

# LA COMPOSICION QUIMICA Y EL VALOR NUTRITIVO DEL MAIZ<sup>1</sup>

Ricardo Bressani<sup>2</sup>

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),  
Guatemala, C. A.

Desde tiempos muy remotos, el cultivo constante del maíz como alimento principal de la dieta ha constituido un factor básico en el desarrollo de la civilización de las poblaciones nativas de la América Latina. Sin embargo, es indudable que desde el punto de vista de la nutrición, la decadencia del gran porcentaje del elemento indígena de las regiones rurales de estos pueblos se debe, al menos en parte, al grado en que dependen del maíz para su alimentación diaria.

Las numerosas encuestas nutricionales realizadas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y por otros grupos de investigadores, han puesto de manifiesto que el maíz aporta el 80% de las calorías y el 70% de las proteínas de la dieta de la mayoría de las familias que habitan en las regiones montañosas de Guatemala. Es evidente, por lo tanto, que este cereal se consume en gran escala, contribuyendo con cantidades significativas de diversos nutrientes, razón por la cual se han llevado a cabo considerables investigaciones sobre su composición química y valor nutritivo.

Estudios llevados a cabo por diversos investigadores afirman que el maíz tuvo su origen en Guatemala y México. Por lo tanto, en estos países existe gran diversificación en cuanto a la composición genética de todos los maíces, la que se hace evidente no sólo en el aspecto físico vegetativo de la planta, sino también en el tipo de las mazorcas y, sobre todo, en el color del grano.

Como lo ilustra la Figura 1, el grano de maíz está constituido por tres partes anatómicas de importancia: el epispermo, el endospermo y el germen. El porcentaje promedio de distribución de las partes anatómicas

- 
1. Trabajo a ser presentado al IV Congreso Indigenista Interamericano a celebrarse en Guatemala en el mes de Mayo de 1959, bajo los auspicios del Gobierno de Guatemala.
  2. Jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).  
Publicación INCAP E-191

principales del grano de las variedades de maíz comúnmente cultivadas en Guatemala se detalla en dicha figura. Al examinar ésta, se puede observar que el pericarpio o cáscara forma alrededor del 6% del peso del grano, mientras que el endospermo y el germen constituyen cerca del 83 y del 11% del peso total del mismo, respectivamente.

Con el fin de dar una idea de la variación en cuanto a composición química del grano, en la Tabla I se presentan los valores de la composición química de 4 grupos de maíces de Guatemala clasificados con base en su color, a saber: blancos, amarillos, rojos y negros. En la misma Tabla figuran los valores de los análisis químicos realizados con el teosinte, cereal que se considera como el precursor del maíz en la América Central. Si se examinan los resultados obtenidos con respecto al maíz, se puede observar que no existen diferencias considerables entre las selecciones en cuanto a la mayor parte de las substancias determinadas, con excepción de los carotenos, o provitamina A, y de las proteínas. Aunque las concentraciones de carotenos en el maíz son relativamente bajas en comparación con las que se encuentran en las verduras, el alto consumo de ese cereal lo hace una fuente de ese nutriente, ya que en el organismo los carotenos se convierten en vitamina A. Por esta razón se estima conveniente recomendar que se consuma más maíz amarillo que de cualquier otro color, ya que éste contiene cantidades mayores de carotenos. Es curioso el hecho de que aun cuando algunos pobladores de las zonas rurales de Centro América no demuestran preferencia especial por el maíz amarillo para su propia nutrición, con frecuencia lo recomiendan para alimentar a los gallos de pelea, haciendo ver que éste parece darles agilidad; esta aseveración se explica fácilmente, ya que los carotenos del maíz amarillo se transforman en vitamina A y mejoran la agudeza visual.

La composición del grano entero del teosinte, en cambio, difiere de la del maíz principalmente en lo que respecta a su contenido de fibra cruda. Al remover la cáscara del teosinte, la diferencia que más se destaca es la que corresponde al contenido de proteína, que es cerca de dos veces mayor, y hasta más, que la cantidad del mismo nutriente que contiene el maíz.

En la Tabla II se presenta la distribución del nitrógeno de los granos estudiados y, por consiguiente, de las proteínas del maíz. En este caso se puede notar que, en general, el germen contiene una cantidad doble de nitrógeno que el endospermo. Sin embargo, debido a su tamaño mayor, este último contribuye con aproximadamente el 76% del nitrógeno total del grano, mientras que el germen aporta sólo el 21%. El nitrógeno del pericarpio o cáscara es de cerca de 0.76% y aporta alrededor de 3% del nitrógeno total del grano. Los diversos estudios llevados a cabo han demostrado que la mayor parte de los carbohidratos del grano de maíz están concentrados en el endospermo, mientras que en el germen se encuentran las mayores cantidades de grasa.

Desde el punto de vista de la nutrición, la substancia más importante del maíz es la proteína. A pesar de que, como se dijo anteriormente, el contenido de tal substancia es relativamente bajo en este cereal, la forma tan amplia en que el maíz se consume en la América Central hace que las proteínas que contiene este cereal adquieran gran importancia nutricional. Este nutriente está compuesto de moléculas llamadas aminoácidos, que el organismo requiere para su desarrollo y manutención. En la Tabla III se presentan los valores promedio del contenido de aminoácidos de ciertas selecciones de maíz cultivadas en Guatemala; asimismo, se proporcionan en términos comparativos los valores de la composición de aminoácidos de la tortilla, del arroz, del trigo, del frijol y de la leche. Los numerosos estudios llevados a cabo han demostrado que la composición de aminoácidos de la leche es muy buena para la alimentación, y se considera, por consiguiente, que las proteínas de dicho alimento son de alto valor biológico. Si en esa tabla se compara la composición de aminoácidos de los maíces estudiados, con la de la leche, se puede observar que las proteínas del maíz son deficientes en los aminoácidos lisina y triptofano. Este hecho ha sido corroborado por medio de estudios llevados a cabo en animales y en seres humanos. Las mismas investigaciones indican que en el maíz existen otras deficiencias de aminoácidos tales como la isoleucina y la treonina, y que el exceso de la leucina empeora el equilibrio de los aminoácidos del maíz. En la búsqueda de una solución para mejorar el valor nutritivo del grano, diversos investigadores han estudiado la distribución de las proteínas del grano de maíz. En la Tabla IV se presentan datos representativos derivados de tales estudios. Al analizar tales datos se observa que la proteína soluble en alcohol, o sea la zeína, que se encuentra concentrada en el endospermo, representa alrededor del 50% de las proteínas totales del maíz. La determinación del contenido de los aminoácidos esenciales de la zeína, por una parte, y los estudios nutricionales realizados en animales alimentados con esta proteína, por la otra, han demostrado que esta proteína es de calidad nutricional pobre y que es la que reduce el valor biológico de las proteínas totales del grano de maíz, debido a que es deficiente en los aminoácidos lisina y triptofano y a que contiene cantidades excesivas de otros aminoácidos esenciales que causan desajustes en las proporciones óptimas de los aminoácidos requeridos por el organismo. De lo expuesto, pues, se deriva la conclusión de que las proteínas del endospermo del maíz son de baja calidad. Los resultados de estudios similares realizados con el germen del grano, indican que las concentraciones de la zeína, proteína soluble en alcohol, son sumamente bajas en el germen, y por esta razón las proteínas del germen son de buena calidad nutricional.

En la región centroamericana el maíz se consume especialmente en forma de tortilla, producto éste que se obtiene mediante la cocción alcalina del grano. Como se puede notar en la Tabla V, desde el punto de vista de la composición química existen ciertas diferencias entre la tortilla y el maíz propiamente dicho. Las principales discrepancias consisten en un aumento considerable de las concentraciones de calcio en la tortilla y de concentraciones menores de fibra cruda y de tiamina, de riboflavina y

de niacina. A pesar de que los pobladores de estas regiones no consumen alimentos ricos en calcio, como es la leche, sí ingieren cantidades suficientes de este mineral precisamente porque la tortilla contiene altas concentraciones de dicho nutriente. En la Tabla III se presentan las cifras de la composición de aminoácidos de la tortilla de uso común, y de nuevo se observa que, en términos generales, su composición es similar a la del maíz crudo, aun cuando en la tortilla ocurren pequeñas pérdidas en lo que a la arginina, histidina, leucina y cistina se refiere. En la tortilla, las deficiencias de aminoácidos esenciales son iguales a las del maíz.

No obstante las diferencias existentes entre el maíz y la tortilla en cuanto a su composición química, los estudios llevados a cabo con animales de laboratorio han demostrado repetidas veces que la tortilla favorece más el crecimiento y los índices de utilización del alimento y de la proteína que el maíz. Los datos representativos que demuestran este efecto se detallan en la Tabla VI. Sin embargo, se debe tener presente que la explicación de este fenómeno no ha sido aún elucidada.

Si el maíz continuara siendo el alimento básico principal de los pobladores de la América Central, se estima necesario recomendar que se tomen las medidas del caso para incrementar su producción y mejorar su calidad nutricional; para tal objetivo se cuenta con varias posibilidades. Al ser incrementada la producción de maíz, deberán merecer estudio factores agronómicos tales como la fertilidad del suelo, la selección de variedades de mayor rendimiento, y los métodos de cultivo. Una de las posibilidades para mejorar el valor nutricional del maíz es la de seleccionar variedades que contengan proteínas de mejor valor nutritivo, lo que se podría lograr escogiendo selecciones que contengan mayores concentraciones de los aminoácidos que son limitantes. Sin embargo, hasta el momento no se han logrado grandes adelantos con el empleo de este método. Como ya se dijo, las proteínas del germen de maíz son de alto valor biológico y por ello ofrecen otra posibilidad de mejorar el valor proteico del grano. Esto se lograría aumentando la proporción del germen con respecto al resto del grano de maíz mediante la selección de granos que contengan un mayor germen, o bien por medios genéticos. A pesar de que estas dos posibilidades podrían dar como resultado un grano de mejor valor proteico, se podría obtener una solución más rápida del problema, y posiblemente más eficaz, haciendo uso de los resultados obtenidos por varios investigadores en lo que respecta a las deficiencias de aminoácidos del maíz, y buscando alimentos de uso común en las zonas rurales, que compensen las deficiencias de aminoácidos de este cereal. En la Tabla VI se proporcionan datos que demuestran la forma en que, agregando frijol en proporciones adecuadas a la dieta de maíz de las poblaciones rurales, se puede mejorar el valor nutritivo del maíz. Otra solución sería la de combinar el maíz con productos de alto contenido proteico, lo que daría como resultado mezclas de tipo vegetal adecuadas para la alimentación suplementaria y mixta de los niños y de los adultos en general.

En conclusión, se puede afirmar que el valor biológico de las proteínas del maíz o de la tortilla elaborada con éste, es muy inferior al valor proteico de otros alimentos. Sin embargo, el valor biológico de ambos productos es susceptible de mejorar considerablemente si se complementan las proteínas de estos dos alimentos con las de otros productos.

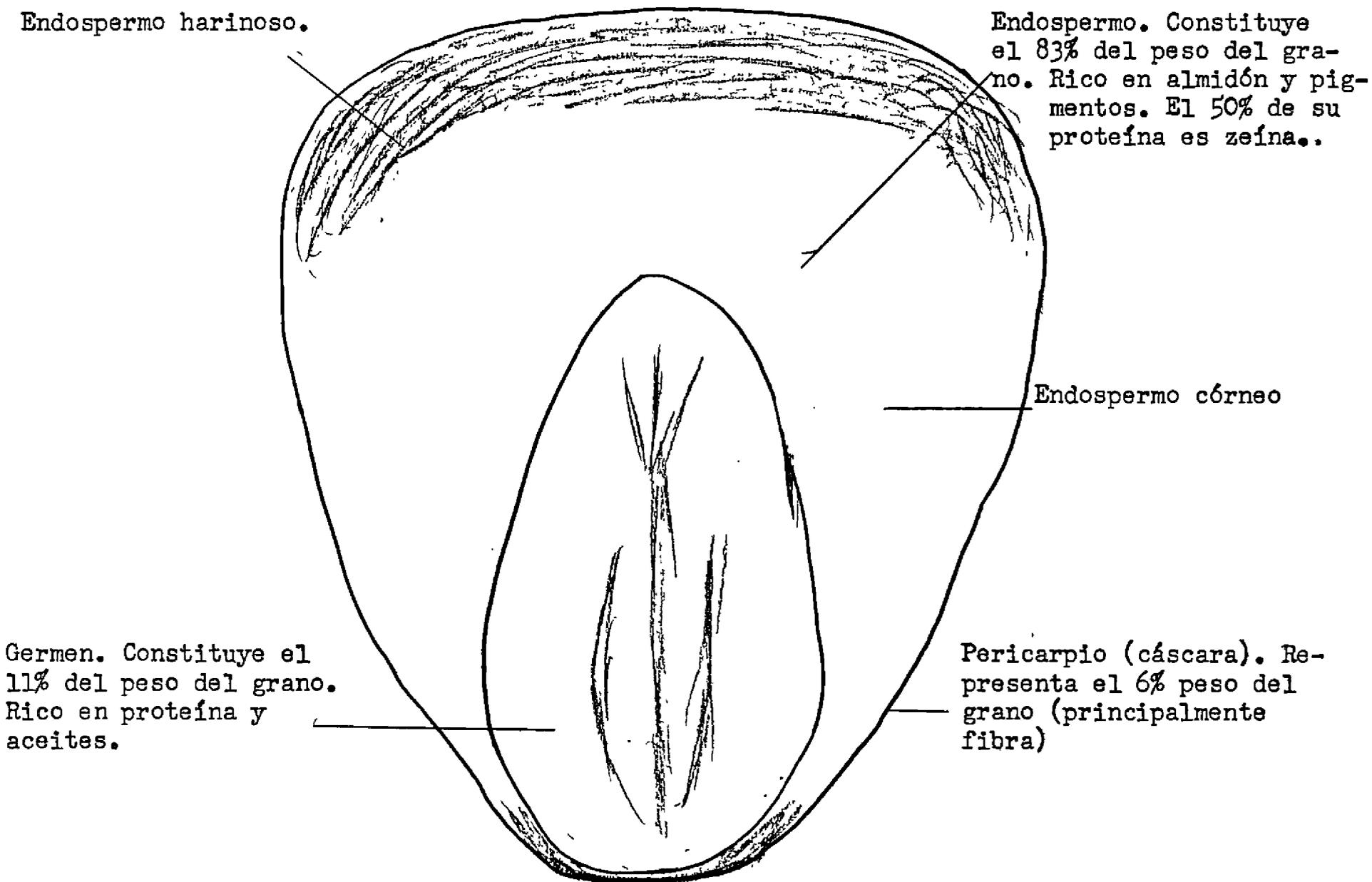


Figura 1 - Principales partes anatómicas del grano de maíz y porcentajes de su distribución con respecto al peso total del grano.

TABLA I.

## COMPOSICION QUIMICA DE GRUPOS DE MAICES Y DEL TEOSINTE

(Valores por 100 g.)

Substancia	Blancos	Negros	Rojos	Amarillos	Teosinte	
					sin Cáscara	con Cáscara
calorías	367	362	382	381	290	
humedad-g	12.30	12.30	8.10	10.70	9.9	11.9
nitrógeno-g	1.43	0.80	1.08	1.44	1.45	3.35
proteína-g	8.95	5.00	6.75	9.00	9.06	21.56
grasa <sup>1</sup> -g	4.30	4.20	4.50	4.70	2.50	5.30
fibra cruda-g	1.60	1.00	0.90	1.50	17.50	0.40
cenizas-g	1.30	1.20	1.00	1.30	3.1	0.80
calcio-mg	7.0	6.0	6.5	7.0	20.0	7.00
hierro-mg	2.3	2.3	1.7	2.5	7.0	4.00
fósforo-mg	239	287	182	300	250	26.10
tiamina-mg	0.38	0.44	0.39	0.52	0.29	0.20
riboflavina-mg	0.09	0.08	0.09	0.13	0.11	0.08
niacina-mg	2.13	1.03	1.31	1.84	0.96	0.93
carotenos-mg	000	0.00	0.18	0.29	0.0	0.0
carbohidratos	73.20	77.30	79.60	75.60	57.90	60.00

1

Extracto Etéreo

TABLA II

CONTENIDO DE NITROGENO DEL MAIZ ENTERO, DE SUS PARTES ANATOMICAS  
Y PROPORCION DEL NITROGENO TOTAL DEL GRANO

MAIZ	POR CIENTO DE NITROGENO				PROPORCION DEL NITROGENO TOTAL DEL GRANO %		
	<u>Grano Entero</u>	<u>Peri- carpio</u>	<u>Endos- perma</u>	<u>Germen</u>	<u>Pericarpio</u>	<u>Endosperma</u>	<u>Germen</u>
Tiquisate Amarillo- Dorado	1.57	0.75	1.51	2.84	3.1	75.4	21.4
San Sebastián Dueñas	1.37	0.77	1.26	2.78	2.8	75.2	22.0
142-48	1.83	0.76	1.92	2.95	2.6	81.0	16.4
Cuyuta	1.28	0.77	1.18	2.09	2.9	72.4	24.7

TABLA III

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES DEL MAIZ, TORTILLA Y OTROS ALIMENTOS

Aminoácido	Maíz g/gN	Tortilla g/gN	Arroz g/gN	Harina de Trigo <sup>o</sup> g/gN	Frijol g/gN	Leche g/gN
Arginina	0.32	0.26	0.34	0.26	0.41	0.23
Histidina	0.17	0.15	0.10	0.14	0.15	0.17
Isoleucina	0.26	0.28	0.32	0.29	0.36	0.41
Leucina	0.76	0.60	0.54	0.44	0.54	0.63
Lisina	<u>0.19</u>	0.18	0.24	0.17	0.52	0.50
Metionina	0.12	0.12)	0.22	0.25	0.066	0.16
Cistina	0.064	0.056)				
Fenilalanina	0.23	0.24)	0.58	0.51	0.33	0.31
Tirosina	0.24	0.24)				
Treonina	0.19	0.19	0.24	0.19	0.21	0.29
Triptofano	0.031	0.033	0.065	0.069	0.045	0.090
Valina	0.28	0.30	0.42	0.28	0.38	0.44

<sup>o</sup> Extracción media

TABLA IV

DISTRIBUCION DEL PORCENTAJE DE LAS PROTEINAS DE MAIZ, TORTILLA, ENDOSPERMO Y GERMEN

<u>Solvente</u>	<u>Maiz</u>	<u>Tortilla</u>	<u>Endospermo</u>	<u>Germen</u>
Agua	16.67	9.44		
Cloruro de Sodio	14.37	7.00	22.30	36.20
Alcohol etílico <sup>o</sup>	30.71	6.41	47.50	6.80
Hidróxido de Sodio	28.46	15.46	20.10	51.20
Insoluble	9.39	61.69	10.10	5.80

---

• Zeína

TABLA V

COMPOSICION QUIMICA DE MAIZ BLANCO Y AMARILLO Y RESPECTIVAS TORTILLAS  
(Valores por 100 g.)

	Maíz Blanco		Maíz Amarillo	
	<u>Maíz</u>	<u>Tortilla</u>	<u>Maíz</u>	<u>Tortilla</u>
calorías	356	210	370	216
Humedad-g	15.9	48.3	12.2	47.1
nitrógeno-g	1.29	0.89	1.34	0.91
proteína-g	8.06	5.56	8.38	5.69
grasa-g	4.83	0.91	4.53	1.60
fibra-cruda-g	1.58	0.70	1.33	0.63
cenizas-g	1.28	0.85	1.08	0.84
calcio-mg	4	129	11	139
hierro-mg	1.60	0.38	1.49	2.52
fósforo-mg	80	113	121	127
tiamina-mg	3.84	0.75	4.78	1.01
riboflavina-mg	1.14	0.43	1.00	0.49
niacina-mg	2.00	0.98	1.89	1.05
carotenos-mg	000	000	0.30	0.14
carotenos totales mg	000	000	1.32	0.41
carbohidratos	70.04	44.35	73.86	44.81

TABLA VI

AUMENTO DEL PESO DE RATAS ALIMENTADAS A BASE DE MAIZ,  
 DE TORTILLA Y ESTOS ALIMENTOS SUPLEMENTADOS CON FRIJOL  
 Y CON AMINOACIDOS

Dieta	Ratas Jóvenes Aumento de Peso 28 días	Ratas Adultas Aumento de Peso 14 días
	g	g
Maíz crudo	47	31
Tortilla	57	36
87% Tortilla	12	33
69.6% Tortilla + 7.4% Frijol	27	38
34.8% Tortilla + 22.0% Frijol	37	44
Maíz crudo	13	33
Tortilla	30	40
Maíz crudo + 6 Aminoácidos	-	50
Tortilla + 6 Aminoácidos	-	79