

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE MAÍZ CUBANO

Minardo Ochoa, Wendolyne Hernández, Barbarita Rosas y*

María Carrasco

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao, km 3½,

La Habana, Cuba, CP 19 200

E-mail: mochoa@iiaa.edu.cu

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar diez variedades de maíz cubano (P-7928, UST-6, C-29, C-15, Palenque, FR-28, Tuzón, Spectral, Francisco y HT-311). La masa por hectolitro de las variedades P-7928, UST-6, FR-28, Tuzón, Spectral, Francisco y HT-311 fueron significativamente superiores a las demás, mientras que la masa de 1 000 granos lo fue en UST-6, Tuzón, Spectral y Francisco. No hubo diferencias significativas en la dureza de los granos y todas las variedades fueron de maíz duro. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de harina integral y las variedades Francisco y Spectral produjeron más harina purificada que el resto. El porcentaje de endospermo de los granos de maíz fue significativamente superior en las variedades P-7928, C-29, Spectral y Francisco. Las variedades Tuzón y Francisco tuvieron los más altos contenidos de germen, mientras que C-15, Palenque y FR-28 aportaron valores significativos más altos de pericarpio y piloriza. Se encontró una correlación altamente significativa entre el rendimiento agrícola y las variables morfológicas de los granos de maíz: largo ($R^2=0,98$), ancho ($R^2=0,96$) y alto ($R^2=0,95$).

Palabras claves: variedades de maíz, evaluación y rendimiento.

ABSTRACT

Evaluation of cuban corn varieties

The work was carried out to evaluate ten varieties of Cuban corns (P-7928, UST-6, C-29, C-15, Palenque, FR-28, Tuzón, Spectral, Francisco and HT-311). The hectolitre mass of the varieties P-7928, UST-6, FR-28, Tuzón, Spectral, Francisco and HT-311 were significantly superior. The mass of 1000 grains were superior in UST-6, Tuzón, Spectral and Francisco. The hardness of the grains did not have significant differences among varieties and all the grains were hard. There were no significant differences in the yield of whole-wheat meal between varieties, but Francis and Spectral produced more purified flour than the others. The percentages of endosperm of the corn grains were significantly superior in the varieties P-7928, C-29, Spectral and Francisco. The varieties Tuzón and Francisco had the highest germ contain, while than C-15, Palenque and FR-28 had significant higher values of seed hull and root cap. It was found a highly significant correlation among agricultural yield and the morphologic variables of the corn grains: length ($R^2= 0.98$), width ($R^2=0.96$) and height ($R^2=0.95$).

Key words: corn varieties, evaluation and yield.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) se encuentra entre los tres principales cereales del mundo, conjuntamente con el trigo y el arroz, además constituye un alimento barato, apetitoso y disponible, que tradicionalmente el hombre lo ha empleado para subsistir y obtener producciones indus-

**Minardo Ochoa Martínez: Ingeniero Agrónomo (ISCAB, 1986). Investigador Auxiliar. Máster en Ciencias en Nutrición de las Plantas (INCA, 2001). Labora en la Dirección de Cereales del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia en la especialidad de Tecnología y Procesos Molineros de Granos y Cereales.*

triales como: almidón, aceite y etanol, así como materias primas fundamentales para el desarrollo de productos alimenticios y artesanales (1).

Este cultivo, en toda la historia del hombre ha sido una planta muy útil por ser competitiva con otras especies, produce bienestar en la obtención de rubros, alimento humano directo y transformado en carne y huevo (2).

La industria de los cereales en Cuba proyecta nuevas vías para su desarrollo, dentro de lo cual el maíz ocupa un renglón importante. Las nuevas inversiones están basadas en la construcción de silos refrigerados para la conservación de granos, la instalación de molinos para la elaboración de harinas integrales, plantas de envases y almacenes.

El conocimiento de las características del maíz como materia prima se ha estudiado parcialmente en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia y como producciones fundamentales se destacan los cereales para desayunos, alimentos extrudidos, estudio de variedades para tortillas, la caracterización de los subproductos y la obtención de harinas integrales (3,4).

Estos trabajos han servido de base para obtener informaciones de cuales pueden ser los usos más eficientes en cada caso. Teniendo en cuenta que la mayor parte del maíz que se consume proviene de la importación y que Cuba cuenta con potencialidades para desarrollar este cultivo.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar diez variedades de maíz cubano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron las variedades de maíz cubano (P-7928, UST-6, C-29, C-15, Palenque, FR-28, Tuzón, Spectral, Francisco y HT-311) desarrolladas por el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD) y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

De cada variedad se obtuvo un lote de 10 kg de maíz que mediante un proceso de beneficio se le eliminaron todas las impurezas. Los granos de maíz para su conservación fueron almacenados en una nevera a 8 °C.

Se determinó la humedad en un equipo de respuestas rápida FARMÍ 3000 GRAIN MOISTURE TESTER y estuvo en un rango entre 13,5 y 14,0 %, siendo óptima para los diferentes procesos industriales (5).

Las evaluaciones consistieron en: peso masa por hectolitro (6) enrazando una probeta de 1 L y masa de 1 000 granos (7), realizando cinco pesadas en una balanza técnica para cada caso. La dureza se realizó colocando los granos de maíz entre dos anillos metálicos y realizando una fuerza con un vástago terminado en esfera, acoplado a un texturómetro universal INSTRON hasta obtener la ruptura (8).

Para determinar el rendimiento en harina integral, los granos limpios fueron molidos en un molino de martillos de un disco rotor y otro estático, con una velocidad de 3 485 rev/min., dotado de una chapa perforada circular de 0,5 mm de diámetro. Otra etapa del proceso consistió en fracturar los granos limpios en un molino de martillos colgantes CONDUX con una chapa perforada de 8,0 mm y separación de los componentes del grano (endospermo, germen, pericarpio y piloriza) en una mesa densimétrica SCHULE A partir del endospermo limpio se obtuvo la harina purificada en un proceso igual al empleado en la obtención de la harina integral.

Los datos de las diferentes evaluaciones fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y prueba de rangos múltiples de Duncan. Se realizó un análisis de correlación entre las variables morfológicas (largo, ancho y alto) y el rendimiento agrícola del maíz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 refleja los datos de las características físicas del maíz. En la masa por hectolitro se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, destacándose las variedades P-7928, UST-6, FR-28, Tuzón, *Spectral*, Francisco y HT-311, no obstante los valores registrados en todos los casos se considera alto (77,7 a 82,7 kg/hL), normalmente los reportes internacionales en las diferentes especies de maíz oscilan entre 75 y 78 kg/hL (2).

En el caso de la masa de 1 000 granos, las variedades UST-6, Tuzón, Spectral y Francisco fueron significativamente ($p < 0,05$) superior a las restantes. Estas variables influyen positivamente en el rendimiento agroindustrial y son importantes para el óptimo almacenamiento y conservación, a partir de ellas podemos planificar con bastante precisión para cada variedad y tipo de maíz (10,11).

En cuanto a la dureza de los granos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los granos de maíz de las diferentes variedades que se estudiaron se consideran duros debido a que la fuerza ejercida para su ruptura fue mayor de 30 kgf, ellos responden, a que estas variedades producen granos estructuralmente consistentes y ofrecen resistencias a los agentes medioambientales (plagas). La ruptura del maíz, en el caso de granos duros (vítreos) y parcialmente dentados oscila entre 25-30 kgf (10).

Las variedades de maíz cubano, en su mayoría son de consistencia duras (*Zea mays indurata*), con un comportamiento vítreo y generalmente el peso de ellos está estrechamente relacionado con el tamaño (9).

La Tabla 2 muestra los resultados del rendimiento de harinas en las diferentes variedades de maíz cubano. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de harinas integral de las diferentes variedades de maíz cubano. Se observó que los valores obtenidos son altos, si se tienen en cuenta que están por encima de 98 % y este tipo de rendimiento solamente se ve afectado por causas tecnológicas y dificultades en las operaciones durante el proceso de beneficio y molienda del maíz (5). El hecho de utilizar la materia prima integralmente y limpia, garantiza altos rendimientos en harinas (4). En el caso de la harina purificada las variedades Francisco y Spectral fueron significativamente ($p < 0,05$) superiores a las demás, con valores de 79,6 y 80,2 % respectivamente, aunque las restantes variedades tuvieron un comportamiento estable, siendo los rendimientos medios obtenidos superiores a 75 % y comparables con los reportados en la industria molinera de este cereal (10,11). En esta operación solamente interviene el endospermo del maíz y este puede variar constantemente en dependencia del tipo de grano.

La Tabla 3 refleja los resultados de la distribución porcentual de los componentes del grano en las variedades de maíz. Los mayores contenidos de endospermo fueron producidos por las variedades P-7928, C-29, Spectral y Francisco, con valores (84,2 a 85,1 %) significativamente ($p < 0,05$) superiores a las restantes variedades, aunque es importante señalar que los reportes, tanto nacionales (9), como internacionales (11), informan que la porción que ocupa el endospermo de los granos de maíz oscila entre 80 y 84 %.

Las variedades Tuzón y Francisco contienen germen significativamente ($p < 0,05$) superior a las demás, considerándose de tamaño grande (12,1 a 12,2 %), porque incluso sobrepasan los límites del tamaño normal reportado (12), que es 12 %. También los límites inferiores están en el orden de los 9,5 % (14) y en este caso, las variedades de maíz cubano contienen porcentajes de germen superiores a 10,8 %.

El germen del grano de maíz además de contener altos porcentajes de grasa (aceite), también presenta concentraciones de vitaminas, fibras y minerales, que son importantes en la nutrición humana.

La suma de los contenidos de pericarpio y piloriza mostraron diferencias significativa ($p < 0,05$) en las variedades de maíz en estudio, destacándose C-15, Palenque y FR-28. Estos componentes tienen la mayor concentración de fibras, incluyendo celulosa (13,14). En trabajo realizado por (15,16) han logrado variedades de maíz con disminución de hasta 2 % de pericarpio con el objetivo de mejorar la textura de los granos.

Las Fig. 1, 2 y 3 reflejan las correlaciones entre las variables morfológicas de tamaño del grano y el rendimiento agroindustrial del maíz. En las diferentes curvas de respuestas de los gráficos, todas las dimensiones de los granos de maíz son importantes e influyen significativamente en el rendimiento agrícola (15,16), observándose en todos los casos una alta correlación ($p < 0,01$) en el orden siguiente: largo ($R^2 = 0,98$), ancho ($R^2 = 0,96$) y alto ($R^2 = 0,95$). Los resultados de este análisis, haciendo también un ajuste en las ecuaciones pueden servir para estimar los rendimientos del maíz en estudio de variedades.

Tabla 1. Características físicas del maíz (medias de 5 réplicas)

Variedades	Masa por hectolitro (kg/hL)	S	Masa 1 000 granos (g)	S	Dureza (kgf)	S
P-7928	81,8a	2,4	389b	3,9	33,5a	1,0
UST-6	82,0a	2,5	435a	5,0	32,5a	0,9
C-29	79,3c	2,1	290c	3,8	34,8a	1,0
C-15	77,7d	2,2	277c	3,8	33,5a	0,9
Palenque	80,5b	2,3	380b	4,1	34,5a	0,9
FR-28	82,2a	2,4	345b	4,0	33,6a	0,9
Tuzón	81,4a	2,2	401a	4,3	33,7a	0,9
Spectral	82,7a	2,5	410a	4,4	34,1a	1,0
Francisco	81,4a	2,2	402a	4,5	33,7a	0,9
HT-311	81,6a	2,1	390b	4,1	35,3a	1,0

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
S = desviación estándar

Tabla 2. Rendimiento de las variedades de maíz (medias de 5 réplicas)

Variedades	Rendimiento en harina integral (%)	S	Rendimiento en harina purificada (%)	S
P-7928	98,4a	2,3	76,9b	1,7
UST-6	98,3a	2,4	77,7b	1,6
C-29	98,1a	2,4	76,8c	1,7
C-15	98,3a	2,3	77,8b	1,7
Palenque	98,5a	2,3	77,5b	1,6
FR-28	98,2a	2,3	76,9c	1,7
Tuzón	98,3a	2,4	77,1b	1,6
Spectral	99,1a	2,3	80,2a	1,6
Francisco	98,4a	2,4	79,6a	1,6
HT-311	98,2a	2,4	77,4b	1,7

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
S = desviación estándar.

Tabla 3. Distribución de los componentes del maíz (medias de 5 réplicas)

Variedades	Endospermo (%)	S	Germen (%)	S	Pericarpio y Piloriza (%)	S
P-7928	84,2a	2,5	11,1b	0,8	4,7c	0,4
UST-6	83,8b	2,7	10,8c	0,7	5,4b	0,4
C-29	84,5a	2,4	10,9c	0,7	5,6b	0,4
C-15	83,3b	2,5	10,9c	0,7	5,8a	0,4
Palenque	81,9c	2,6	11,3b	0,8	6,8a	0,5
FR-28	82,6c	2,7	11,2b	0,8	6,2a	0,5
Tuzón	83,8b	2,5	12,1a	0,8	4,1c	0,4
Spectral	85,1a	2,8	11,2b	0,7	4,7c	0,4
Francisco	84,5a	2,6	12,2a	0,8	4,3c	0,4
HT-311	83,3b	2,5	11,4b	0,7	5,3b	0,4

*Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)
S = desviación estándar.

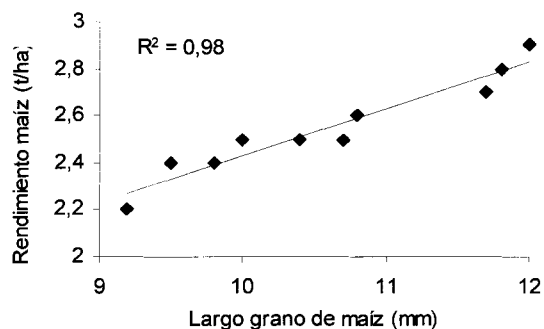


Fig. 1. Relación entre el rendimiento agrícola del maíz y el largo de los granos.

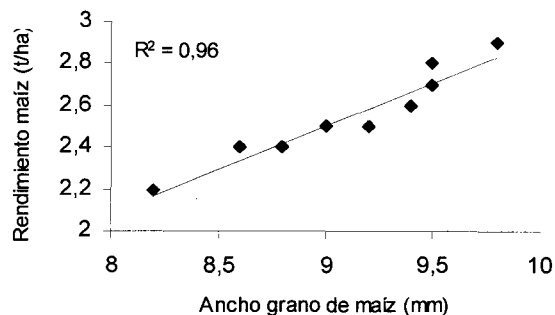


Fig. 2. Relación entre el rendimiento agrícola del maíz y el ancho de los granos.

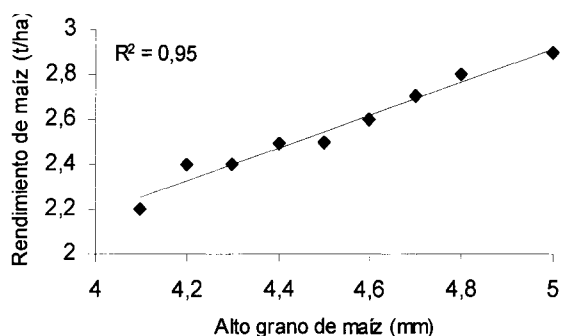


Fig. 3. Relación entre el rendimiento agrícola del maíz y el alto de los granos.

CONCLUSIONES

La masa por hectolitro de las variedades P-7928, UST-6, FR-28, Tuzón, *Spectral*, Francisco y HT-311 fueron significativamente superiores a las demás, mientras que la masa de 1000 granos lo fue en UST-6, Tuzón, *Spectral* y Francisco. No hubo diferencias significativas en la dureza de los granos y todas las variedades fueron de maíz duro. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de harina integral y las variedades Francisco y *Spectral* produjeron más harina purificada que el resto.

El porcentaje de endospermo de los granos de maíz fue significativamente superior en las variedades P-7928, C-29, *Spectral* y Francisco. Las variedades Tuzón y Francisco tuvieron los más altos contenidos de germen, mientras que C-15, Palenque y FR-28 aportaron valores significativos más altos de pericarpio y piloriza. Se encontró una correlación altamente significativa entre el rendimiento agrícola y las variables morfológicas de los granos de maíz: largo ($R^2=0,98$), ancho ($R^2=0,96$) y alto ($R^2=0,95$).

REFERENCIAS

1. FAO. El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. Roma, 2000, pp 43-100.
2. Fontanan, H. y González C. Maíz en Venezuela. Fundación para la Investigación Agrícola, 2000, 220 p.
3. Ochoa, M.; Bencomo, E.; Blanco, G.; González, J.; Fraga, R. y Tarrau, A. Caracterización aptitud de variedades de maíz amarillo cubano para la elaboración de tortillas mejicanas. *Alimentaria* (336): 95-99, 2002.
4. Ochoa, Bencomo, E. González, J. Fraga, R. y Fonte, E. Evaluación de variedades de maíz cubano para la elaboración de tortilla. *Cienc. Technol. Alim.* 16 (3): 64-68, 2006.
5. CODEX. FAO/OMS. Normas del CODEX para el maíz. *Codex Alimentarius* (7): 9-14, 1994.
6. NC. ISO- 7971-2. Determinación de la masa por unidad de volumen. Masa por hectolitro. Parte II Método de rutina, Cuba, 2004.
7. IDEMA. Estudio de mercado de granos en la región costera del Ecuador. Quito, Enero, 1987.
8. NC. ISO- 520. Cereales y Leguminosas. Determinación de la masa de 1 000 granos. Cuba, 2004.
9. ISO-605. Pulses determination of impurities, size, foreign, odours, insects and species and variety-test methods, 1991, 5 p.
10. Rabí, B. O. Nuevas variedades de maíz (*Zea mays* L.) de alto potencial productivo. *Agrotecnia de Cuba* 1 (27): 212-218, 1998.
11. Rubio, M. La industria de la harina y la tortilla. *Industria Alimentaria de México* 6 (15): 10-13. 1993.
12. Acuña, S. El maíz y su transformación en harinas. <http://www.pasc.com>. 2001.
13. Camacho, C. Desarrollo de un prototipo de explotación agropecuaria para pequeños productores en una región del trópico subhúmedo de México. (tesis de maestría en ciencias. Centro de edafología. Colegio de posgraduados, Chapingo, México) 1983.
14. CIMMYT. Maíz de alta calidad proteica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional. Ed. Limusa, 1998.
15. Arias, V. Manual de Procedimientos para el Análisis de granos. D.F., UACH. Departamento de Industrias Agrícolas, México, 1981.
16. Bressani, R. La importancia del maíz en la alimentación humana en América Latina y otros países. *Mejoramiento nutricional del maíz*, 1999 pp. 14-18.
17. FAO. El maíz en los trópicos. *Mejoramiento y Producción*. Roma. Colección FAO, 2001.