA	3
	a). Botánica del Maíz.	
	b). La Planta del maíz.	
	c). La Mazorca.	
	d). El Grano de Maíz.	
	e). El Pericarpio.	
	3.- ANTECEDENTES	10
	4.- OBJETIVOS	11
II	MATERIALES	
	1.- MATERIAL BIOLÓGICO.	13
	2.- MATERIAL PARA ANALISIS MORFOLOGICO.	13
	3.- ANALISIS QUIMICOS	13
III	METODOS	
	1.- METODOS MORFOLOGICOS	15
	a). Peso unitario	
	b). Porciento de pericarpio.	
	c). Cortes del pericarpio en microtomo.	
	d). Cortes del pericarpio con navaja.	
	e). Terminología de las características morfológicas del pericarpio.	

- a). Determinación de azúcares totales.
- b). Determinación de azúcares reductores.
- c). Determinación de pentosas.
- d). Tratamiento de pericarpio con NaOH 2.5 M
- e). Determinación de extracto etéreo.
- f). Determinación de nitrógeno total.
- g). Tratamiento estadístico.

IV	RESULTADOS Y DISCUSION	19
V	CONCLUSIONES	24
VI	CUADROS	25
VII	APENDICES	39
	BIBLIOGRAFIA	47

INDICE DE CUADROS, APENDICES Y FIGURAS

CUADROS

CUADRO 1.	ORIGEN, TIPO Y RENDIMIENTO DE LAS MUESTRAS DE MAIZ.	26
CUADRO 2.	AGRUPACION DE MAIZ AMARILLO CONASUPO DE IMPORTACION EN BASE A COLOR.	27
CUADRO 3.	PESO DE LOS GRANOS DE MAIZ, PERICARPIO Y PORCENTAJE DE PERICARPIO.	28
CUADRO 4.	NUMERO DE CAPAS DE CELULAS, GROSOR DE CAPAS Y GROSOR TOTAL DEL PERICARPIO POR LOS METODOS DE NAVAJA Y MICROTOMO.	29
CUADRO 5.	CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL PERICARPIO DE LAS COLECCIONES DE MAIZ.	30
CUADRO 6.	RESIDUO DEL PERICARPIO DESPUES DEL TRATAMIENTO CON NaOH 2.5 M.	31
CUADRO 7.	ANALISIS CUANTITATIVO DE AZUCARES TOTALES, REDUCTORES Y PENTOSAS DEL PERICARPIO TRATADO CON NaOH.	32
CUADRO 8.	EXTRACTO ETereo DEL PERICARPIO.	33
CUADRO 9.	CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL.	34

APENDICES

APENDICE A	DETERMINACION DE AZUCARES TOTALES.	40
APENDICE B	DETERMINACION DE PENTOSAS.	42
APENDICE C	DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL.	43

FIGURAS

Fig. No. 1	LA PLANTA DEL MAIZ	5
Fig. No. 2	MAZORCA CON GRANOS MOSTRANDO PUNTA Y CORONA	6
Fig. No. 3	CORTE LONGITUDINAL DE UN GRANO DE MAIZ DISPOSICION DE CAPAS Y CELULAS:	7
Fig. No. 4	LAXA HOMOGENEA	8
Fig. No. 5	COMPRIMIDA HETEROGENEA	8
Fig. No. 6	CORTE DE PERICARPIO DE MAIZ MOSTRANDO CAPAS DE CELULAS	35
Fig. No. 7	CORTE DE PERICARPIO DE MAIZ MOSTRANDO CAPAS LAXAS EN GRAN NUMERO	36
Fig. No. 8	CORTE DE PERICARPIO DE MAIZ: EXPONE CAPAS COMPRIMIDAS EN NUMERO ABUNDANTE	37
Fig. No. 9	CORTES DE PERICARPIO DE MAIZ DONDE SE VEN NUMEROSAS CAPAS LAXAS EN UN PERICARPIO GRUESO	38
Fig. No. 10	CURVA TIPO DE AZUCARES TOTALES	45
Fig. No. 11	CURVA TIPO DE AZUCARES REDUCTORES	45
Fig. No. 12	CURVA TIPO DE PENTOSAS	46

I INTRODUCCION

I INTRODUCCION

1.- ORIGEN DEL MAIZ

El surgimiento del maíz está perdido en la antigüedad y es mediante la existencia de evidencias indirectas que podemos conocer su posible origen. Para aclarar el tema lo dividiremos en dos partes, las cuales comprenden el origen geográfico y el biológico.

- a). Origen geográfico: el maíz es originario del continente americano y el lugar más probable es Mesoamérica (Martínez, 1975), dado que en las excavaciones arqueológicas se encontraron mazorcas que presentan un decaimiento radiactivo que indican haberse originado hace aproximadamente 5,000 años, sin embargo en excavaciones de la ciudad de México se encontraron granos de polen que presentan mayor antigüedad (Jugenheimer, 1976). En su artículo "The origin of corn" Mangelsdorf (1986) menciona que existen cerca de 25,000 mazorcas que fueron encontradas en sitios diferentes desde Arizona a Guatemala afirmándose la presencia del maíz prehistórico en el continente americano. En Europa no existe alguna mazorca fechada antes de 1492.

En el período que va de 5,000 a 2,000 años a. de C., el maíz tuvo una gran expansión en Centro América y al mismo tiempo se dispersó por todo el continente, este hecho se corrobora por las cerámicas elaboradas por los indios de ese periodo, también con esto se prueba el papel fundamental del maíz en el nacimiento y después la expansión de las civilizaciones precolombinas (Gay, 1985).

En cuanto a la dispersión mundial del maíz, se sabe que Colón lo descubrió en Cuba y lo llevó de regreso a España, fue así como el maíz se esparció a través de Europa y después comenzó a crecer alrededor del mundo en suelos propios para su cultivo (Mangelsdorf, 1986).

- b). Origen biológico: Se dice que el maíz tiene como antepasado silvestre al teosinte, esta idea es afirmada por Beadle (1950) con base en la evolución de la planta, al tomar en cuenta el tamaño de la espiga que hace 7,000 años media 2.5 cm y 2,000 años más tarde llegó a medir 7.0 cm. Hallazgos arqueológicos más recientes que corresponden al principio de la Era Cristiana muestran que las espigas median cerca de 10 cm de longitud. De la misma forma, los granos han seguido la misma progresión en tamaño; Gay (1985) la expresa de la siguiente manera: "hace 7,000 años tenían aproximadamente el tamaño de un grano de arroz, y al principio de nuestra era alcanzan el tamaño de un guisante". Jugenheimer (1976) dice que los tres géneros de la familia Maideae (*Zea*, *Trip-*

sacum y *Euclaena*) provienen de un antecesor común y han evolucionado en forma divergente. Esta teoría se basa en que en las zonas altas de Mesoamérica el Teosinte y el *Tripsacum* crecen en forma silvestre lo que coincide con los lugares donde nació el maíz.

Históricamente el maíz ha tenido gran importancia para el hombre americano y particularmente para México ya que en este país existe un complejo cultural que no se agota, considerando aspectos agrícolas, alimentarios, biológicos y costumbristas. Asimismo la totalidad de fenómenos que se generan en torno a su cultivo, transporte, almacenamiento y uso (Martínez, 1975).

El maíz como alimento revela su importancia en estas cifras: mundialmente es el segundo cultivo básico, dando alimentación directa o indirectamente del 15 al 20% de la humanidad, siendo únicamente superado por el trigo, del que se cosecharon 475 millones de toneladas en 1985 (Gay, 1985). En México el maíz es el alimento básico de mayor importancia para la población, aproximadamente dos tercios de la población nacional destina la producción de maíz para el consumo humano y representa el 16% del gasto familiar total. Alrededor del 75% de la población nacional recibe del maíz la mayor proporción de calorías y su consumo per cápita es de 142 Kg/año, siendo 17 veces mayor que el del frijol, 3 veces más que el del trigo y 8 veces más que el de la carne (Guillén, 1984).

2.- DESCRIPCION BOTANICA

- a). Botánica del maíz: El género *Zea* está representado por plantas herbáceas, monoicas, robustas, erectas, con hojas disticas y raíces adventicias en los nudos inferiores; espiguillas estaminadas organizadas en una panícula terminal, compuesta de varias a muchas ramas espiciformes, bifloras dispuestas en pares, una espiguilla del par casi sésil, la otra pedicelada, glumas anchas, delgadas, con varias nervaduras; espiguillas pistiladas agrupadas en una espiga lateral axilar, dispuestas en pares o solitarias, sésiles, disticas y ubicadas en cavidades formadas por el endurecimiento de la primera gluma y el alargamiento del raquis, que es articulado, o bien polísticas sobre un raquis notablemente engrosado, continuo y persistente, las espigas femeninas encerradas en una o varias brácteas foliáceas, glumas endurecidas o la primera endurecida y cubriendo la cavidad del raquis y la segunda membranosa; lema y pálea (de estar presentes) hialinas; estilos conspicuamente alargados, más o menos fuera de las brácteas. Género actualmente dividido en cuatro especies, todas mexicanas, una extendiéndose a Centroamérica.

La especie *Zea mays* L. que es la estudiada en este trabajo se conforma de plantas anuales, hasta de 3 a 5 m de alto;

tallos suculentos, hasta de 5 cm de diámetro; lígula corta membranácea, láminas planas, hasta de 1 cm de largo y 12 cm de ancho; panícula estaminada hasta de 25 cm de largo y de ancho, espiguilla de 6 a 10.5 mm de largo; inflorescencias pistiladas una o varias, originándose en la axila de las hojas hasta de 30 cm de largo, aunque por lo general mucho más pequeñas en las plantas silvestres, las espiguillas dispuestas en 2 a 16 hileras, llegando a alcanzar hasta 30 hileras, agrupadas en pares, bifloras, pero por lo general sólo la flor superior fértil, glumas anchas, grano libre o encerrado dentro de una envoltura o estuche. Las plantas silvestres se distribuyen de Chihuahua a Guatemala. De las tres subespecies reconocidas, sólo Z. mays (o el "maíz") se cultiva universalmente (Rzedowski 1979).

- b). La planta del maíz es una planta herbácea, que presenta raíz ramificada que le sirve de sostén y un tallo central con nudos y entrenudos que comúnmente se llaman cañutos. De cada nudo sale una hoja que envaina parcialmente el entrenudo y continúa en forma libre. En la parte final del tallo aparece la espiga o inflorescencia masculina (Martínez, 1975). Fig. No. 1
- c). La mazorca que generalmente es una en número, en ocasiones dos y excepcionalmente tres, crece a partir de los nudos medios del tallo. De acuerdo a cada raza, las mazorcas presentan de 8 a 16 hileras de granos, algunas llegan a presentar 1,000 granos. Estos pueden ser de diferentes formas y colores, a veces no siguen ninguna simetría sino que rompen el orden de las hileras y se mezclan todos los colores que van de blanco a distintos tonos de amarillo, violeta y azul (Martínez, 1975). Fig. No. 2
- d). El grano de maíz es una semilla, que en su conjunto consiste de embrión y endospermo, remanente de la cubierta de la semilla y la nucela es permanentemente encerrada en el pericarpio adherido. La estructura del grano maduro también es conocida como carióspside, la corona o pedicelo permanece adherido a la base del grano. (Kiesselbach, 1949). La parte visible del grano cuando está en la mazorca se denomina corona y a la parte incrustada en el olote se le llama punta (Martínez, 1987). Fig. No. 3

El carióspside o grano de maíz está constituido por el germen, por fécula dura (almidón y glúten), fécula suave y la cascarilla o pericarpio (Mangelsdorf, 1986), las féculas constituyen el endospermo. Se divide en dos partes la suave y la dura o córnea llamada endospermo duro. El endospermo suave es menos firme y de color más ligero. La porción córnea contiene más proteínas y los granos de almidón están más densamente empaquetados en el endospermo duro que en el endospermo almidonoso (Concidence y Concidence, 1982); el cual es el soporte nutritivo principal para el embrión durante el desarrollo de las semillas y la germinación (Martínez, 1987).

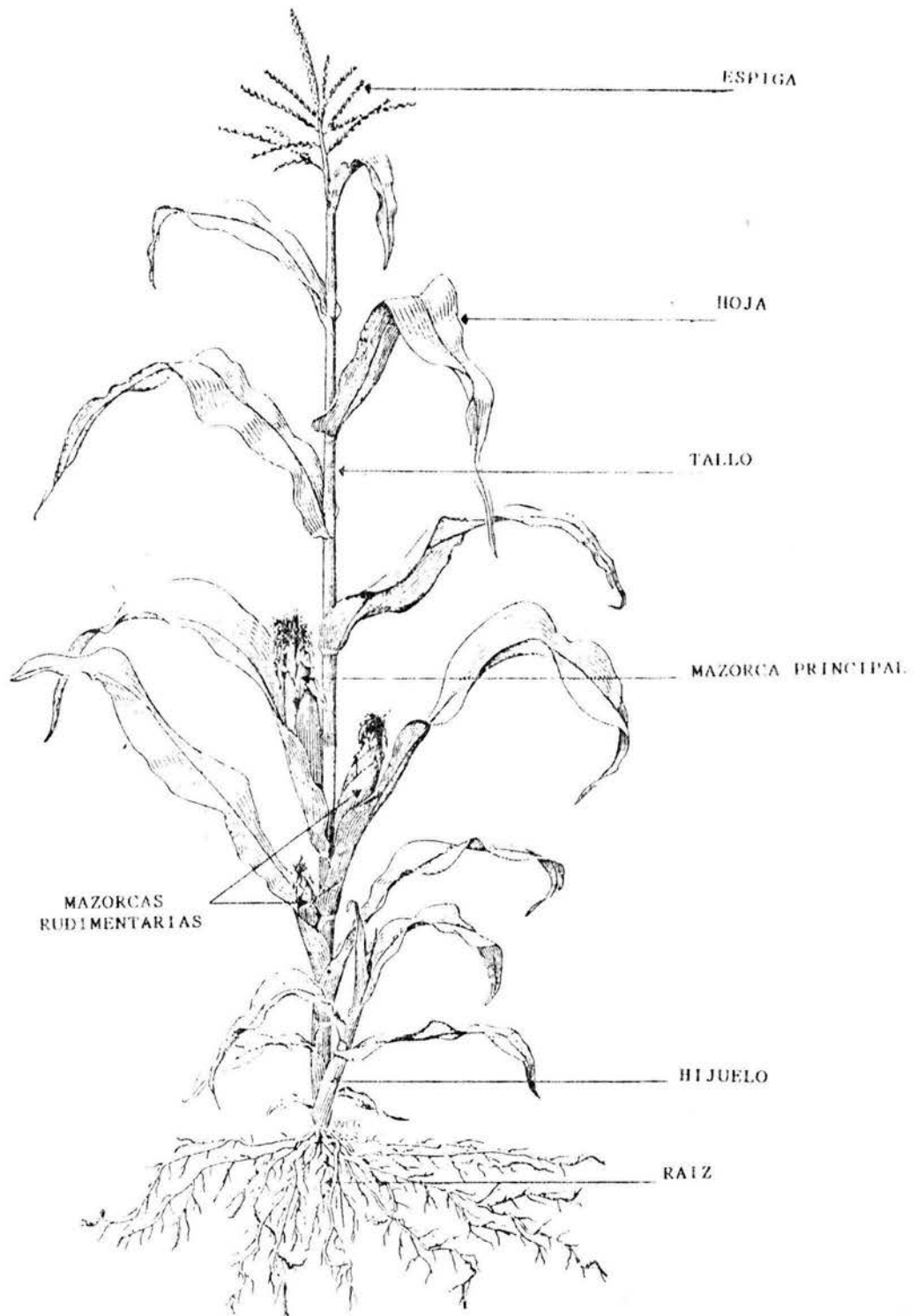


Fig. No. 1: LA PLANTA DEL MAIZ

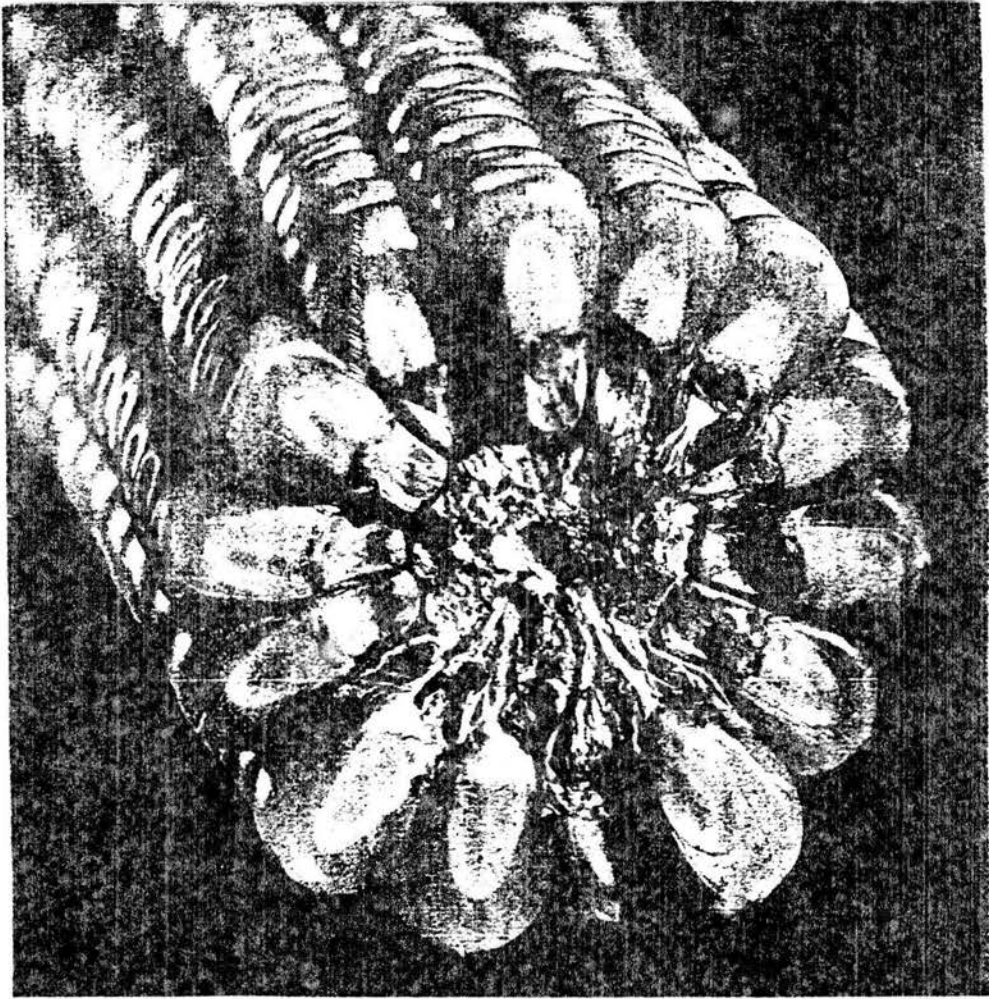


Fig. No. 2: MAZORCA CON GRANOS MOSTRANDO PUNTA Y CORONA

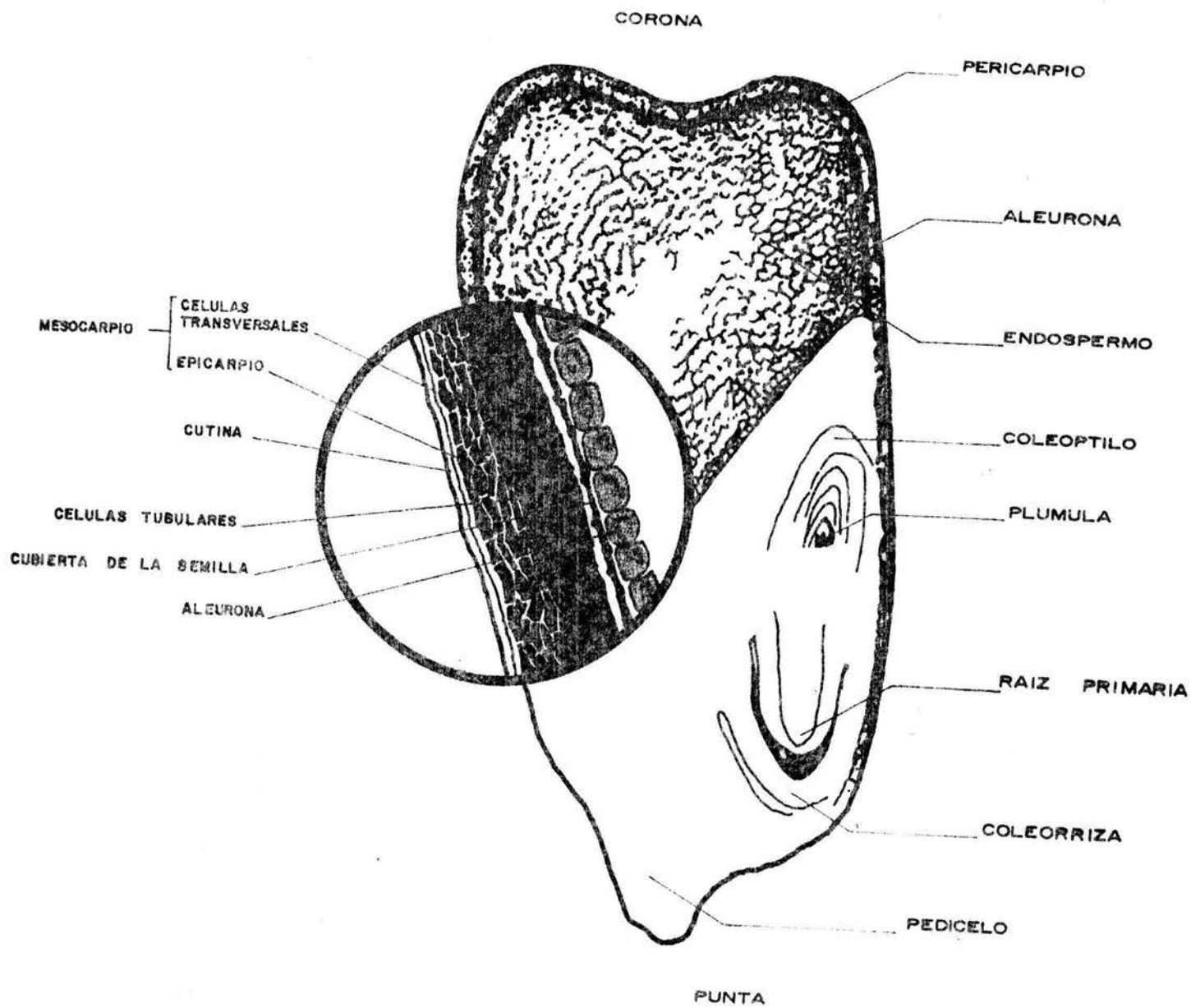


Fig. No. 3: CORTE LONGITUDINAL DE UN GRANO DE MAIZ

DISPOSICION DE CAPAS Y CELULAS

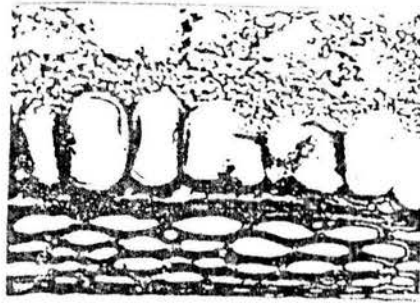


Fig. No. 4: LAXA HOMOGENEA

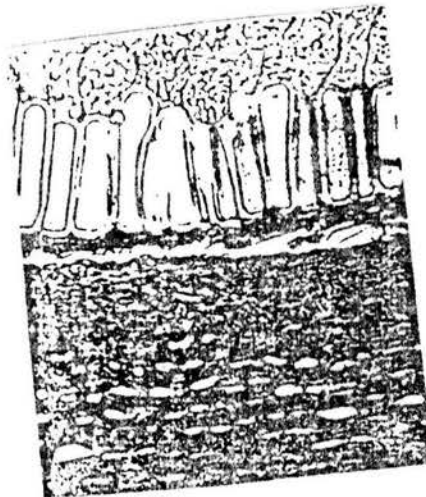


Fig. No. 5: COMPRIMIDA HETEROGENEA

e). El pericarpio se define como la capa más externa del fruto, desarrollada a partir de la pared del ovario (Weren et al., 1980). Gaesler et al. (1940) describen la formación del pericarpio de la siguiente manera: después de la fertilización, el óvulo y sus integumentos son desplazados de su lugar por el alargamiento del embrión y el endospermo, así se inicia un cambio gradual en la pared del ovario. De 10 a 20 días después de la fertilización, el crecimiento del grano entero es muy rápido; cerca del 18avo. día sólo hay pequeños restos de la nucela, los integumentos como capas definitivas casi han desaparecido, quedando sólo pequeñas masas de protoplasma entre el pericarpio y la epidermis más externa de la nucela. En los días siguientes el embrión y el endospermo siguen alargándose, la epidermis del endospermo se diferencia en una capa aleurona y desaparece la nucela excepto en su pared epidermal más externa. El pericarpio en el tiempo de fertilización, lo constituyen células parenquimatosas de pared delgada, en los 10 días posteriores se incrementa al doble de su grosor original. El engrosamiento en la región de la corona del grano es más precoz en relación con la región basal. Mientras sucede este crecimiento en grosor del pericarpio sus células medias se colapsan, primero la región de la corona y luego hacia abajo y a los lados del grano. En el estadio final ocurre una compresión del pericarpio entero y se forma la cubierta protectora resistente.

Watson (1976), Khalil y Kramer (1971) hacen una descripción de las capas que forman el pericarpio las cuales son:

- i.- La cutina: es una capa más externa del pericarpio, es una cubierta insoluble y cerosa continua sobre el epicarpio.
- ii.- El epicarpio: capa bien diferenciada de células con diámetros iguales con paredes gruesas.
- iii.- El mesocarpio: incluye todas las células desde el epicarpio a las células transversales, esto forma la porción más grande del pericarpio. Las cuales son alargadas conteniendo algunos hoyos que se caracterizan por su arreglo entrecruzado.
- iv.- Células transversales: están debajo del mesocarpio y forman ángulos rectos con otra capa de células del pericarpio. Están hechas de paredes relativamente delgadas sin hoyos visibles.
- v.- Células tubulares: forman la última porción del pericarpio su diámetro es relativamente pequeño y son extremadamente duros para separarse por maceración.

Funciones del pericarpio. El pericarpio protege al grano de la pudrición y está involucrado en la protección contra patógenos (Tracy y Galinat, 1969), también previene al

grano del daño físico al eje del embrión (Wolf, et al. 1969). Se han hecho estudios y pruebas de germinación en las que se varió la calidad del pericarpio y se vió que los granos con pericarpio dañado no germinaron adecuadamente (Jugenheimer, 1987). El tipo de textura y estado del pericarpio están relacionados con la susceptibilidad de las semillas al ataque por hongos; así un pericarpio grueso y una textura compacta ofrecen mayor dificultad a la penetración tanto de hongos como de insectos. (Cano, 1973).

De lo anterior se deduce que es importante que la anatomía del pericarpio sea conocida. Dada la relativa escasez de información respecto a este tema ya que en México no existen trabajos que traten sobre la anatomía de los maíces que se consumen de manera popular.

3.- ANTECEDENTES

En México no existen trabajos sobre la caracterización de la morfología del pericarpio de maíz. En el extranjero existen muy pocos trabajos sobre esta estructura. Dada la importancia que tienen los productos enlatados en Estados Unidos, los tecnólogos en alimentos se han preocupado por la consistencia del maíz, basando su calidad en la dureza del pericarpio. Gaesler (1940), realizó un estudio en el que se confirma el papel del pericarpio en la dureza del maíz enlatado; comparó diferentes tiempos de cosecha para el enlatado de los granos. A menor madurez del grano, más suavidad del pericarpio.

Tracy y Galinat (1969), trabajaron con híbridos de maíz palomero y maíz dulce, relacionaron de manera subjetiva la morfología del pericarpio y la calidad del maíz dulce, tomando en cuenta el desarrollo del pericarpio (tiempo de cosecha) y la calidad del maíz dulce, así como el desarrollo del pericarpio de dos líneas y de sus híbridos. Al alcanzar la madurez, el pericarpio de tres genotipos tuvo el mismo número de capas de células y su grosor fue diferente para cada una; se encontró que aún entre los maíces dulces existen diferencias en el lumen y la compactación de las células. Por las características de disposición y de lumen, concluyeron que los pericarpios constituidos de células compactas son duros y los de lumen amplio son suaves.

Wolf, et al. (1969) compararon dos métodos de medición y estudiaron detalladamente el pericarpio de maíz híbrido obteniendo como resultado que el número de capas fue constante, y que el grosor varió de acuerdo a la posición de medida, con ambos métodos. Los métodos de medición utilizados fueron un micrómetro de precisión y un micrómetro de joyero. Ambos métodos tuvieron buena concordancia, sin embargo hacen la observación de que las medidas no fueron confiables, dado que el pericarpio se comprimía entre los extremos del micrómetro de precisión. Las medidas se tomaron de los lados germinal y abgerminal concluyéndose que varían de grosor ambos lados y las medidas de los lados izquierdo y derecho son similares.

Helm y Zuber (1972) realizaron un estudio con dos experimentos; el primero, con seis líneas puras, con un rango de grosor de pericarpio de 84 a 160 micras y cruza simples y sus recíprocos (dando 30 híbridos). El segundo, con seis líneas puras con un rango de grosor de 55 a 114 micras, sus 33 híbridos de F1 y 15 progenitores de F2, 30 de la primera y 30 de la segunda generación cruzadas, con el objeto de probar si las características del pericarpio son heredables. En este experimento se concluyó que el grosor del pericarpio es heredable en un 80 %, pudiéndose usar exitosamente para selección de granos de maíz de pericarpio delgado o grueso. Nakatani et al (1979) investigaron los pigmentos del maíz morado de Bolivia en el cual se encontraron mas de 10 antocianinas, en observaciones preliminares sobre cromatografía en papel, además se identificaron dos antocianinas del maíz negro mexicano.

4.- OBJETIVOS

Conocer mediante la obtención de medidas confiables por dos métodos de corte, la anatomía del pericarpio de 22 cultivares de maíz (Zea mays L.)

Conocer algunos parámetros químicos característicos de los cultivares en prueba.

Comparar la eficiencia de los dos métodos utilizados para los cortes.

- A) Microtomo de congelación.
- B) Navaja.

II MATERIALES

II MATERIALES

1.- MATERIAL BIOLÓGICO

Originalmente se seleccionaron 55 muestras de maíz de las cuales 17 fueron criollos provenientes de la Meseta Tarasca del Estado de Michoacán; también fueron escogidas 29 muestras de híbridos de Michoacán, estos materiales fueron elegidos en base a registros de alto rendimiento local por hectárea (Kg/Ha). También se incorporaron a este estudio los maíces CONASUPO (híbridos de importación) de origen desconocido, se colectaron 10 lotes de 250 g cada uno; estos maíces fueron obtenidos de tortillerías y molinos de nixtamal abastecidos por CONASUPO, en las localidades de Sahuayo y Jiquilpan y se reagruparon por color, resultando 7 tonos de color amarillo y anaranjado denominándose con literales de la A a la G, (el E además de ser amarillo presenta manchas rojas). Se incluyeron dos muestras por sus diferencias marcadas de textura de endospermo, el maíz palomero reventador toluqueño (MPRT), duro y pequeño, se obtuvo en Chalma Edo. de México y el cacahuacinte (CTE) que presenta endospermo suave y grano de gran tamaño, este último fue conseguido en el mercado de Sahuayo, Michoacán. Los 22 maíces presentes en este trabajo, son utilizados para hacer tortillas, el CTE se emplea para hacer pozole; este maíz era desconocido en estos lugares y aún la gente prefiere los maíces grandes coloridos criollos (ver cuadro 1). Las colecciones consistieron en 12 criollos y 10 híbridos.

2.- MATERIAL PARA ANÁLISIS MORFOLÓGICO

La caracterización del pericarpio por su morfología, el conteo del número de capas de células y la medición de su grosor, se hizo mediante observaciones al microscopio óptico equipado con un micrómetro objetivo calibrado.

3.- ANÁLISIS QUÍMICOS

La composición química del pericarpio se determinó por el análisis y cuantificación del contenido de azúcares totales, reductores y pentosas. Se realizaron también los análisis de nitrógeno total, extracto etéreo y tratamiento con álcali fuerte (NaOH 2.5 M).

III METODOS

III METODOS

Para seleccionar las muestras con las que se realizó este estudio se hicieron cortes a navaja de las 55 muestras originales que se reagruparon por el número de capas presentadas, quedando 7 grupos de los que se trabajaron 22 muestras. Lo anterior se resume a continuación:

								Total
No.de muestras.	2	2	13	26	6	4	2	55
Grupo por No. de capas.	3	4	5	7	8	9	10	7
Muestras usadas.	2	2	5	8	1	2	2	22

1.- METODOS MORFOLOGICOS

- a). **Peso unitario del grano:** Se tomaron 10 granos de maíz, se pesaron en balanza analítica y se dejaron remojando en agua destilada por 30 minutos, se retiró el pericarpio del grano, colocándose ambos (los granos sin pericarpio y el pericarpio por separado) en la estufa a 50 °C por 24 horas, después se colocaron en un desecador para estabilizar la temperatura.
- b). **Porcentaje de pericarpio:** Tomando en consideración el peso inicial de los granos completos y el peso del pericarpio, se calculó el porcentaje del pericarpio.
- c). **Cortes del pericarpio en microtomo:** Los granos se remojaron por 24 horas en agua destilada, después del tiempo de remojo, se les quitó la corona y la punta colocándose en el microtomo de congelación, en donde el grano se cortó completo, los cortes de la parte central del grano se colocaron en agua destilada para que se descongelaran, luego se seleccionaron 5 cortes, que se colorearon en rojo congo al 5 % durante 30 min. Pasado este tiempo se observaron al microscopio, tomando los datos de grosor total, grosor de la capa de células y el número de capas de cada corte. Con los datos de los 5 cortes se calculó la media, de cada medición, para cada grano. Por este método se trabajaron 5 granos por cada cultivar.

- d). Cortes de pericarpio con navaja: Se remojaron los granos durante 30 minutos, después de este tiempo, sobre el lado abgerminal del grano se hizo un corte rectangular con la navaja, luego con la aguja de disección se retiró el rectángulo de pericarpio, el cual se colocó sobre una tabla pulida, en la que se realizaron los cortes de los que se seleccionaron 10, éstos fueron colocados en rojo congo durante 30 minutos, después de este tiempo, se observaron al microscopio registrándose los datos de grosor total y número de capas. Con los datos de los 10 cortes se calculó la media para cada medición, para cada grano. Con este método se trabajó con 10 granos por cultivar.
- e). Terminología de la características morfológicas del pericarpio: Las características de agrupación se tomaron de Tracy y Galinat (1969), quienes mencionan "laxa" cuando las células tienen aberturas grandes separadas por paredes celulares (Fig. No. 4); en cuanto a las "comprimidas", se dice de aquellas que presentan paredes celulares densamente empaquetadas con aberturas estrechas (Fig. No. 5). Para fines de definición de los acomodos de las capas del pericarpio se consideraron dos términos, homogeneidad para las capas que no presentan irregularidad en su acomodo y heterogeneidad para las capas que presentan ondulaciones en su arreglo. En cuanto a la resistencia se refiere a la facilidad o dificultad que se presenta al retirar el pericarpio del grano, cuando el pericarpio es fácil de desprender, se dice que es blando y cuando esta tarea se dificulta se dice que es duro. Esta prueba se realizó con los granos remojados durante media hora.

2.- METODOS QUIMICOS

- a). Determinación de azúcares totales: Fueron determinados por un método colorimétrico basado en la reacción del fenol-sulfúrico (Dubois, 1956) (Ver apéndice A).
- b). Determinación de azúcares reductores: Esta prueba se hizo por el método Somogyi (1952). A partir del pericarpio disuelto en 2.5 M de NaOH (Ver apéndice A).
- c). Determinación de pentosas: Se determinaron por el método colorimétrico con orcinol (Keleti, 1974), para el análisis cuantitativo de pentosas (arabinosa, ribosa, xilosa) (Ver apéndice B).
- d). Tratamiento del pericarpio con álcali fuerte: Esta prueba se realizó para disolver el pericarpio con NaOH 2.5 M y detectar el grado de disolución. El procedimiento fue el siguiente: Se pesaron 500 mg de pericar-

pio seco, se agregaron 20 ml de solución de NaOH 2.5 M, después de 24 horas, se agitaron y se lavaron con agua destilada, al tiempo que se hacían pasar por un filtro poroso de vidrio con papel Watman 41. El filtrado se aforó a 250 ml y se guardó para la determinación de azúcares y pentosas, el residuo del pericarpio se dejó en el papel filtro que había sido previamente pesado, se dejó en la estufa a 55 °C durante 24 horas, se pasó a un desecador, para estabilizar la temperatura, y después se pesó en la balanza analítica. Por diferencia de pesos se obtuvo el dato de pericarpio disuelto. (Roy y Feaster 1965).

- e). Extracto etéreo (grasa): Este proceso se hizo pesando por triplicado 500 mg de pericarpio seco, se agregaron 20 ml de solvente (éter etílico) y se dejó en contacto por 24 horas; después se decantó el solvente y los tubos se colocaron en la estufa a 55 °C, para evaporar completamente el solvente. Después de enfriarse se pesaron los tubos y por diferencia de peso, se conoció el contenido de grasa (AOAC 1984).
- f). Nitrógeno total: Esta prueba se realizó por el método de Kjeldahl (AOAC, 1984). Todos los resultados de los análisis químicos se expresan en base seca.
- g). Tratamiento estadístico: Los resultados fueron calculados y expresados como media y desviación estándar. (Litle, 1978)

IV RESULTADOS Y DISCUSION

IV RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se presentan las muestras con una abreviatura del nombre y el número de lote o parcela, en el caso de CHE 5 se agregaron las letras A, B, y R como inicial del color que cada uno presenta, con el fin de diferenciarlos. El origen de cada cultivar que son las poblaciones de donde se obtuvieron las muestras para sembrar los lotes o parcelas. (Este trabajo fue realizado por agrónomos del CIIDIR - IPN - Michoacán, para todos los cultivares con excepción del CTE, el MPRT, y los A, C, E, G que se consiguieron en forma comercial.

Un hecho que nos llamó la atención fue que los maíces CHE 5 A (azul) y el CHE 5 R (rojo) al hacer las lecturas de los cortes se observó en el caso del azul que el pericarpio era transparente, en cambio la aleurona (una capita encontrada bajo el pericarpio) presentaba una capa roja en medio de 2 capas violetas, y en el rojo, era el pericarpio el que contenía los colorantes. Los colorantes fueron solubles en agua, presumiblemente son antocianinas y antocianidinas. Nakatani et al (1979).

En el cuadro 2 se presentan las características de color y el porcentaje de cada uno en la muestra total de los maíces CONASUPO.

El cuadro 3 muestra los valores de los pesos por grano de cada cultivar el peso promedio por grano expresados en miligramos y el porcentaje del pericarpio. Así también la facilidad o dificultad que presentó el pericarpio de cada muestra para ser retirado del grano.

El análisis del cuadro 3 revela que con respecto al peso existen 5 muestras con un rango alto los cuales son el CTE y en orden decreciente le sigue el CHE 5 B, el CHE 5 R, el H 311-41 y el C CONASUPO. También se observa que existen en un rango bajo de peso el MPRT y en orden creciente le siguen el CHE 5 A, el CHA 37, el A CONASUPO el CHA 51 y el HVE 29.

Tomando como base el peso de los granos, se tiene que el CTE como el más ligero y el MPRT como más pesado, dan la pauta para decir que el MPRT es el más pequeño y que el CTE es el más liviano y a la vez el más grande, ya que el MPRT ocupa menos espacio que el CTE.

En cuanto al peso de pericarpio el H 311-41 es el que tiene un mayor peso de pericarpio seguido en orden decreciente por el C CONASUPO, el CHE 5 R, el G CONASUPO, el CHA 51 y el CHA 112, también se observa que en cuanto a los de menor peso están el MPRT y en orden creciente le siguen el HVE 29, el CTE, el CHA 52, el A CONASUPO y el CHA 28.

De esta selección se deduce que el que tiene mayor cantidad es el H 311-41 y el que presenta menos cantidad de pericarpio es el MPRT.

Con respecto al porcentaje de pericarpio el mayor es el CHA 51 y en orden decreciente el H 311-41, el G CONASUPO, el CHA 112 y el H 303-33. En cuanto a los que presentan un menor porcentaje están el CTE y le siguen en orden creciente CHE 5B, el MPRT, el CHA 28 y el HVE 29.

El cuadro 3 denota que el CTE es el más ligero y tiene el menor porcentaje de pericarpio y el tercer lugar en cuanto al peso de pericarpio, es decir que es grande, ligero y con poco pericarpio. En cuanto al MPRT es el extremo opuesto, ya que es pequeño, pesado y tiene la cantidad más alta entre los bajos de pericarpio y su porcentaje de pericarpio ocupa el tercer lugar.

En cuanto a la remoción del pericarpio después de que los granos de maíz se habían remojado, por espacio de 30 minutos, se observó si presentaban facilidad o dificultad para retirar esta porción anatómica; en todos los maíces criollos con excepción del CHA 28 su pericarpio fue fácilmente desprendido mientras que todos los maíces híbridos con excepción del H 303-33 presentaron dificultad para su separación.

En el cuadro 4 están reportados el número de capas de células y el grosor de las capas y el grosor total del pericarpio por los métodos de navaja y microtomo.

El análisis del cuadro 4 indica que el método de disección con navaja, de fácil ejecución y por supuesto poca sofisticación, parecería ser adecuado cuando se emplea para contabilizar el número de capas de células que conforman al pericarpio, no así para la medición de los grosores de capas y total; en el cuadro sólo aparece la medida del grosor total en micras. Como era de esperarse los cortes al microtomo fueron los que mostraron repetitividad, en cuanto al número de capas y a los grosores parcial y total. El método de navaja y de microtomo para el caso de la contabilidad de las capas de células no parecen diferir en gran medida, pero para la determinación de los grosores sí.

Los maíces criollos presentaron un número de capas de células en un rango comprendido entre 5 y 7, solamente el CHA 52 presentó 10 capas. Para el caso de los maíces híbridos el rango de número de capas de células estuvo entre 6 y 11, de éstos el G CONASUPO y C CONASUPO presentaron el mayor número (10 y 11 capas respectivamente).

Con respecto al grosor de la capa de células el intervalo estuvo entre 54.4 a 89.0 micras, otra vez el CHA 52 presentó el grosor mayor con 132 micras. Para esta medida, el intervalo para los maíces híbridos estuvo entre 68.0 y 112.0 micras; 5 especímenes de pericarpio mostraron su grosor de capas en el intervalo de 92.6 a 112 micras y también el que presentó el mayor grosor fue el C de la serie de los CONASUPO.

Para el caso de la medición del grosor total del pericarpio el intervalo para los maíces criollos estuvo entre 84.4 y 137.0 micras el CHA 52 fue la excepción con un grosor de 146.0 micras. Los maíces híbridos presentaron un grosor de pericarpio entre 108.0 y 137.0 micras; los maíces híbridos presentaron tanto números de capas como grosores parciales y totales más altos que los maíces criollos.

En el cuadro 5 observamos las características morfológicas que presentan las células y las capas de células, así como el grosor por capa. De la disposición de las células podemos decir que sólo son 5 las muestras que presentan disposición comprimida (el CHA 51, el H 303-33, el H 311-37 el A y E CONASUPO tienen sus células comprimidas); las 17 restantes presentan células laxas, habiendo ocasiones en que se ven huecos entre las células. De la disposición de las capas sólo 5 muestras presentan capas heterogéneas: es decir que el CHA 37, el CHA 52, el CHE 5R, el E y el G CONASUPO, tienen capas que no presentan líneas de células sino que presentan capas desordenadas presentando curvas en el conjunto de las capas que forman el pericarpio. En cuanto al grosor de la capa de células 12 muestras presentan el grosor de capa entre 9.7 y 11.6 micras, 7 muestras están en un rango de 12.6 a 13.6, las muestras que presentan mayor grosor de capas son el CHE 5B con 16.5 y el H 313-43 con 14.4 micras de grosor y el valor más pequeño corresponde al CHA 37 con 8.7 micras de grosor.

Tracy y Galinat (1969) concluyeron de su trabajo que las características de disposición tienen relación con la dureza o suavidad del maíz. En este estudio todos los criollos excepto el CHA 51, fueron laxos y a la vez suaves, según la referencia de de estos autores.

En el cuadro 6 muestra el tratamiento hecho al pericarpio con NaOH 2.5 M. De manera generalizada, el pericarpio de los maíces híbridos presentó un mayor contenido de residuo insoluble cuando fue tratado y extraído con NaOH 2.5 M. Los álcalis fuertes hidrolizan a las hemicelulosas que forman parte estructural del pericarpio por tanto aquellos pericarpios con mayor contenido de hemicelulosas (pentosas) dejaron menos cantidad de residuo que aquellos que contienen pentosas en menor cantidad. De los valores podemos observar que los criollos presentan un porcentaje menor de residuo insoluble y se encuentran de menor a mayor el CHE 5 B con 39.8, el CHE 5 A con 42.6, el CHA 28 con 43.2, el CHA 112 con 43.4 y por último el CHA 44 con 44.2, de los maíces que presentan un mayor porcentaje de residuo insoluble son los híbridos entre los que se encuentran el G CONASUPO con 64.6, el 41 con 60.0, el E CONASUPO con 56.1 esto es que los híbridos tienen una mayor cantidad de lignina y celulosa en su pericarpio, y muestran que los criollos contienen más pentosas en su composición del pericarpio, encontrando un rango de pericarpio no disuelto entre 39.8 y 64.6, correspondiendo éste último a los híbridos de importación y el primer valor al CHE 5B criollo.

En el cuadro 7 observamos los valores obtenidos con el análisis de azúcares totales, reductores y pentosas contenidos en el pericarpio tratado con NaOH 2.5 M.

En cuanto al contenido de azúcares totales de los extractos con NaOH 2.5 M de los pericarpios se observa que el contenido de azúcares totales es del mismo orden tanto para maíces criollos como para maíces híbridos; lo mismo ocurre en la medición de los azúcares reductores.

Con relación al contenido de pentosas, estos azúcares estos azúcares se presentaron en mayor concentración en los extractos alcalinos del pericarpio de los maíces criollos; en otras palabras, los pericarpios de los maíces criollos presentan un mayor contenido de hemicelulosas y los maíces de origen híbrido presentan posiblemente un mayor contenido de celulosa y lignina.

El cuadro 8 muestra los valores que se obtuvieron de extracto etéreo, cuyos valores están en un rango de 8 a 30 mg/ 0.5 g de pericarpio en peso seco.

También se observa que el contenido de grasa (extracto etéreo) del pericarpio de las colecciones del maíz, es muy semejante y no se aprecia alguna tendencia en particular.

En el cuadro 9 vemos los valores obtenidos en el análisis de nitrógeno total en los que podemos observar diferencias desde 2.8 a 7.9 % de contenido de nitrógeno en cada muestra.

En cuanto al contenido de nitrógeno total del pericarpio de las colecciones de maíz es muy semejante y tampoco presenta una tendencia muy marcada que los diferencie.

V CONCLUSIONES

V CONCLUSIONES

En la caracterización morfológica del pericarpio de maíz de las dos colecciones (criollos e híbridos) se logró conocer que los maíces criollos presentan en su mayoría, facilidad para la remoción del pericarpio, un menor número de capas de células, así como una disposición laxa de células, mientras que los híbridos presentan las características de: dificultad para la remoción, un mayor número de capas de células, así como disposición comprimida de las mismas. La disposición de las capas es semejante ambas colecciones, así como el grosor por capa y el grosor total del pericarpio. En cuanto a la disolución con NaOH 2.5 M, los criollos presentan un grado mayor de solubilidad.

Dadas las características de laxidez y compactación de las células, también podemos decir de los criollos que con excepción del CHA 51, presentan la característica de suavidad.

La caracterización química mostró que entre ambas colecciones no se presentan diferencias marcadas en el contenido de azúcares totales, azúcares reductores y pentosas, así como el extracto etéreo. En cambio si hay diferencia en el contenido de nitrógeno total, en el cual los criollos y los híbridos nacionales presentan valores dos veces mayor que los híbridos de importación.

De lo anterior se puede destacar, que los maíces de importación presentan tal variedad en sus características, que posiblemente son mezclas de materiales con diferencias genéticas entre sí.

Este trabajo puede ser una aportación útil para seleccionar productos con características particulares.

De este trabajo se comprueba cómo una metodología simple de cortes del pericarpio con navaja y observación al microscopio óptico nos ayuda a observar las células y sus características de compactación; así como el número de capas pero con poca confiabilidad para medir el grosor del pericarpio.

Para fines prácticos de determinación de grosor del pericarpio, los cortes realizados con navaja concordaron con los resultados obtenidos al emplear el microtomo lo que permite realizar este tipo de mediciones en laboratorios donde no se cuenta con equipo especializado.

CUADROS

CUADRO 1. ORIGEN, TIPO Y RENDIMIENTO DE LAS MUESTRAS DE MAIZ

MUESTRA	ORIGEN	TIPO	RENDIMIENTO(kg/ha)
CHA 28	Zacan I	Criollo	3,760
CHA 44	San Felipe III	Criollo	2,330
CHA 51	San Isidro III	Criollo	2,820
CHA 52	Charapan V	Criollo	1,680
CHA 62	Criollo Charapan*	Criollo	1,375
CHA 112	Criollo Charapan*	Criollo	2,280
CHE 37	Cheran III	Criollo	2,965
CHE 5A	Cheranostico II	Criollo	4,560
CHE 5B	Cheranostico II	Criollo	4,560
CHE 5R	Cheranostico II	Criollo	4,560
CTE	Mdo. Sahuayo, Mich.	---	---
MPRT	Chalma Edo. de Méx.	Criollo	---
H 303 - 19	Zamora, Mich.	Híbrido	5,870
HVE - 29	Zamora, Mich.	Híbrido	5,500
H 303 - 33	Zamora, Mich.	Híbrido	5,870
H 311 - 37	Zamora, Mich.	Híbrido	5,865
H 311 - 41	Zamora, Mich.	Híbrido	5,865
HV 313 - 43	Zamora, Mich.	Híbrido	5,845
A CONASUPO	Importación	---	---
C CONASUPO	Importación	---	---
E CONASUPO	Importación	---	---
G CONASUPO	Importación	---	---

* Testigo local maíz criollo colectado en Zacán.
 Todos estos maíces son localizables en el Banco de Germoplasma del programa agrícola del Departamento de Recursos Naturales del CIIDIR IPN Unidad Michoacán

CUADRO 2. AGRUPACION DE MAIZ AMARILLO CONASUPO DE IMPORTACION EN BASE A COLOR

GRUPO	%	COLOR
A	21.2	Amarillo (+++++)
B	26.7	Amarillo (++++)
C	15.0	Amarillo (+++)
D	13.8	Amarillo (++)
E*	2.8	Amarillo naranja (+)
F	5.1	Anaranjado (++)
G	4.9	Anaranjado (+++)
Residuo	10.5	Maíz quebrado e impurezas

* Este maíz presentó manchas rojas en el pericarpio.

CUADRO 3. PESO DE LOS GRANOS DE MAIZ Y PERICARPIO. PORCENTAJE Y REMOCION DE PERICARPIO.

MUESTRA	PESO (mg) *		PERICARPIO **	
	POR GRANO	PERICARPIO	%	REMOCION
CHA 28	366.4	21.5	5.9	difícil
CHA 37	309.4	26.4	8.5	fácil
CHA 44	354.5	27.0	7.6	fácil
CHA 51	310.5	32.2	10.4	fácil
CHA 52	324.0	21.2	6.5	fácil
CHA 62	385.7	29.6	7.7	fácil
CHA 112	352.6	31.7	9.0	fácil
CHE 5A	304.9	24.2	7.9	fácil
CHE 5B	489.5	27.0	5.5	fácil
CHE 5R	471.7	33.7	7.1	fácil
CTE	491.3	20.4	3.9	fácil
MPRT	216.3	12.3	5.7	difícil
H 303 - 19	364.8	28.3	7.7	difícil
HVE 29	310.6	19.1	6.1	difícil
H 303 - 33	330.5	28.8	8.7	fácil
H 311 - 37	375.6	28.0	7.4	difícil
H 311 - 41	444.1	41.2	9.3	difícil
HV 313 - 43	351.5	27.6	7.9	difícil
A -CONASUPO	309.9	21.2	6.8	difícil
C -CONASUPO	411.1	34.0	8.3	difícil
E -CONASUPO	354.2	30.6	8.6	difícil
G -CONASUPO	358.3	32.5	9.1	difícil

* Los pesos para granos y pericarprios son el promedio del peso de 10 granos; y de 10 pericarprios disectados.

** Porcentaje de pericarpio con relacion al peso completo del grano.

CUADRO 4. NUMERO DE CAPAS DE CELULAS, GROSOR DE CAPAS Y GROSOR TOTAL DEL PERICARPIO POR LOS METODOS DE NAVAJA Y MICRO TOMO

MUESTRA	NAVAJA		MICROTOMO			
	CAPAS	GROSOR TOT.	CAPAS	GROSOR	CAPAS	GROSOR TOT.
CHA 28	7	90.0 ± 16.3	7	89.0 ± 3.2	121.0 ± 8.8	
CHA 37	5	66.5 ± 9.3	7	61.0 ± 8.8	101.0 ± 8.8	
CHA 44	9	107.5 ± 17.7	7	73.0 ± 8.2	137.0 ± 13.3	
CHA 51	4	50.0 ± 3.8	5	56.0 ± 8.4	96.0 ± 11.7	
CHA 52	10	111.0 ± 17.3	10	132.0 ± 15.5	166.0 ± 13.5	
CHA 62	8	115.2 ± 27.4	5	63.0 ± 13.4	120.0 ± 5.0	
CHA 112	5	98.1 ± 14.4	7	79.2 ± 7.3	112.0 ± 11.3	
CHE 5A	5	64.7 ± 18.9	5	54.4 ± 12.4	130.0 ± 15.3	
CHE 5B	3	40.8 ± 7.8	5	82.5 ± 11.6	124.0 ± 13.5	
CHE 5R	7	82.6 ± 22.3	7	67.8 ± 8.0	84.4 ± 5.3	
CTE	3					
MPRT	4		5	63.9 ± 18.2	102.0 ± 18.3	
H 303-19	10	94.8 ± 29.7	6	77.0 ± 9.5	116.0 ± 8.4	
HVE 29	7	100.8 ± 9.5	10	104.0 ± 15.0	126.0 ± 14.3	
H 303 - 33	5	67.4 ± 13.5	6	69.0 ± 8.7	108.0 ± 9.0	
H 311 - 37	9		8	89.0 ± 11.0	124.0 ± 13.5	
H 311 - 41	7		6	68.6 ± 21.3	116.0 ± 20.1	
H 313 - 43	7	90.0 ± 21.9	7	101.0 ± 7.4	134.0 ± 12.6	
A CONASUPD	7	68.3 ± 15.8	5	68.0 ± 35.2	108.0 ± 32.0	
C CONASUPD	5	57.7 ± 14.8	11	112.0 ± 14.0	137.0 ± 9.5	
E CONASUPD	7	90.6 ± 11.1	8	92.6 ± 10.4	123.5 ± 9.3	
G CONASUPD	7	82.7 ± 22.7	10	102.0 ± 19.9	137.0 ± 17.7	

El grosor está expresado en micras.

CUADRO 5 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL PERICARPIO DE LAS COLECCIONES DE MAIZ.

MUESTRA	DISPOSICION		GROSOR DE CAPA DE CELULAS (μ)
	CELULAS	CAPAS	
CHA-28	Laxas	Homogéneas	12.7
CHA-37	Laxas	Heterogéneas	8.7
CHA-44	Laxas	Homogéneas	10.4
CHA-51	Comprimidas	Homogéneas	11.2
CHA-52	Laxas ***	Heterogéneas	13.2
CHA-62	Laxas	Homogéneas	12.6
CHA-112	Laxas	Homogéneas	11.3
CHE-5A	Laxas *	Homogéneas	10.8
CHE-5B	Laxas *	Homogéneas	16.5
CHE-5R	Laxas ***	Heterogéneas	9.7
CTE	Laxas	Homogéneas	----
MPRT	Laxas	Homogéneas	12.6
H 303-19	Laxas **	Homogéneas	12.8
HVE 29	Laxas *	Homogéneas	10.4
H 303-33	Comprimidas ***	Homogéneas	11.5
H 311-37	Comprimidas	Homogéneas	11.1
H 311-41	Laxas ***	Homogéneas	11.4
H 313-43	Laxas **	Homogéneas	14.4
A CONASUPO	Comprimidas *	Homogéneas	13.6
C CONASUPO	Laxas *	Homogéneas	10.2
E CONASUPO	Comprimidas *	Heterogéneas	11.6
G CONASUPO	Laxas	Heterogéneas	10.2

* Pequeñas

** Grandes

*** De diferentes tamaños

CUADRO 6. RESIDUO DEL PERICARPIO DESPUES DEL TRATAMIENTO
CON NaOH 2.5 M

MUESTRA	RESIDUO (%)
CHA 28	43.2 ± 0.3
CHA 37	49.0 ± 1.9
CHA 44	44.2 ± 4.3
CHA 51	50.7 ± 3.9
CHA 52	53.4 ± 7.9
CHA 62	52.3 ± 3.7
CHA 112	43.4 ± 1.0
CHE 5A	42.6 ± 3.1
CHE 5B	39.8 ± 1.8
CHE 5R	52.5 ± 2.7
CTE	54.6 ± 2.4
MPRT	51.2 ± 4.2
H 303 - 19	56.1 ± 1.4
HVE 29	51.1 ± 5.1
H 303 - 33	48.6 ± 6.3
H 311 - 37	49.5 ± 1.1
H 311 - 41	60.0 ± 7.2
HVE 313 - 43	46.6 ± 0.9
A CONASUPO	52.3 ± 4.6
C CONASUPO	56.2 ± 5.9
E CONASUPO	56.8 ± 1.8
G CONASUPO	64.6 ± 0.7

CUADRO 7. ANALISIS DE AZUCARES TOTALES REDUCTORES Y PENTOSAS DEL PERICARPIO TRATADO CON NaOH EN mg/g DE MUESTRA

MUESTRA	TOTALES	REDUCTORES	PENTOSAS
CHA 28	454	7.5	57.3
CHA 44	523	8.6	70.3
CHA 51	563	10.0	62.3
CHA 52	436	10.6	63.7
CHA 62	592	9.9	89.6
CHA 112	505	8.7	77.7
CHA 37	511	9.7	68.2
CHE 5A	541	10.7	82.2
CHE 5B	542	8.8	82.3
CHE 5R	406	9.8	57.1
CTE	603	11.8	72.7
MPRT	502	11.8	68.3
H 303-19	477	10.7	67.7
HVE 29	466	8.5	69.4
H 303-33	505	10.1	77.0
H 311-41	539	9.4	82.2
HVE 313-43	450	8.5	59.2
A CONASUPO	636	11.8	131.3
C CONASUPO	606	11.7	69.0
E CONASUPO	587	10.6	69.0
G CONASUPO	592	10.8	69.3

CUADRO 8. EXTRACTO ETereo DEL PERICARPIO

MUESTRA	mg/g
CHA 28	20.0 ± 2.0
CHA 44	24.0 ± 4.0
CHA 51	14.0 ± 1.4
CHA 52	20.0 ± 0.0
CHA 62	16.0 ± 1.2
CHA 112	30.0 ± 0.0
CHA 37	12.0 ± 2.0
CHE 5A	26.0 ± 0.0
CHE 5B	20.0 ± 0.0
CHE 5R	14.0 ± 3.0
CTE	20.0 ± 5.0
MPRT	20.0 ± 3.0
H 313 - 19	28.0 ± 0.0
HVE - 29	26.0 ± 0.0
H 303 - 33	26.0 ± 0.0
H 311 - 37	16.0 ± 4.0
H 311 - 41	28.0 ± 1.2
HV 313 - 43	20.0 ± 1.2
A CONASUPO	22.0 ± 2.2
C CONASUPO	18.0 ± 0.0
E CONASUPO	8.0 ± 4.0
G CONASUPO	24.0 ± 2.4

a. valores expresados en peso seco.

CUADRO 9. CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL

MUESTRA	NITROGENO (%)
CHA 28	3.1 ± 0.0
CHA 37	*
CHA 44	7.2 ± 0.3
CHA 51	*
CHA 52	5.1 ± 0.06
CHA 62	3.2 ± 0.67
CHA 112	5.1 ± 0.8
CHE 5A	3.4 ± 0.0
CHE 5B	4.6 ± 0.0
CHE 5R	4.5 ± 0.1
CTE	3.3 ± 0.0
MPRT	2.8 ± 0.0
H 303 - 19	4.9 ± 0.7
HV 29	5.9 ± 0.36
H 303 - 33	4.5 ± 0.14
H 311 - 37	6.7 ± 0.3
H 311 - 41	*
HV 313 - 43	7.9 ± 0.48
A CONASUPO	3.6 ± 0.0
C CONASUPO	3.2 ± 0.3
E CONASUPO	4.7 ± 0.1
G CONASUPO	2.8 ± 0.11

* No se hizo por falta de muestra.



Fig. No. 6: CORTE TRANSVERSAL DE PERICARPIO DE MAIZ
MOSTRANDO CAPAS DE CELULAS.

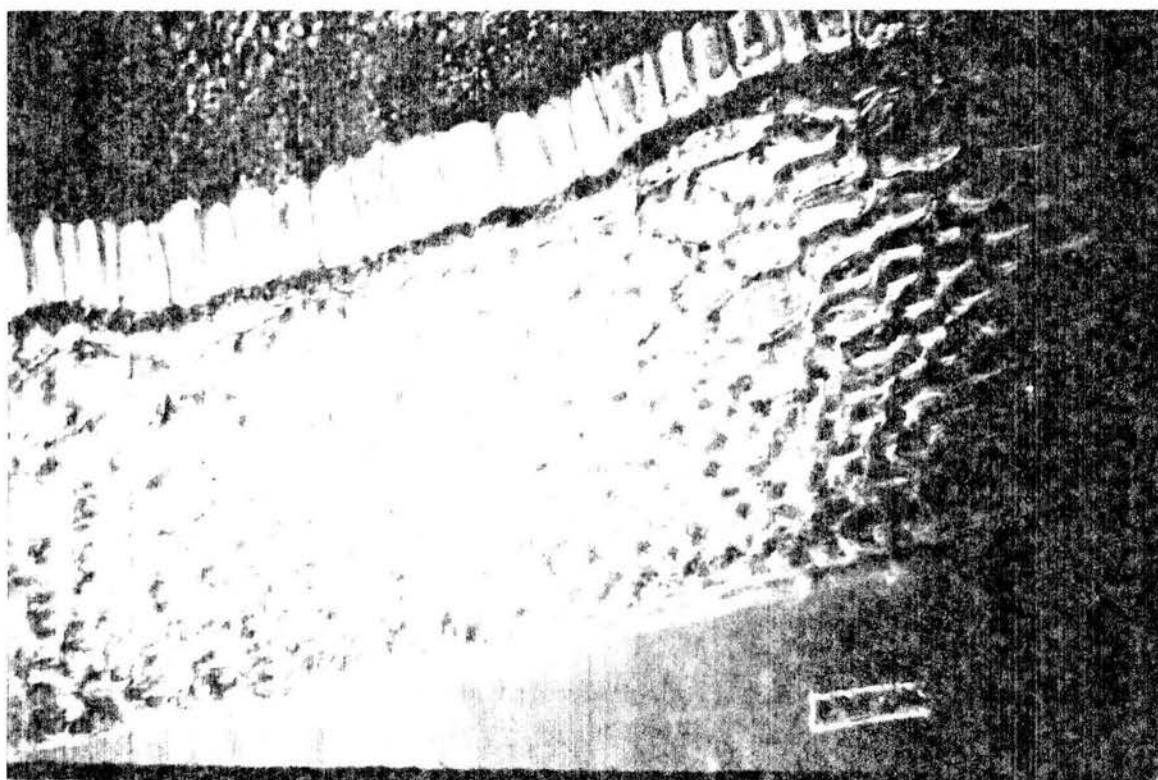


Fig. No. 7: CORTE DE PERICARPIO DE MAIZ MOSTRANDO
CAPAS LAXAS EN GRAN NUMERO

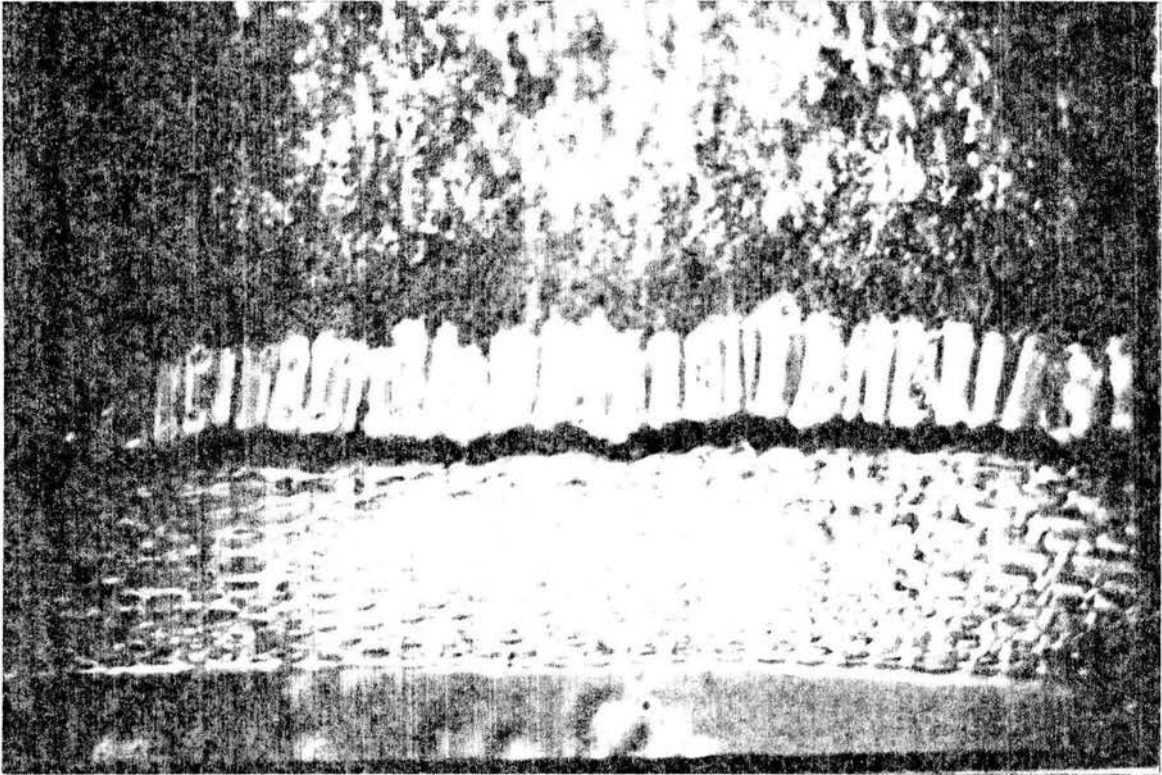


Fig. No. 8: CORTE DE PERICARPIO DE MAIZ: EXPONE CAPAS COMPRIMIDAS EN NUMERO ABUNDANTE

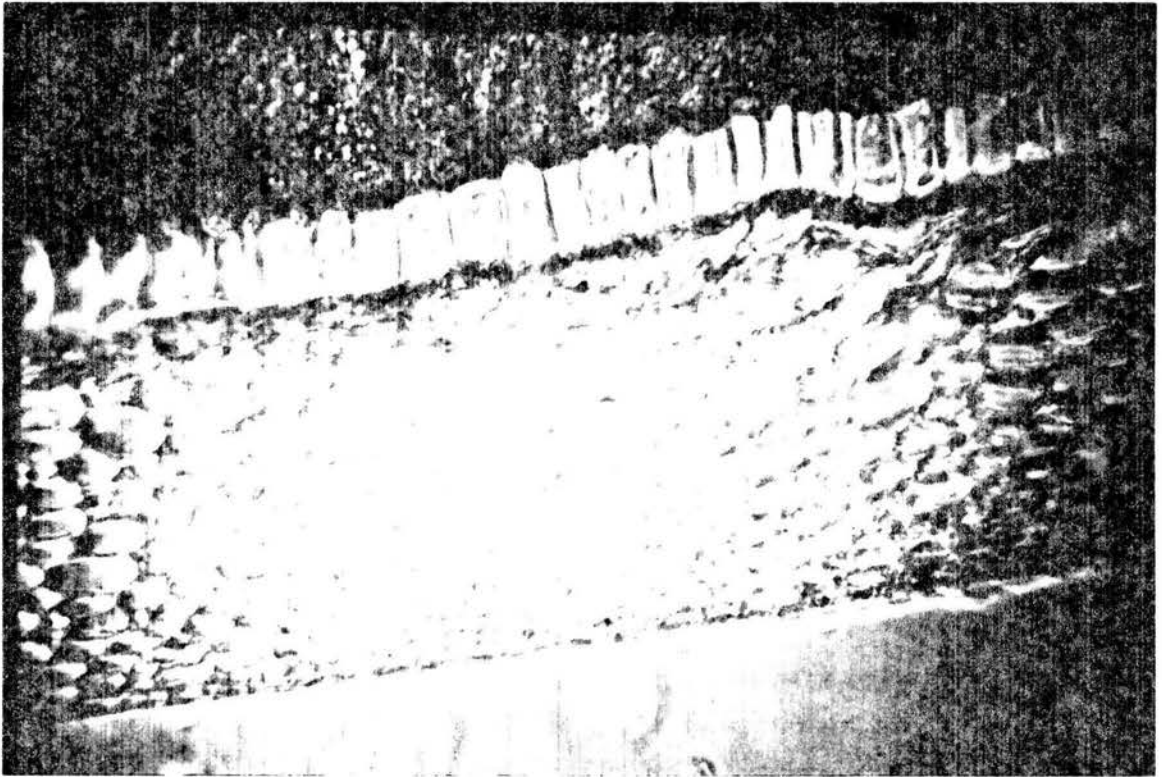


Fig. No. 9: CORTE DE PERICARPIO DE MAIZ DONDE SE VEN NUMEROSAS CAPAS LAXAS EN UN PERICARPIO GRUESO

VII APENDICES

APENDICE A

DETERMINACION DE AZUCARES TOTALES. Fueron determinados por el método colorimétrico por la reacción de fenol-sulfúrico (Dubois, 1956)

Soluciones y reactivos:

- Fenol al 4%
- Acido sulfúrico concentrado

Curva de calibración:

Se prepara una solución tipo que contenga 1 ml de glucosa/ml en agua destilada. Se transfieren a tubos de ensaye alícuotas de esta solución y se diluyen en agua destilada hasta obtener soluciones que contengan 20, 40, 50, 60, 80 y 100 μ g de glucosa/ml, haciendo a la vez un testigo con agua destilada. Estas soluciones son tratadas con el mismo procedimiento que la muestra. Se contruye la curva de calibración graficando los valores de absorbancia obtenidos de estas soluciones menos el valor del testigo, contra la concentración de glucosa correspondiente. (Fig. No. 10).

Procedimiento:

Se coloca un ml de solución azucarada (10 - 70 μ g) dentro de un tubo de ensaye, se adiciona 1 ml de fenol al 4% y se mezclan. Se agregan 5 ml de ácido sulfúrico con un dosificador y se mezcla rápidamente el contenido. Se colocan en baño maría con hielo por 20 minutos. El color producido es estable por dos horas, su absorbancia se lee a 490 nm en un espectrofotómetro Coleman Junior II.

Cálculos:

Por interpolación en curva tipo.

DETERMINACION DE AZUCARES REDUCTORES. Esta prueba se hace por el método de Somogyi (1952). A partir del pericarpio disuelto en NaOH 2.5 M.

Solución A:

Disolver 12 gr de tartrato de sodio y potasio, 24 gr de carbonato de sodio anhidro, 16 gr de bicarbonato de sodio y 144 gr de sulfato de sodio anhidro en 800 ml de agua destilada.

Solución B:

Disolver 4 gr de sulfato de cobre anhidro y 36 gr de sulfato de sodio en agua destilada y diluir a 200 ml.

Reactivo de cobre:

Mezclar 4 partes de la solución "A" con una parte de la solución "B" para obtener el reactivo de cobre.

Reactivo de Somogyi: Se obtiene

- 1.- Disolver 25 gr de molibdato de amonio monohidratado en 450 ml de agua destilada y adicionar 21 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- 2.- Disolver 3 gr de arsenato de sodio heptahidratado en 25 ml de agua destilada.

Combinar la solución 1 y 2, guardar en un frasco ámbar a 37°C por uno o dos días filtrando antes de usar. La solución es de color amarillo con un ligero matiz verde.

Curva de calibración:

Se prepara una solución tipo que contenga 1 mg de glucosa/ml en agua destilada, se transfieren a tubos de ensaye alícuotas de esta solución y se diluyen en agua destilada hasta obtener soluciones que contengan 5, 12.5, 25, 37.5, 50, 62.5, 75, 87.5 y 100 µg de glucosa/ml, haciendo a la vez un testigo con agua destilada. Estas soluciones son tratadas con el mismo procedimiento que la muestra, contruyendo la curva de calibración al graficar los valores de absorbancia obtenidos por estas soluciones menos los valores presentados por el testigo contra la concentración de glucosa correspondiente. (Fig. No. 11)

Procedimiento:

1 ml de solución azucarada (10-80 µg) se mide y mezcla con 1 ml de reactivo de cobre en un tubo de ensaye. Este es cubierto con una canica y colocado a baño maría 10 min a ebullición. Se enfría con agua corriente y se le adiciona 1 ml de reactivo de Somogyi; se agita suavemente y se diluye a 10 ml con agua destilada. Se lee la absorbancia a 600 nm. El color es producido casi instantáneamente permaneciendo invariable por varias horas.

Cálculos:

Por interpolación en la curva tipo.

APENDICE B

Las pentosas se determinaron por el método colorimétrico con orcinol (Keleti, 1974). Este método fue usado para el análisis cuantitativo de pentosas (arabinosa, ribosa, xilosa). (Fig. No. 12)

- 1.- 1.25 ml de la muestra en tubos de ensaye.
- 2.- 3.75 ml del reactivo (A) de orcinol, agitar.
- 3.- Calentar los tubos por 25 min en baño maría a ebullición.
- 4.- Enfriar a temperatura ambiente en agua.
- 5.- Leer la diferencia de coloración de 665 nm y 550 nm en un colorímetro Coleman Jr II.

Reactivos A:

- 1.- 1 g de orcinol.
- 2.- 375 mg de $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (cloruro ferrico)- $6 \text{H}_2\text{O}$ ($\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$).
- 3.- Diluir a 25 ml con agua.
- 4.- Enfriar en baño de hielo (a 4°C).
- 5.- Adicionar 475 ml de HCl concentrado. (Sol. reactivo B)
- 6.- Almacenar en frasco obscuro por no más de 6 semanas.

Reactivo B:

- 1.- Adicionar 500 ml de HCl concentrado a 100 ml de agua.

Reactivo C:

- 1.- Solución estandar de arabinosa (100 mg/ml).

APENDICE C

Nitrógeno total. Se usó la técnica de Kjeldahl (AOAC, 1984).

Material:

Aparato digestor y para destilación, matraz de Kjeldahl, refrigerante, alargadera, tubos de hule, tapones de hule, matraz Erlenmeyer de 500 ml, soporte, anillo, rejilla, pinzas para refrigerante, mechero.

Substancias:

Acido sulfúrico concentrado, sulfato cúprico, sulfato potásico, granalla de zinc, sulfuro de sodio al 10 %, hidróxido de sodio al 40 %, ácido bórico al 4 %, ácido clorhídrico 0.1 N, rojo de metilo-azul de metileno.

Se pesó exactamente 1 g de pericarpio seco, sobre papel libre de nitrógeno orgánico, previamente tarado y se puso en un matraz de Kjeldahl, se agregaron 0.5 g de sulfato cúprico cristalizado 10 g de sulfato potásico o sódico anhidros y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se colocó el matraz en un dispositivo para la eliminación de vapores y se calentó suavemente al principio, girándolo ocasionalmente y después en forma enérgica. Si se agota el ácido y no se ha digerido totalmente la muestra (pasando de color negro a transparente) se le añade más ácido y se continúa calentando hasta su oxidación completa, punto donde la mezcla forma un sólido incoloro o una solución de color verde claro. Terminada la digestión se enfría el matraz en una campana para extracción de gases, se le añaden aproximadamente 200 ml de agua destilada y si la disolución es difícil, se puede calentar, se agregan unas granallas de zinc, se agita y se enfría. Se adapta el matraz a un sistema de destilación el cual tiene en la salida del refrigerante un matraz Erlenmeyer, que contiene 75 ml de solución de ácido bórico y unas gotas de indicador. Se le añade al matraz de Kjeldahl, estratificando lentamente 5 ml de hidróxido de sodio al 40 % por cada ml de ácido sulfúrico que se empleó en la digestión, es conveniente añadir 5 ml de sulfuro de sodio y unas gotas de antiespumante, se conecta rápidamente al sistema de destilación, se mezcla su contenido LENTAMENTE con movimientos circulatorios y se calienta (el contenido del matraz debe pasar de color verdoso a pardo o negro), las primeras gotas del destilado deben virar el color del indicador de violeta a verde, de lo contrario, se deja enfriar y se añade más hidróxido de sodio. Se destila hasta que una gota del destilado no dé alcalinidad con el papel tornasol. Se apaga la fuente de calor, se lava el refrigerante con agua destilada, sobre el destilado y se titula con la solución 0.1 N de ácido clorhídrico.

Cálculos:

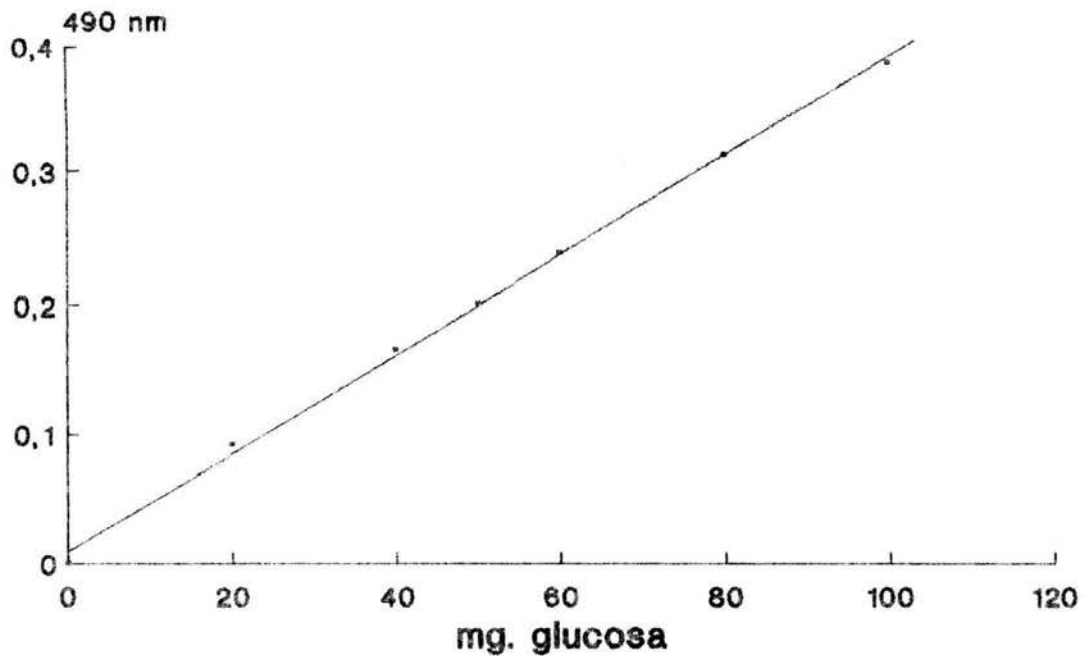
$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{N} \times 0.014}{\text{muestra en gramos}} \times 100$$

$$\% \text{ de proteína} * = \% \text{ de nitrógeno} \times \text{factor (6.25)}$$

* incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal si se encuentra presente.

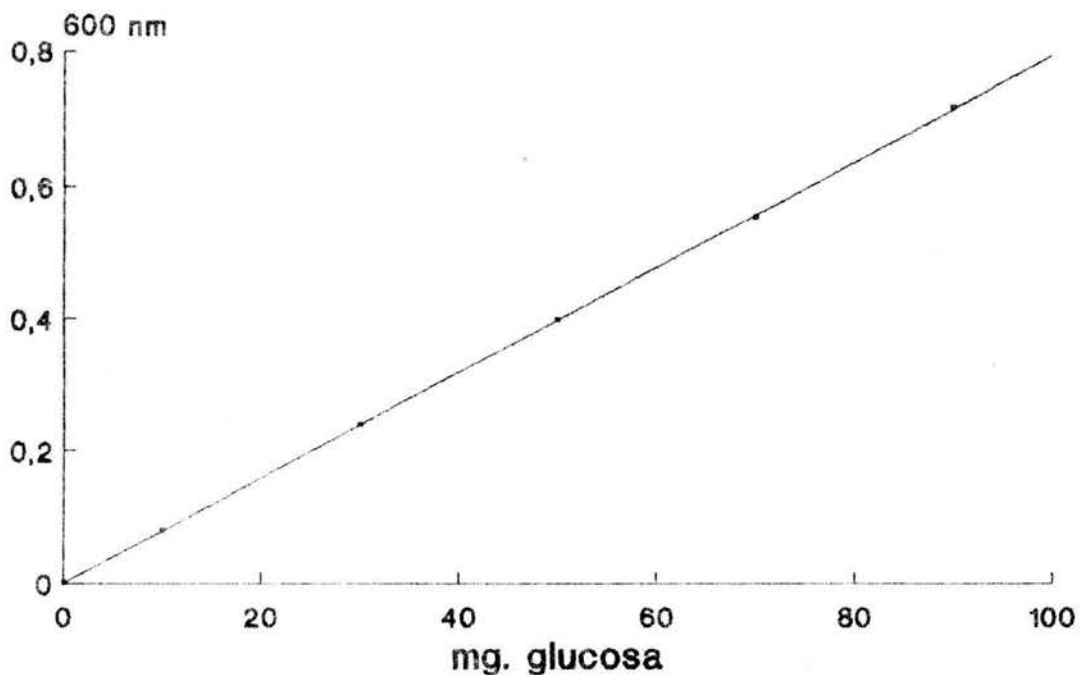
Curva tipo de Azúcares Totales

Método del Fenol - sulfúrico



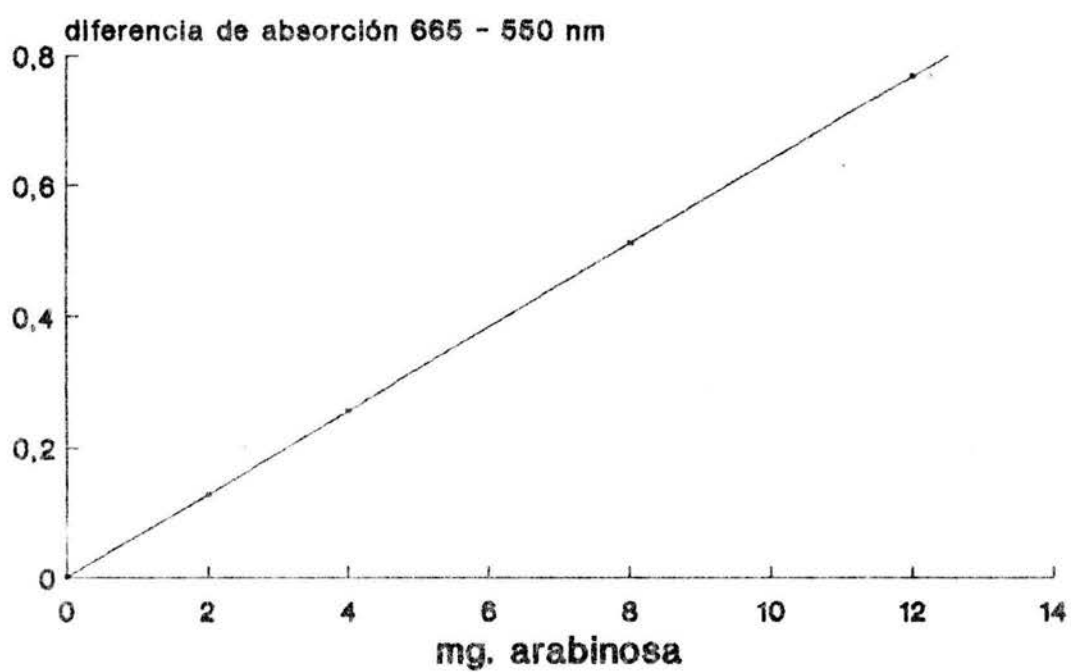
Curva tipo de Azúcares Reductores

Método de Somogyi



Curva tipo de Pentosas

Método del Orcinol



BIBLIOGRAFIA

1. Museo Nacional de Culturas populares. 1987 El maíz, Fundamento de la cultura popular mexicana. Garcia Valdéz Ed. S.A. 3ra Ed.
2. AOAC 1984 Official Methods of Analysis Association of official Analytical Chemistry. AOAC Ed. 14 Arlington, Virginia, USA.
3. Cano y C.G. 1973 Estudio Morfológico Comparado del Fruto de Nueve Razas Mexicanas de Maíz (Zea mays L.), Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Esc. Nal. de Agricultura. Chapingo México. 1973.
4. Copeland, L. O. 1976 Seed Formation and Development. In: Principles of seed Science and Technology p. 29. Burgess Publ. Co.
5. Considine, P. E. and G., D. Considine: 1982, Food Production Enciclopedia; Van Nostrand Renoald Company. New York. p. 1116
6. Curtis P.J. 1968 Técnicas Histológicas y Citológicas. Serie Apuntes. Esc. Nal. de Agr. Chapingo, México.
7. Doebley J.F. and Iltis H.H. 1980 Taxonomy of Zea (GRAMINAE) I.A. Subgeneric Clasification with key to taxa. Amer. J. Bot. 67: 982-993.
8. Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamillton, P.A. Roberts and F. Smith. 1956 Colorimetric methods for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350.
9. Gaesler W.G., R.M. Hixon and E.S. Haber 1940 The Quantity of Pericarp in Several Hibrid and Inbred Strain of Sweet Corn, 1a. State Coll. J. of Sci., 14, 379.

10. Gay J.P. 1985 El maíz Mundo Científico (La Recherche).
Z: 612-620.
11. Guillén A., D. H. 1984 Efectos del desespigamiento despunte en variedades mejoradas de maíz de la Mesa Central. Tesis Profesional. UNAM. FES Cuautitlán, México.
12. Helm J.L. and M.S. Zuber. 1972 Inheritance of pericarp. Thickness in Corn Belt Maize. Crop. Sci: 12, 428.
13. Iltis, H. H. y J. F. Doebley. 1980. Taxonomy of Zea (GRAMINAE). II. Subspecific categories in the Zea mays complex and a generic synopsis. Amer. J. Bot. 67: 994.
14. Jugenheimer, 1976. Corn. Improvement seed production and uses. John Wiley and Sons. USA. 1a. edition.
15. Keleti, G. and W.K. Lederer. 1974 Handbook of micromethods for the Biological Sciences. Methods 67. Pentoses (orcinol). Van Nostrand Reinhold Company, New York. p. 79.
16. Khalil, T. and A. Kremer, 1971. Histological and Histochemical studies of sweet corn (Zea mays L.) Pericarp as influenced by maturity and processing. J. Food Sci. 36: 1064.
17. Kiesselbach, T.A, 1949. The Structure and Reproduction of Corn. Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.
18. Litle, M. and F.J. Hills, 1978. Agriculture Experimentation; design and analysis. Ed. John Wiley & Sons. p. 17.
19. Mangelsdorf, P.C., 1986. The origin of corn. Scientific American 255, 80.
20. Martínez M.F., 1975. Descripción de claves y géneros para la familia graminæ. AL de Jessieu. Ed. Universitaria Morelia, Mich. México. 1975.

21. Nakatani, N., H. Fukuda and H. Fuwa. 1979. Major anthocyanin of Bolivian purple corn (Zea mays L.) Agric. Biol. Chem. 43: 389-391.
22. Roy, L.W. and M.S. Feaster, 1965. Isolation of hemiceluloses, Meth. Carbohy. Chem. 5: 114. USA.
23. Rzedowski J. y G. C. de Rzedowski, 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I Compañía Editorial Continental, México.
24. Somogy, M. 1952. Notes on Sugar Determination. Jour. Biol. Chem. 195: 19.
25. Tracy, W. F. and W. C. Galinat, 1969. Thickness and cell layer number of the pericarp of sweet corn and some of its relatives. Hort Sci. 22: 645.
26. Watson, A. 1976. Estructure Composition and Functionality of the fibrous components of the corn kernel. Oral presentation at the 61st Annual Meeting of the American Association of cereal Chemists. New Orleans, La., October.
27. Wilkins, H.G. 1985. Teosinte: The closest relative of maize revisited Maydica 30: 209 - 223.
28. Weren, T., C.R. Stocking and M.G. Barbour. 1980. Botánica. Ed. Limusa. 709 México.
29. Wolf M.J., I.M. Cull, J.L. Helm and M.S. Zuber 1969. Measuring thickness of excised mature corn pericarp. J. Agron. 61: 777.

FE DE ERRATAS

Indice de Cuadros, Apendices y Figuras

APENDICES

Dice: DETERMINACION DE AZUCARES TOTALES.

Debe Decir: DETERMINACION DE AZUCARES TOTALES Y REDUCTORES.

Página 21 Primer Parrafo

Dice: grosor de 116.0 micras

Debe decir: con un grosor de 166.0 micras

Página 21 Cuarto Parrafo

Dice: aqueullos

Debe decir: aquellos

Dice: el 41 con 60.0

Debe decir: el H-311-41 con 60.0

Página 24 primer parrafo

Dice: es semejante ambas colecciones

Debe Decir: es semejante en ambas colecciones.