Rev. Fitotec. Mex. 13:117-128. 1990

EVALUACION FISICA, QUIMICA Y TORTILLERA DEL COMPUESTO PEPITILLA DE MAIZ

María Gricelda Vázquez Carrillo[1], Alma Rosa Márquez Sánchez[1] y Fidel Márquez Sánchez[2]

RESUMEN

Con el propósito de esclarecer qué parámetros de la mazorca o del grano se asocian estrechamente con la calidad proteínica y tortillera del maíz (*Zea Mays* L.) criollo Pepitilla, se evaluaron las características físicas, químicas y de procesamiento del grano de 27 mazorcas representativas de un compuesto de este criollo, procedentes de Iguala, Gro., cosechadas en 1988. Se encontró una gran variación en el peso de las mazorcas, el cual estuvo correlacionado positivamente con el diámetro del olote y con el largo y ancho del grano. Las mazorcas más pesadas produjeron los granos más densos, que a su vez fueron los de mayor contenido de lisina y triptofano. El aumento de estos aminoácidos estuvo correlacionado negativamente con la proteína del grano. El contenido de triptofano fue 0.112% en muestra. Los granos más pesados proporcionaron menor cantidad de nixtamal, por lo tanto, el mayor rendimiento de masa provino de los maíces más ligeros; no obstante, el rendimiento tortillero fue muy similar en todas las muestras. La relación grano-masa-tortilla fue 1:1.85:1.19. El contenido promedio de proteína de la tortilla fue de 8.96% en el compuesto mientras que el de la tortilla comercial fue 6.2%. La evaluación sensorial indicó que las tortillas de este compuesto, obtenidas con el método tradicional, en su mayoría (72%) recibieron calificaciones de excelentes, lo cual fue corroborado con la evaluación de textura y elasticidad hechas en el Instron.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Calidad proteínica, nixtamalización, evaluación sensorial, *Zea mays* L.

SUMMARY

To determine the ear and grain characteristics most associated with protein content and tortilla quality of the native maize (*Zea mays* L.) Pepitilla, several chemical, physical and processing characteristics were evaluated in 27 representative ears obtained from a composite grown in Iguala, Guerrero, México, in 1988. Ear weight, which was highly variable, correlated positively with the cob diameter and with the grain length and width. Heavier ears also showed denser grains, which in turn had higher lysine and tryptophan contents. These last two traits were negatively correlated with grain protein content; tryptophan content was 0.112%. Heavy grains were associated with low nixtamal yields; thus higher masa yields were obtained from lighter grains. However, tortilla yields were quite similar among all samples. The grain-masa-tortilla relation was 1: 1.85: 1.19. On the average, tortilla protein content in the composite was 8.96% against 6.2% in the commercial tortilla used as control. The tortilla taste evaluation was excelent in 72% of the samples, qualification which was corroborated by with the texture and elasticity Instron tests.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Protein quality, alkaline-cooking, taste evaluation, *Zea mays* L.

---

[1] Investigadores de la Unidad de Laboratorio de Calidad. CIFAP-MEXICO-INIFAP, SARH. Apdo. Postal 10. C.P. 56230. Chapingo, Méx.

[2] Experto Regional de la Zona Sur, Red de Maíz. INIFAP-SARH, Chapingo, Méx.

INTRODUCCION

El maíz es el cultivo más importante que se siembra en México por ser la base de la dieta alimenticia. En 1988 se cosecharon aproximadamente 11.5 millones de toneladas (SARH, 1988) de las cuales el 60% se empleó para autoconsumo.

La gran variabilidad de maíces existentes en México, se manifiesta en características morfológicas, vegetativas, de mazorca, químicas de grano y quizás de procesamiento. Los maíces criollos en su mayoría se prefieren más por su adaptación, uso del grano y por la calidad de tortilla obtenida que por su rendimiento agrícola. Tal es el caso del maíz Pepitilla el cual se produce, entre otras, en una amplia zona maicera del estado de Guerrero, donde tiene una gran aceptación y arraigo por parte de productores y consumidores debido a la excelente calidad de las tortillas que con él se elaboran.

El objetivo de este trabajo fue analizar 27 mazorcas del Compuesto Pepitilla para evaluar sus características físicas, químicas y de procesamiento en la elaboración de tortillas.

REVISION DE LITERATURA

Raza Pepitilla. Sus plantas son medianamente altas; de período vegetativo intermedio, con numerosas hojas, resistencia media a las razas de chahuixtle (roya común *Puccinia sorghi*; León, 1984), promedio de nudos cromosómicos: 8.5; adaptado a alturas intermedias de 1,000 a 1,700 msnm. Espigas largas con muchas ramificaciones. Las mazorcas son medianamente largas y gruesas. La característica más sobresaliente de esta raza es el grano muy angosto, delgado, extremadamente largo y frecuentemente con un "pico" en su ápice, hasta de 10 mm de longitud; estrías ausentes; endospermo suave, blanco; aleurona y pericarpio sin color (Wellhausen *et al.*, 1951).

Se ha propuesto al maíz Pepitilla como un derivado de Palomero Toluqueño, Palomero Poblano y algún maíz dentado tropical con muchas hileras, posiblemente el Vandeño. No obstante, en algunas características Pepitilla sobrepasa los límites de sus progenitores, especialmente en la longitud de los granos y el diámetro de la mazorca. Por su posible relación con los maíces "Gourdseed" o "Shoepeg" de Norteamérica se le considera una de las razas antiguas de México (Wellhausen *et al.*, 1951). Posee alto contenido de almidón (67.65%), proteína media de 10.32% y baja cantidad de aceite (4.61%) (Hernández, 1986).

El consenso entre los habitantes urbanos es que las tortillas actuales son de mala calidad. En un estudio preliminar, al realizar una evaluación sensorial de la calidad de las tortillas elaboradas con el método tradicional de maíces criollos, mejorados e importados[1], se encontró preferencia por los productos obtenidos con maíces mejorados y criollos, destacando en estos últimos Costeño y Pepitilla. También hay consenso entre los investigadores de maíz, sobre la buena calidad tortillera de los maíces Pepitilla, Bolita y Zapalote Chico, entre otros.

Buendía (1981) trabajó con maíces criollos, Opaco-2 de endospermo suave y Opaco-2 de endospermo duro, buscando relación entre características morfológicas de la mazorca y del grano con las del proceso de nixtamalización, sin encontrar

---

[1] Informe interno. Red de Maíz. SARH-INIFAP. Lab. de Tec. de Alimentos. México.

cotejo; no obstante, las mazorcas de mayor diámetro de olote y los granos cortos fueron los de mayor calidad proteínica.

Con respecto al proceso de nixtamilización, no se sabe con certeza cuando fue que los antiguos mexicanos comenzaron a dar al maíz el tratamiento alcalino; sin embargo, la importancia de éste ha sido ponderado en múltiples estudios; se conoce que pese a las pérdidas de nutrimentos en la etapa de nixtamalización se mejora la calidad nutricional de las tortillas pues se aumenta el valor biológico del grano original (Katz *et al.*, 1974; Trejo-González *et al.*, 1982).

La hidratación, suavización del endospermo y germen, así como la gelatinización parcial del almidón y la desintegración del pericarpio son los mayores cambios ocurridos durante la nixtamalización (Gómez *et al.*, 1987).

Trejo-Gonzalez *et al.* (1982) informaron que la calidad de la tortilla se ve afectada por: 1) el tipo de maíz, en particular el tipo de endospermo y el grosor de pericarpio, 2) la temperatura y el tiempo de cocción y 3) la concentración de cal en el agua de cocción. La dureza del endospermo, determinada por la relación de amilosa y amilopectina presentes en los almidones del grano, influye grandemente en la plasticidad de la masa obtenida después de la nixtamalización (Clus Key *et al.*, citados por Trejo-González *et al.*, 1982).

Otro factor que afecta la calidad de la tortilla es el método seguido en la obtención de la masa. Es del dominio público que la harina de maíz nixtamalizada, presenta ventajas como: mejor control de calidad en el color, tamaño de partícula, pH y absorción de agua, así mismo el proceso de secado retarda el deterioro y prolonga la vida de anaquel; no obstante, las tortillas que con ella se obtienen carecen del sabor característico y tienen una pobre textura (Gómez *et al.*, 1987), mientras que las tortillas obtenidas siguiendo el método tradicional conservan inalterables estos últimos atributos.

Bedolla *et al.* (1983) encontraron que los mexicanos prefieren las tortillas elaboradas con maíz blanco cuya textura (evaluada en el Instron) oscila entre los 200 Newtrons. Choto *et al.* (1985) obtuvieron valores de textura en tortillas de maíz amarillo de 449 Newtons. Lo anterior pudiera estar relacionado con la suavidad, dureza, elasticidad y rolabilidad de las tortillas, siendo las de maíz blanco más flexibles y las de maíz amarillo más duras.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó con 27 mazorcas del Compuesto Pepitilla (muestra representativa de una población ya recombinada), cosechadas en el verano de 1988 en Iguala, Gro. y provenientes del programa de mejoramiento de maíz del CIFAP-Guerrero del INIFAP.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Longitud de mazorca. Se midió la mazorca de extremo a extremo con una regla graduada (cm) sin tomar en cuenta el pedúnculo.

Diámetro medio de mazorca y olote. Se midieron a la mitad, usando un vernier.

Longitud y el ancho del grano. De cada marzorca desgranada se tomaron al azar 10 granos, midiendo el largo y ancho con un vernier. Se informa el valor promedio.

Indice del tamaño del grano (L/A). Es la relación entre el largo y el ancho. Este índice pudiera emplearse para clasificar los granos por tamaño.

Cúspide. Se refiere a la punta del grano que se prolonga después del ápice. Se calificó con la siguiente escala: 1) Cúspide muy exagerada, 2) cúspide medianamente prolongada, 3) carente de cúspide.

En la evaluación de las características físicas del grano se utilizó una balanza granataria.

Proteína. Se cuantificó siguiendo el método automatizado No. 321-72 Technicon, descrito por Larry y Charles (1974).

Lisina. Se usó el método de Tsai modificado por Villegas y descrito por Villegas *et al.* (1985).

Triptofano. El método usado fue el de Opienska Blauth modificado por Hernández y Bates, citado por Villegas *et al.* (1985). Ambos aminoácidos se informaron en 100 g de muestra y en proteína (corregidos a 16 g de Nitrógeno).

Nixtamalización. Se colocaron 100 g de maíz en un vaso de precipitado de 600 ml, adicionando 200 ml de agua y 1.0% de óxido de calcio (CaO). Este recipiente se colocó en un extractor de fibra cruda modificado; se calentó a 92°C, dejándose hervir durante 30 min. Una vez retirado del calor se dejó reposar durante 17 horas; al término el sobrenadante, "nejayote", fue separado y medido. Al nixtamal se le dio una segunda lavada evaluándose los sólidos desprendidos en estas aguas y en las del nejayote. A la masa obtenida después de la molienda se le agregó agua hasta obtener la consistencia adecuada para la elaboración de tortillas, evaluándose humedad y peso. Las tortillas se elaboraron con "testales" de 20 gramos de masa, pesándose una por una (en caliente y en frío). Para medir el color en tortilla se utilizó el equipo Hunterlab, que se calibró con un mosaico blanco (L=82.8, a=0.9, b=-1.2). El colorímetro de reflectancia Hunterlab MD-25 registra la intensidad de luz absorvida por el color negro o la reflejada por el blanco (escala "L"), así como la descomposición de la luz en los colores básicos: la escala "a" que va del rojo al verde y la "b" del amarillo al azul.

Determinación de sólidos totales en agua de cocimiento. Se refiere a la cantidad de sólidos solubilizados o desprendidos durante la etapa de cocimiento (en gramos) considerando el exceso de hidróxido de calcio que no fue absorbido por el grano y los sólidos desprendidos durante el lavado. El peso informado es de la muestra seca libre de humedad.

Pruebas sensoriales. Se efectuaron por un grupo semi-entrenado de 12 jueces. Se eligieron nueve muestras de tortillas de maíz de Pepitilla, que se evaluaron en 3 sesiones, incluyéndose una tortilla comercial como testigo. Los atributos a evaluar fueron: olor, color, facilidad al enrollarlo, sabor y sensación al morder, con una escala hedónica de 1 a 5 donde 1 = muy malo, 2 = malo, 3 = regular; 4 = bueno y 5 = muy bueno. Los resultados se analizaron siguiendo la técnica estadística descrita por Kramer y Twigg (1980).

La textura de las tortillas fue evaluada con el Instron modelo 1132 con una celda de compresión de 2 kg y el accesorio de punción tipo estrella. La velocidad de la celda y del graficador fue de 10 y 20 cm min^{-1} respectivamente, obteniéndose las

curvas de deformación a partir del esfuerzo cortante.

RESULTADOS Y DISCUSION

El material estudiado estuvo integrado por mazorcas de pesos muy heterogéneos (Cuadro 1); las hubo desde 42.9 hasta 262.4 g; este peso estuvo altamente correlacionado con longitud de la mazorca (r=0.81**), diámetro de ésta (r=0.68**) y el del olote (r=0.53**), así como con el largo y ancho del grano (0.62** y 0.41*, respectivamente), indicando esto que a mayor peso de mazorca más grueso será el olote y los granos serán más largos y anchos.

Cuadro 1. Características físicas y químicas de 27 mazorcas del compuesto Pepitilla de maíz.

	Mazorca			Grano			Características químicas		
	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso por mazorca (g)	Peso de 100 granos (g)	Indice L/A	Proteína[1] (%)	Lisina[2] (%)	Triptofano[2] (%)
	235.0	15.2	5.3	178.3	61.3	1.11	7.89	3.69	1.09
	174.0	15.0	5.4	145.1	40.8	1.58	10.40	3.13	0.93
	218.8	19.3	4.7	177.5	39.2	1.74	8.99	3.28	0.95
	157.4	13.0	5.5	128.2	44.3	1.55	10.60	2.16	0.79
	223.5	19.2	5.5	175.5	55.4	0.92	11.08	2.35	0.68
	243.4	21.2	4.8	203.6	44.0	1.84	11.34	2.73	0.71
	163.3	15.5	5.0	134.9	52.7	1.74	9.88	2.88	0.81
	183.7	17.2	4.8	145.2	56.2	1.63	10.32	2.84	0.75
	185.8	16.0	4.8	162.9	46.4	1.74	10.38	2.09	0.84
	133.9	12.7	5.0	113.8	32.7	1.47	10.20	2.86	0.88
	166.8	16.2	4.5	141.2	46.2	1.23	10.25	2.95	0.83
	168.5	17.2	4.5	141.0	47.0	1.48	10.04	2.85	0.77
	220.7	22.0	5.0	167.6	50.8	1.37	11.42	2.76	0.78
	120.9	16.3	4.9	87.3	31.7	1.52	12.52	2.62	0.61
	185.5	15.8	5.0	162.9	49.6	1.33	9.12	3.04	0.90
	90.0	11.9	4.2	79.0	33.2	1.26	11.01	2.58	0.74
	180.0	12.5	5.4	146.6	56.4	1.44	11.05	3.30	0.82
	138.7	11.5	5.2	119.1	40.8	1.40	8.63	2.97	0.09
	258.3	15.2	5.9	211.2	42.4	1.57	9.02	3.29	0.91
	178.4	14.3	5.1	154.4	41.3	1.57	9.13	2.75	0.88
	50.5	7.8	4.3	41.0	30.2	1.65	12.41	2.75	0.73
	216.7	18.7	5.1	176.4	48.3	1.52	11.77	2.36	0.71
	101.4	12.1	4.3	87.6	38.6	1.51	9.11	2.95	0.86
	166.4	15.5	5.0	141.7	44.0	1.57	10.43	2.58	0.85
	42.9	9.2	4.0	36.9	17.7	1.24	11.43	3.38	0.76
	262.4	18.5	5.4	220.0	37.4	1.82	7.65	4.22	1.19
	124.7	11.0	5.0	109.2	46.4	1.63	10.60	2.56	0.86
$\bar{X}$	170.1	15.2	5.0	140.3	42.8	1.5	10.3	2.2	0.9
S	57.3	3.5	0.5	46.0	9.2	0.2	1.3	0.4	0.2
CV (%)	34	23	9	33	22	19	12	14	15

[1] N x 6.25 (base seca)
[2] g de aminoácido/100 g proteína.

La producción total de grano por mazorca estuvo correlacionada con el peso, la longitud y el diámetro de la misma, así como con el largo del grano (Cuadro 2). El peso de 100 granos estuvo asociado con el de la mazorca indicando que las más pesadas producen los granos más densos y por lo tanto de mayor peso; esto debido a que existe un mínimo de espacios porosos en su endospermo. Se encontró también correlación significativa entre el peso de 100 granos y el largo y ancho del grano; así, los granos más anchos fueron los de mayor peso.

Se observó correlación negativa entre el peso de la mazorca y el porcentaje de proteína, indicando que a mayor producción de grano menor proteína se obtendrá. Lo anterior está acorde con lo informado por Villegas (1972), de que alto contenido de proteína está asociado con baja calidad de la misma (la proporción de aminoácidos esenciales es baja) y bajos rendimientos de grano, explicándose esto como consecuencia indirecta de una disminución del contenido de carbohidratos en el endospermo.

Las correlaciones del peso de 100 semillas con triptofano y lisina fueron de r=0.45* y 0.48*, respectivamente, lo que indica que los granos más pesados contienen mayor cantidad de estos aminoácidos. Las correlaciones de proteína con triptofano y lisina en muestra (r= -0.88** y -0.65**, repectivamente) muestran que conforme aumenta la proteína se reducen los contenidos de ambos aminoácidos. Así mismo, se encontró una alta correlación (r=0.74**) entre los dos aminoácidos, lo cual ya había sido informado por otros autores (Hernández, 1986; Buendía, 1981).

Cuadro 2. Correlación entre características físicas y químicas del grano con características de mazorca y grano del Compuesto Pepitilla.

	Mazorca			Grano	
	Peso	Long.	Diámetro	Largo	Ancho
Peso grano/mazorca	0.99**	0.74**	0.59**	0.53**	0.28
Peso 100 granos	0.51**	0.32	0.40*	0.39*	0.76**
Proteína en grano	- 0.39*	- 0.01	- 0.27	- 0.03	- 0.15
Triptofano/mtra	0.23	- 0.02	0.16	- 0.25	0.41*
Lisina/mtra	0.03	0.13	- 0.09	0.04	- 0.34
Lisina/prot.	0.44*	0.07	0.28	0.12	0.06

*, **, significativo (α = 0.05 y 0.01), respectivamente.

En la Figura 1 se observa que los granos que presentaron la cúspide más pronunciada tuvieron el mayor porcentaje de proteína y lisina, aunque es conveniente corroborar esta asociación en futuros estudios.

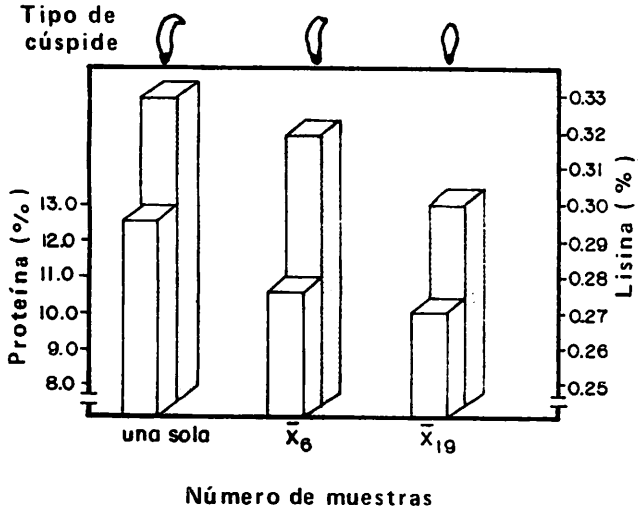

Figura 1. Contenido de proteína ◯ y lisina ◯ en función del tipo de cúspide del grano de maíz del compuesto pepitilla.

Los materiales estudiados mostraron una gran homogeneidad en el tipo de endospermo siendo todos harinosos, excepto uno. Lo anterior pudiera ser una característica inherente a los maíces del tipo Pepitilla.

Para hacer comparables los resultados de este estudio con los de otros autores, los datos de lisina y triptofano indicados en el Cuadro 3 se informan en porcentaje con respecto a la muestra. De esta manera, resulta que el contenido medio de proteína y lisina fue muy semejante al informado por Hernández (1986), quien además encontró los mayores contenidos de triptofano en los maíces producidos en Iguala, Gro. En este Compuesto Pepitilla los contenidos de triptofano fueron aún mayores. Dado que la calidad nutricional de una proteína está basada en la cantidad de aminoácidos limitantes (Pellett y Young, 1980), este compuesto es mejor que los maíces criollos evaluados por Buendía (1981).

De las muestras evaluadas, 25 se nixtamalizaron asignándoseles 30 min de cocción debido a que su endospermo fue harinoso. La variabilidad observada (CV) en el peso del nixtamal fue de 4.0% (Cuadro 4)

Cuadro 3. Valores medios de proteína, lisina y triptofano en grano de varios tipos de maíz.

Material	Proteína (%)	Lisina[3] (%)	Triptofano[3] (%)
Compuesto Pepitilla	10.25	0.315	0.112
Pepitilla[1]	10.32	0.316	0.062
Criollos[2]	8.70	0.215	0.067

[1] Hernández (1986).
[2] Incluye razas como Chalqueño, Cónico y Celaya (Buendía, 1981).
[3] g aminoácido/100 g de muestra.

Cuadro 4. Parámetros del proceso de nixtamalización de 25 mazorcas del Compuesto Pepitilla.

	Volumen nejayote (ml)	Sólidos totales (g)	Nixtamal		Masa	
			Peso (g)	Humedad (%)	Peso (g)	Humedad (%)
	110	3.32	175.1	42.60	143.2	50.57
	90	4.15	198.3	45.98	162.8	53.12
	100	5.77	183.4	47.12	156.6	52.51
	112	4.24	181.1	42.37	128.2	51.07
	90	3.80	184.7	45.43	167.0	52.92
	108	5.11	179.9	44.07	170.9	51.55
	112	4.61	188.5	45.83	127.6	55.46
	108	3.32	184.5	43.50	160.9	52.65
	104	3.76	184.3	44.79	141.2	52.76
	94	3.82	198.8	45.35	167.2	52.54
	118	4.24	172.3	44.63	148.2	51.97
	118	4.53	172.2	40.72	168.5	51.64
	104	5.42	185.8	44.87	155.8	56.31
	100	3.04	195.8	45.96	166.0	54.30
	114	3.24	175.7	42.38	134.0	51.97
	102	3.24	195.0	43.75	162.0	53.54
	110	4.13	180.8	41.97	159.5	51.83
	90	3.29	198.8	48.06	147.6	55.01
	90	3.01	193.1	45.07	165.0	51.65
	104	4.47	186.9	44.14	159.9	53.95
	113	5.52	175.5	40.41	160.8	51.86
	104	4.86	187.1	45.41	141.4	51.96
	110	4.65	184.8	42.72	167.3	53.03
	88	6.35	188.7	49.08	158.6	52.01
	112	3.42	182.9	41.64	178.0	53.21
$\bar{X}$	104.2	4.21	185.4	44.31	155.9	52.78
S	9.31	0.92	8.01	2.16	13.5	1.38
CV (%)	9	22	4	5	9	3

indicando que el tiempo de cocción permitió absorciones de agua semejantes en todas las muestras; no obstante, las diferencias detectadas estuvieron correlacionadas con características físicas del grano (Cuadro 5), destacando que los granos más pesados son los que menos cantidades de nixtamal proporcionan, debido a que hay menos absorción de agua, lo que además se manifiesta en la humedad y en el volumen de nejayote.

Los mayores pesos de nixtamal se asociaron con humedades elevadas del mismo (r=0.64**) y bajos volúmenes de nejayote (r=0.79**). El peso de la masa tuvo un comportamiento similar; las masas más pesadas provinieron de muestras cuyo volumen de nejayote había sido reducido (r=-0.40*). La humedad de la masa estuvo en relación inversa con el peso de las tortillas (r=-0.78**), lo que significa que aparentemente la masa puede rendir mucho debido a su capacidad de absorber agua; sin embargo, al momento de la cocción de la tortilla, esta agua es fácilmente eliminada lo que trae como consecuencia una reducción en la cantidad de tortillas obtenidas (Figura 2).

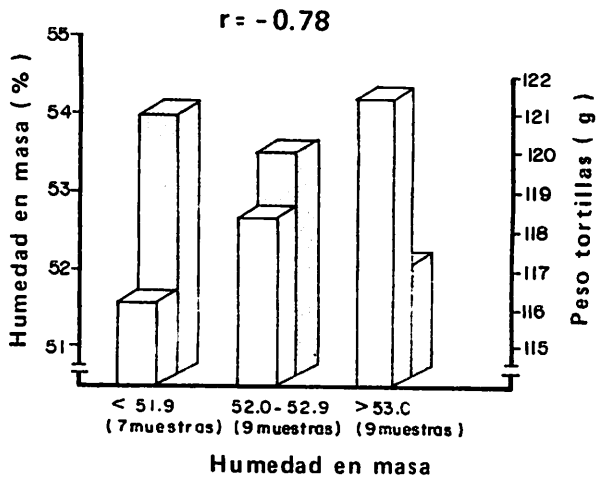

Figura 2. Relación entre humedad en masa ◯ y peso de tortillas ◯ obtenidos por 100 gramos de maíz

Cuadro 5. Correlación entre características físicas del grano de maíz y parámetros de nixtamalización.

Nixtamalización	Peso mazorca	Grano total por mazorca	Peso de 100 granos
Peso nixtamal	- 0.44*	- 0.47*	- 0.50*
Humedad nixtamal	0.10	0.10	- 0.44**
Volumen nejayote	- 0.17	- 0.17	0.42*
Peso masa	0.23	0.22	- 0.30
Humedad masa	- 0.28	- 0.31	- 0.15
Peso de tortillas	0.15	0.22	- 0.09
Humedad tortillas	- 0.10	- 0.08	- 0.56**
Proteína en tortilla	- 0.36	- 0.43*	- 0.05

*, **, significativo (α = 0.05 y 0.01), respectivamente.

La humedad de la tortilla estuvo correlacionada inversamente con el peso de 100 granos, manifestando que los granos más pesados proporcionan tortillas con menor humedad que las provenientes de maíces más ligeros. Los rendimientos tortilleros variaron de 109.2 a 122.7 g/100 g maíz, con un coeficiente de variación de 2.0%. La relación promedio maíz-masa-tortilla fue 1:1.85:1.19.

Los porcentajes de proteína, lisina y triptofano en grano (Cuadro 6) se correlacionaron con la humedad del nixtamal, el peso de tortilla y la proteína de éstas. Se observó que los maíces con mayores porcentajes de proteína proporcionaron un menor peso de tortilla. De maíz a tortilla, la cantidad de proteína se reduce, no obstante, la proporción entre muestras se conserva. En lisina y triptofano el comportamiento es similar, así los maíces con mayor porcentaje de estos aminoácidos proporcionan tortillas de baja proteína. El contenido medio de proteína en tortillas (8.96%) fue superior en 30.8% a las comerciales cuyo porcentaje fue 6.2%.

En la evaluación sensorial, las tortillas elaboradas en 9 mazorcas del Compuesto Pepitilla no mostraron diferencias estadísticas entre sí, obteniendo calificaciones de "muy buena" en todos los atributos. Al compararse con una tortilla comercial se observaron diferencias significativas en 4 de los 5 parámetros evaluados (Cuadro 7).

La textura de las tortillas (evaluadas en el Instron) varió de 353.5 a 497 gramos-fuerza teniendo un CV de 10%; estos valores estuvieron correlacionados con la humedad de las mismas (Cuadro 8) coincidiendo con lo informado por Bedolla *et al.* (1983).

La textura y la elasticidad estuvieron correlacionadas (Cuadro 8) con la facilidad al enrollado y la sensación en la boca lo cual pudiera deberse a la homogeneidad en los productos evaluados; no obstante, cuando se quiere conocer la preferencia de un producto las pruebas sensoriales son insustituibles.

Cuadro 6. Correlación entre características químicas del grano de maíz y parámetros de nixtamalización.

Nixtamalización	Grano		
	Proteína	Triptofano/Prot.	Lisina/Prot.
Humedad nixtamal	- 0.36	- 0.46*	- 0.44*
Peso tortillas	- 0.57**	0.47*	0.49*
Prot. tortillas	0.91**	- 0.84**	- 0.75**

*, **, significativo (α = 0.05 y 0.01), respectivamente.

Cuadro 7. Calificación sensorial promedio de tortillas del Compuesto Pepitilla, comparadas con muestra comercial de acuerdo a las tablas de Kramer y Twig (1980).

Atributos	Pepitilla	Tortilla Comercial
Olor	66.6 a[1]	56.0 a
Color	66.4 a	45.0 b
Facilidad al enrollado	68.1 a	47.0 b
Sabor	68.0 a	49.0 b
Sensación al morder	66.3 a	41.5 b

[1] Letras iguales para valores del mismo atributo no son estadísticamente diferentes (α = 0.05)

Cuadro 8. Correlaciones entre calificaciones sensorial y mecánica en tortillas de maíz.

Correlación	r
Facilidad al enrollado y Humedad tortilla	0.53*
Facilidad al enrollado y Elasticidad	0.53**
Humedad y Elasticidad	- 0.72**
Humedad y Textura	- 0.55**
Sensación al morder y Textura	- 0.89**
Sensación al morder y Elasticidad	0.85*

*, **, significativo (α = 0.05 y 0.01), respectivamente.

CONCLUSIONES

Las mazorcas más pesadas produjeron los granos más densos, que a su vez fueron los de mayor contenido de lisina y triptofano. El incremento de estos aminoácidos estuvo correlacionado negativamente con el porcentaje de proteína. El contenido de triptofano fue alto ($\bar{x}$=0.9% en proteína).

La cantidad de tortillas fue similar en todas las muestras. La relación promedio de maíz-masa-tortilla fue: 1:1.85:1.19. El contenido de proteína de las tortillas varió desde 7.22 a 10.53%, cuya media (8.96%) superó a la tortilla comercial (6.2%).

La calidad sensorial e instrumental (Instron) de las tortillas del Compuesto Pepitilla fue superior a la de tortillas comerciales.

BIBLIOGRAFIA

Bedolla, S., M. G. Palacios, L. W. Rooney, K. C. Diehl, and **M. N. Khan. 1983.** Cooking characteristics of sorghum and corn for tortillas preparation by several cooking methods. Cereal Chem. 60(4): 263-268.

Buendía G., O. 1981. Características morfológicas de mazorca, propiedades físicas y calidad protéica del maíz (*Zea mays* L.) normal y mejorado, relacionado con el proceso de nixtamalización. Tesis Licenciatura. Depto. de Industrias Agrícolas. UACH. Chapingo, México. 159 p.

Choto C., E., M. M. Morad, and **L. W. Rooney. 1985.** The quality of tortillas containing whole sorghum and pearled sorghum alone and blended with yellow maize. Cereal Chem. 62(1):51-55.

Gómez M., H., L. W. Rooney, R. D. Waniska, and **R. L. Pflugfelder. 1987.** Dry corn masa flours for tortilla and snack food production. Cereal Foods World 32(5):372-377.

Hernández C., J. M. 1986. Estudio de caracteres químicos del grano de las razas mexicanas de maíz y clasificación racial. Tesis de Maestría. Centro de Genética. C.P. Chapingo, México. 79 p.

Katz, H. S., M. L. Hediger, and **L. A. Valleroy. 1974.** Traditional maize processing techniques in the new world. Science 184:765.

Kramer, A. and **B. A. Twigg. 1980.** Quality Control for the Food Industry. Vol. I. Fundamentals. Third Edit. The AVI Pub. Inc. West Port, Connecticut. 556 p.

Larry, L. W. and **W. G. Charles. 1974.** Total protein nitrogen measure automated technicon BD/AAII. Method presented at the 88th. Annual Meeting of the Association of Official Analytical Chemists. 50 p.

León, C. 1984. Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Programa Maíz. CIMMYT. México. p. 114.

Pellet L. P. and **R. V. Young.** (edits.). **1980.** Nutritional Evaluation of Protein Food. The United Nations University. Bulletin Supplement 4. 154 p.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1968. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial. Sistema Integral de Información y Avances en la Producción Agropecuaria y Forestal No. 20. 173 p.

Trejo-González A., A. Feria-Morales, and **C. Wild-Altamirano. 1982.** The role of lime in the alkaline treatment of corn for tortilla preparation. Adv. Chem. Ser. No. 198: 245-263.

Wellhausen, E. J., L. M. Roberts y **E. X. Hernández. 1951.** Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, D.F. 237 p.

Villegas, E. 1972. Maíces de alta calidad nutricional. In: Simposium Sobre Desarrollo y Utilización de Maíces de Alto Valor Nutricional. Memorias. Colegio de Postgraduados, ENA, SAG. Chapingo, México. pp. 13-19.

_____, **E. Ortega** y **R. Bauer. 1985.** Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína de los cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT. México, D.F. 32 p.