

# LA DIVERSIDAD Y LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS. ESTUDIO DE CASO. CALIDAD NUTRICIONAL DEL GRANO DE 50 ACCESIONES CUBANAS DE MAÍZ

Dr. C. Michel Martínez Cruz<sup>1</sup>, Dr. C. Rodobaldo Ortiz Pérez<sup>1</sup> y Dra. C. Natalia Palacios<sup>2</sup>

1. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)

2. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

## Introducción

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina y triptófano. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales, pero menos evidentes. (1)

El valor nutritivo del maíz es muy similar al de otros cereales, siendo algo superior al de la harina de trigo y sólo ligeramente inferior al del arroz. Estos tres cereales son los que más se consumen en el mundo. El problema del maíz radica en la dieta de la que forma parte, que es muy deficiente en el tipo de alimentos complementarios necesarios para mejorar los elementos nutritivos ingeridos con cantidades relativamente grandes de maíz. Los consumidores de maíz tendrían un mejor estado nutricional si el maíz que ingieren poseyera altos contenidos de lisina y triptófano, o si lo consumiesen junto con una cantidad suficiente de alimentos proteicos como legumbres, leche, soja y semillas y hojas de amaranto. (1)

El maíz es cultivado en Cuba principalmente en dos épocas del año (primavera e invierno) y es consumido generalmente en la fase de maíz tierno (alrededor de los 60 -80 días, dependiendo del ciclo de la variedad). Este grano es ampliamente consumido por la población en general en las dos épocas del año mencionadas y además, debido a los programas sociales que lleva a cabo el gobierno cubano es suministrado de manera masiva y dirigida a poblaciones metas de interés para la nación como son **ancianos** (hogar de anciano), **estudiantes** (escuelas primarias, secundarias, preuniversitarios y universidades), **niños** (círculos infantiles) **y enfermos** (hospitales, policlínicos, etc.). También llega de manera dirigida a otras dependencias como son instituciones, centros de trabajo, etc.

Dado dicha situación, una propuesta que permita evaluar la calidad nutritiva de una amplia diversidad de maíz Cubano, representa un importante impacto social, ecológico y económico, debido a que brindará la información necesaria tanto a políticos como a investigadores y productores para tomar decisiones acerca de con cuales variedades quedarse, cuales sembrar, cuales utilizar en los programas sociales para mejorar el estado nutritivo de las poblaciones metas y cuales incluir en los programas de mejoramiento destinados a tales efectos en Cuba.

## Materiales Y Métodos.

### Caracterización de la calidad nutricional de 50 accesiones de maíz.

Se realizó una caracterización de la calidad nutricional de 50 accesiones de maíz provenientes de diferentes zonas de Cuba (anexo 1) Las muestras para dicha caracterización fueron tomadas de las semillas cosechadas en agosto del 2007 en el INCA. Se tomó una muestra de 100 gramos de semilla las cuales estaban totalmente sanas y libres de patógenos. Los caracteres evaluados fueron: Contenido de nitrógeno (%), aceite (%), azúcares totales (%), ceniza (%), Lisina (%) y Triptófano (%). Fueron seleccionadas estas 50 accesiones debido a que provienen

de las tres regiones del país: Occidente, Centro y Oriente. Además es objetivo de este trabajo caracterizar accesiones criollas, colectadas generalmente en fincas de campesinos.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Análisis de Plantas y suelo (SPAL, siglas en inglés) perteneciente al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicado en Km. 45. Carretera México-Veracruz. Col. El batán. Texcoco CP 56130, México.

### **Pasos seguidos para el análisis:**

Las muestras fueron analizadas utilizando los protocolos del laboratorio SPAL del CIMMYT.

#### **1. Preparación de las muestras**

Las muestras no fueron tratadas con ningún producto químico ni biológico que haya influido en los resultados de los análisis realizados.

#### **2. Molinado de los granos de maíz.**

Las muestras de maíz fueron molidas en un molino Tecator usando un tamiz de acero inoxidable de 0.5 mm.

#### **3. Desengrasado de las muestras de maíz**

Las muestras de maíz molidas fueron envueltas en un papel de filtro comercial (10 x 11 cm) y desengrasadas con 300 ml de hexano en un extractor continuo Soxhlet-type por seis horas, posteriormente las muestras fueron secadas al aire para eliminar el exceso de hexano.

#### **4. Determinación de ceniza (cenizas totales, AACC Método 08-01, 1995.)**

#### **5. Determinación de extracto etéreo (aceite) (AOAC Método 7.044, 1975.)**

#### **6. Determinación de nitrógeno (Technicon Aut analyzer II. Método Industrial #334-74, 1977)**

#### **Determinación de la proteína**

% Proteína = % Nitrógeno X 6.25 (factor de conversión para maíz)

#### **7. Determinación de azúcares. (Método de reacción a la antrona)**

#### **8. Determinación del % de lisina. (Método colorimétrico)**

#### **9. Determinación del % de triptófano. (Método colorimétrico basado en ácido glioxílico)**

### **Resultados y Discusión**

#### **1. Caracterización de la calidad nutricional de 50 accesiones de maíz.**

##### **1.1. Caracterización del contenido nutricional.**

El maíz se caracteriza generalmente por poseer una baja calidad de las proteínas debido al bajo contenido de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano. En Cuba nunca se ha realizado con profundidad una caracterización del contenido nutricional de una amplia diversidad de maíz que nos permita evaluar la calidad nutritiva de este cereal en nuestras condiciones.

Según varios autores (1) aunque el contenido de estos elementos puede variar dependiendo del tipo de variedad, las condiciones de cultivo y ambientales específicas y los métodos de selección utilizados por los productores; la variabilidad de los compuestos químicos es de origen genético y por consiguiente se pueden modificar mediante la adecuada manipulación.

**Tabla II. Contenido (%) de los caracteres evaluados en las 50 accesiones.**

Código	Cenizas %	Aceite %	Azúcares %	Nitrógeno %	Proteína	Triptófano %	Lisina %	Índice de calidad
<b>Normal</b>	-	-	<b>6,4</b>	<b>1,70</b>	<b>10,63</b>	<b>0,065</b>	<b>0,354</b>	<b>0,61</b>
<b>QPM</b>	-	-	-	<b>1,38</b>	<b>8,63</b>	<b>0,097</b>	<b>0,383</b>	<b>1,12</b>
1	1,61	4,01	5,6	<b>1,92</b>	<b>11,99</b>	<b>0,078</b>	0,317	0,655
2	1,16	4,65	5,4	1,34	8,38	<b>0,069</b>	0,231	<b>0,828</b>
3	1,36	5,43	5,7	1,39	8,68	<b>0,076</b>	0,309	<b>0,882</b>
4	1,27	4,20	5,8	<b>1,75</b>	<b>10,92</b>	<b>0,075</b>	0,303	0,683
5	1,27	4,08	4,1	<b>1,72</b>	<b>10,75</b>	<b>0,071</b>	0,257	0,660
6	1,28	4,52	4,8	1,06	6,64	0,064	0,260	<b>0,965</b>
7	1,28	4,45	5,4	1,50	9,35	<b>0,068</b>	0,286	<b>0,724</b>
8	1,22	5,08	5,4	1,09	6,83	0,059	0,237	<b>0,858</b>
9	1,18	4,28	<b>6,6</b>	1,42	8,88	<b>0,080</b>	0,291	<b>0,898</b>
10	1,17	4,33	6,2	1,53	9,57	<b>0,068</b>	0,277	<b>0,715</b>
11	1,41	4,55	<b>6,8</b>	1,68	10,52	<b>0,074</b>	0,303	<b>0,704</b>
12	1,25	4,24	5,2	1,61	10,03	<b>0,074</b>	0,289	<b>0,733</b>
13	1,27	3,92	6,0	1,52	9,52	<b>0,068</b>	0,303	<b>0,718</b>
14	1,56	4,60	5,7	1,60	10,01	<b>0,083</b>	0,289	<b>0,834</b>
15	1,31	4,73	5,0	1,22	7,61	<b>0,075</b>	0,240	<b>0,984</b>
16	1,21	4,92	5,2	1,16	7,27	0,062	0,289	<b>0,848</b>
17	1,49	3,89	3,8	1,64	10,23	<b>0,071</b>	0,274	0,695
18	1,63	5,53	4,9	1,37	8,57	<b>0,068</b>	0,314	<b>0,795</b>
19	1,44	4,33	<b>8,1</b>	1,66	10,39	<b>0,077</b>	0,303	<b>0,745</b>
20	1,16	4,56	3,4	1,48	9,27	<b>0,072</b>	0,291	<b>0,776</b>
21	1,44	4,16	5,2	1,60	10,01	<b>0,076</b>	0,323	<b>0,756</b>
22	1,30	4,59	3,7	<b>1,80</b>	<b>11,25</b>	<b>0,076</b>	0,329	0,679
23	1,35	3,75	3,8	1,61	10,05	<b>0,077</b>	0,326	<b>0,764</b>
24	1,21	5,44	4,9	1,28	8,02	0,061	0,280	<b>0,763</b>
25	1,34	4,22	4,4	1,64	10,25	<b>0,080</b>	0,300	<b>0,777</b>
26	1,25	4,31	4,7	<b>1,73</b>	<b>10,84</b>	<b>0,077</b>	0,286	<b>0,707</b>
27	1,52	4,13	4,8	<b>1,92</b>	<b>11,99</b>	<b>0,085</b>	0,306	<b>0,713</b>
28	1,34	4,47	4,3	1,43	8,92	0,064	0,286	<b>0,714</b>
29	1,16	4,26	5,1	1,42	8,89	0,050	0,246	0,567
30	1,28	4,64	4,8	1,59	9,95	0,060	0,283	0,608
31	1,32	4,28	4,0	1,50	9,39	<b>0,078</b>	0,286	<b>0,826</b>
32	1,31	4,31	4,7	1,68	10,50	<b>0,076</b>	0,294	<b>0,723</b>
33	1,40	4,11	4,4	1,61	10,07	<b>0,068</b>	0,297	0,678
34	1,42	4,38	5,1	1,66	10,38	<b>0,074</b>	0,343	<b>0,710</b>
35	1,40	4,35	5,1	1,63	10,17	<b>0,072</b>	0,331	<b>0,708</b>
36	1,47	4,73	4,7	1,63	10,17	<b>0,082</b>	0,331	<b>0,805</b>
37	1,39	4,47	4,7	1,57	9,84	<b>0,072</b>	0,337	<b>0,731</b>
38	1,15	4,06	4,4	1,38	8,64	<b>0,070</b>	0,300	<b>0,813</b>
39	1,42	5,28	3,8	1,05	6,55	0,060	0,229	<b>0,913</b>
40	1,41	4,31	4,1	1,39	8,67	<b>0,066</b>	0,289	<b>0,761</b>
41	1,31	4,36	4,8	1,38	8,63	0,064	0,274	<b>0,737</b>
42	1,30	4,37	3,3	1,37	8,58	<b>0,071</b>	0,294	<b>0,824</b>
43	1,39	4,42	4,0	1,49	9,31	<b>0,067</b>	0,314	<b>0,723</b>
44	1,61	4,21	3,5	1,64	10,22	<b>0,074</b>	0,334	<b>0,724</b>

45	1,56	4,23	3,0	1,59	9,95	0,059	0,326	0,588
46	1,50	4,29	3,4	1,63	10,20	<b>0,072</b>	0,326	<b>0,711</b>
47	1,45	4,54	3,4	<b>1,70</b>	<b>10,63</b>	0,059	0,294	0,556
48	1,43	4,22	5,8	1,54	9,65	<b>0,065</b>	0,303	0,676
49	1,28	4,63	6,3	1,29	8,08	0,053	0,240	0,661
50	1,58	4,53	4,8	1,64	10,23	<b>0,071</b>	0,343	0,695

Como muestra la tabla anterior, el contenido de ceniza de las accesiones evaluadas se ubica en un rango de 1,15 a 1,63 %, el contenido de aceite va de 3,75 a 5,53 % y de azúcares de 3,00 a 8,10 %. Estos rangos se encuentran en los estándares reportados de variedades normales de maíz (2). Cabe destacar que en el caso del contenido (%) de azúcares las variedades **9 (6,6 %)**, **11 (6,8 %)** y **19 (8,1 %)** tiene un contenido de azúcares superiores al testigo utilizado, el cual muestra un valor de 6,4 % de azúcares y son además superiores a los reportados por 3. en el 2006.

Para el caso del contenido de nitrógeno (%) las accesiones **1 (1,92)**, **4 (1,75)**, **5 (1,72)**, **22 (1,80)**, **26 (1,73)**, **27 (1,92)** y **47 (1,70)** superan a la variedad normal que tiene un valor de 1,70 % de nitrógeno. El resto de las accesiones muestran valores por debajo de la variedad normal utilizada. La variedad QPM utilizada como testigo tiene un contenido de nitrógeno (1,38) inferior a la media de las variedades evaluadas lo que coincide con lo planteado por Larissa M. Wilson, 2004 quien plantea que el porcentaje de nitrógeno en los QPM es generalmente inferior al contenido de nitrógeno de las variedades normales. Según 4, 2008, la calidad de las proteínas del maíz con bajo contenido de proteínas es superior a la del maíz con alto contenido.

En cuanto al contenido (%) de Triptófano ninguna de las accesiones iguala o supera el valor del QPM utilizado como testigo; sin embargo 38 de las accesiones evaluadas muestran valores iguales o superiores a la variedad normal utilizada como testigo, lo que representa el 76 % del total de las accesiones.

El contenido (%) de lisina no muestra datos relevantes, sus valores se encuentran por debajo del valor de la variedad normal utilizada como testigo y está en el rango de los contenidos que tienen las variedades normales (6)

El índice de calidad (IQ siglas en inglés) es un parámetro que refleja la calidad de la proteína del maíz basado en el contenido de triptófano y proteínas. El IQ se muestra relativamente alto en 37 de las 50 accesiones evaluadas. En estas accesiones que representan el 74 % de la población total evaluada el IQ siempre tiene valores superiores a 0,7 y llega en el caso de la accesión 15 a un valor de 0,984. Los altos valores del índice de calidad se deben principalmente al alto contenido de triptófano que tienen estas accesiones.

De manera general, los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que el 74 % de las accesiones evaluadas tienen un alto índice de calidad basado en el alto contenido (%) de triptófano que tiene el 76 % de las mismas. Además se ha podido comprobar que a pesar de lo dicho anteriormente existe una amplia dispersión de las accesiones cuando se realiza un análisis de componentes principales, encontrándose grupos que se alejan tanto positiva como negativamente de la media de la población.

Este resultado permite decir que en Cuba existen accesiones de elevada calidad proteica en relación con los reportes de 9 quien indica que las variedades normales tienen bajos contenidos de triptófano y lisina, aminoácidos esenciales que determinan la calidad de la proteína del maíz.

La proteína del maíz a medida que tiene una mayor calidad es más asimilable por el cuerpo humano, de esta manera una población que se alimenta con maíz de alta calidad proteica logra una mayor retención de las proteínas que aporta el cereal (10). Por tanto, determinar que accesiones de maíz en Cuba poseen mayor calidad de la proteína resulta útil para poder utilizarlas en programas dirigidos a la alimentación de sectores priorizados de la población cubana que necesitan aumentar los niveles de asimilación de proteínas, por ejemplo ancianos, enfermos, niños, etc.

### **Conclusiones**

1. La población estudiada en general se caracteriza por valores medios de ceniza, aceite, azúcares, nitrógeno y lisina en el grano.
2. Las accesiones **9 (6,6 %), 11 (6,8 %) y 19 (8,1 %)** se destacan en cuanto al contenido de azúcares y las accesiones **1 (1,92), 4 (1,75), 5 (1,72), 22 (1,80), 26 (1,73), 27 (1,92) y 47 (1,70)** tienen relativamente alto contenido de nitrógeno.
3. El **76 %** de la población total tiene relativamente alto contenido de triptófano y el **74 %** un alto índice de calidad proteica.
4. En la población existe dispersión en cuanto a los caracteres evaluados.

### **Recomendaciones**

1. Realizar el estudio de calidad nutricional a otras accesiones cubanas.
2. Ampliar la producción de las accesiones de mayor calidad nutricional para el consumo humano y animal.
3. Estudiar a profundidad la causa del alto contenido de triptófano del maíz en Cuba.
4. Evaluar el contenido de carotenos en el grano de las accesiones estudiadas.
5. Utilizar las accesiones de mejores resultados en programas de mejoras dirigidos a elevar la calidad proteica del maíz en Cuba.

### **Referencias Bibliográficas.**

1. El maíz en la nutrición humana (Colección FAO: Alimentación y nutrición, N° 25). Roma, 1993. ISBN 92-5-303013-5.
2. Sansano C. Alejandra. Cereales: estructura y composición nutricional. Universidad de Alicante. 2008
3. Mendoza-Elos M., E. Andrio-Enríquez, JM. Juárez-Goiz, C. Mosqueda-Villagómez, L. Latournerie-Moreno, G. Castañón-Nájera, A. López-Benítez, E. Moreno-Martínez. Contenido de lisina y triptofano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal. 22 (2):153-161,2006.
4. El Siglo, Panamá, República de Panamá, Jueves 6 de marzo de 2008. El maíz, granos de oro para la salud. Disponible en <http://www.elsiglo.com/siglov2/Salud.php?fechaz=06-03-2008&idnews=57605>. Consultado el 3 de junio de 2008.
5. CORPOICA-CIMMYT, 2001. CORPOICA - TURIPANÁ H – 112. Maíz de alto valor nutritivo. Disponible en <http://www.turipana.org.co/maizqpm.htm> consultado el 3 de junio de 2008.
6. Pellett, P.L. and S. Ghosh. 2004. Lysine fortification: Past, present, and future. Food and Nutr. Bull. 25:107-113.
7. Krivanek, A. F., De Groot, H., Gunaratna, N. S., Diallo, A. O. and Friesen, D. (2007) Breeding and disseminating quality protein maize (QPM) for Africa. African Journal of Biotechnology 6: 312-324.
8. Martínez, M. 2004. Caracterización y evaluación participativa de maíz colectado en las localidades de Catalina de Güines, La Habana y Las Ventas de Casanova, Santiago de Cuba.

9. Ortega Alemán, E. C., Coulson Romero, A. J. and Ordóñez Argueta, L. I. (2006) Efectos de la ingesta de maíz de alta calidad de proteínas versus maíz normal en el crecimiento y desarrollo físico de niños de 1 a 5 años de edad, Centro de Desarrollo Infantil Mildred Octubre 2005. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua. Abaunza, Septiembre-Diciembre.
10. Evaluating the nutritional impact of maize varieties genetically improved for protein quality. A Dissertation Submitted to the Faculty of Purdue University by Nilupa S. Gunaratna. In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Of Doctor of Philosophy. May 2007 Purdue University West Lafayette, Indiana.