

Adaptabilidad de híbridos de maíz dulce a la congelación en mazorcas

Alejandra O. Ramírez Matheus, Norelkys Maribel Martínez, Ligia O. de Bertorelli, Frank De Venanzi

Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Empresa Del Monte Andina

RESUMEN. El propósito de esta investigación fue evaluar la adaptabilidad de tres híbridos de maíz dulce al procesamiento como mazorcas congeladas. A los híbridos de maíz dulce 2038, 2010, 2004 y Bonanza (patrón), se les determinaron características biométricas, químicas y microbiológicas en estado fresco. Una vez congeladas criogénicamente a -95°C x 7min, se les evaluó el rendimiento industrial, así como las características químicas y microbiológicas a los 45 y 90 días de almacenamiento congelado a -18°C . Todos los híbridos en mazorca congelada presentaron en promedio un rendimiento de 54,2%, valor similar al que maneja la industria para este tipo de producto. Igualmente la longitud de la mazorca (21,57cm), número de hileras (15), diámetro de la mazorca (45,54 mm) así como la altura del grano (8,57 mm), cumplieron con los estándares de calidad exigidos industrialmente. Los resultados demostraron que las mazorcas congeladas de los híbridos estudiados, presentaron buena estabilidad química y microbiológica durante el almacenamiento congelado, destacándose el híbrido 2038.

Palabras clave: Zea mays, maíz dulce, congelación, estabilidad, mazorca, procesamiento.

INTRODUCCION

El maíz dulce adecuado para enlatar o congelar debe tener varias características importantes, entre las cuales figuran el espesor del grano, la uniformidad de la planta y la mazorca (tanto en la textura y consistencia del grano como en la forma y tamaño de la mazorca), alta productividad a nivel de campo y un rendimiento satisfactorio en el proceso de fabricación (1). Las ofertas que presenta el mercado en cuanto al producto congelado, son altamente atractivas y los esfuerzos industriales se han dirigido hacia la obtención de un producto de alta calidad, por lo que se ha trabajado mucho en la selección de variedades más idóneas para la congelación, ya que no todos los maíces que son aptos para enlatar lo son para congelar, proceso que es más delicado (2). Esta selección permitiría ampliar el uso industrial de este rubro, además de beneficiar al agricultor al darle la oportunidad de sembrar otros materiales que se adapten agrónomicamente e industrialmente y que puedan sustituir al híbrido Bonanza comúnmente usado. Por ésta

SUMMARY. *Adaptability of sweet corn ears to a frozen process.* The effects of frozen condition on the quality of three sweet corn ears (2038, 2010, 2004) and the pattern (Bonanza), were evaluated. Biometrics characteristics like ear size, ear diameter, row and kernel deep were measured as well as chemical and physical measurement in fresh and frozen states. The corn ears were frozen at -95°C by 7 minutes. The yield and stability of the frozen ears were evaluated at 45 and 90 days of frozen storage (-18°C). The average commercial yield as frozen corn ear for all the hybrids was 54.2%. The industry has a similar value range of 48% to 54%. The ear size average was 21.57 cm, row number was 15, ear diameter 45.54 mm and the kernel corn deep was 8.57 mm. All these measurements were found not different from commercial values found for the industry. All corn samples evaluated showed good stability despite the frozen processing and storage. Hybrid 2038 ranked higher in quality. **Key words:** Zea mays, sweet corn, frozen storage, stability, ear corn processing.

razón, en los últimos años la empresa Del Monte Andina (EDMA), ha venido realizando trabajos de investigación en Venezuela, sobre la adaptación agrónomicamente e industrialmente de híbridos de maíz dulce (su) y súper dulce (sh2) (3- 6). En esta empresa la congelación del maíz dulce se ha venido realizando desde hace 8 años, siendo el Bonanza el híbrido tradicionalmente usado, del cual se procesan alrededor de 1.000 a 7.000 kg de maíz fresco por día, con un consumo anual de aproximadamente 40.189 kg de mazorca congelada, lo que representa un 7,82% del total de los productos congelados por la empresa (*Lozada, 2002). Por todo lo expuesto, en este trabajo se estudió la adaptabilidad de otros híbridos de maíz dulce al procesamiento como mazorcas congeladas, con el fin de evaluar nuevas alternativas que satisfagan las necesidades de la industria así como las del consumidor.

MATERIALES Y METODOS

Los híbridos de maíz dulce identificados como 2038, 2010, 2004 y el Bonanza usado como patrón, fueron suministrados por la EDMA, provenientes de una siembra semi-comercial

* Lozada, R. 2002. Del Monte Andina (comunicación personal).

ubicada en la localidad de San Joaquín, estado Carabobo. La cosecha se realizó entre los 15 y 18 días después de la polinización, es decir a los 70 días después de la siembra.

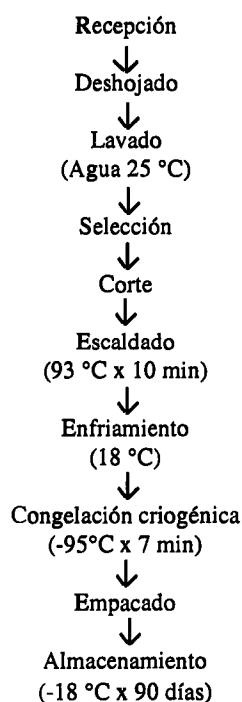
En el ensayo se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado con 60 observaciones por tratamiento para la muestra sin procesar, los cuales estuvieron definidos por los cuatro híbridos bajo estudio, y con 6 repeticiones por tratamiento para la muestra congelada.

Congelación del maíz dulce

Las mazorcas de maíz fueron congeladas criogénicamente siguiendo el esquema mostrado en la Figura 1. Las operaciones de recepción, deshojado, lavado, selección, corte, enfriamiento, inspección y empaçado se realizaron de la misma manera que la descrita por Alfonso et al., (6); el escaldado se realizó a 93°C x 10 min, la congelación criogénica se efectuó por convección forzada de nitrógeno líquido en contracorriente en un Aga freeze spleet, a una temperatura de -95°C y un tiempo de retención de 7 min hasta alcanzar una temperatura máxima de -18°C en el centro de las mazorcas, y el almacenamiento se efectuó a una temperatura máxima de -18°C por 45 y 90 días. Para realizar los análisis químicos y microbiológicos, las mazorcas fueron descongeladas, desgranadas manualmente y homogeneizadas en un molino eléctrico.

FIGURA 1

Esquema tecnológico de la congelación de mazorcas de maíz



Determinaciones biométricas

Las determinaciones biométricas (longitud de la mazorca sin hoja, número de hileras, diámetro de la mazorca y altura del grano), se realizaron manualmente utilizando una regla graduada o un vernier digital, según el caso.

Rendimiento industrial

El rendimiento industrial se evaluó de acuerdo a la metodología de la EDMA, sobre la base de la relación de los pesos de 100 mazorcas antes y después de procesar.

Análisis químicos

Los análisis químicos de humedad, pH, acidez titulable, azúcares reductores y totales, se realizaron de acuerdo con la metodología descrita en la AOAC (7), mientras que los sólidos solubles (°Brix), se determinaron según la norma COVENIN N° 924 (8).

Análisis microbiológicos

Se realizaron las siguientes determinaciones según las normas COVENIN: Hongos y levaduras, norma N° 1337 (9); coliformes totales, norma N° 1104-96 (10) y mesófilos y psicrófilos aerobios, norma N° 902 (11).

Análisis estadísticos:

Los resultados se sometieron a un análisis de la varianza, seguido de una prueba de comparación de medias de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinaciones biométricas y rendimiento industrial

Los resultados de las determinaciones biométricas de las mazorcas de maíz dulce (Tabla 1) mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos, presentando el maíz 2038 las mazorcas más largas, con mayor número de hileras, diámetro y altura del grano, no distinguiéndose éstas tres últimas características de las del patrón Bonanza. En relación con la bibliografía consultada, se observó que la longitud de las mazorcas fue mayor al rango (13,34 -18,37cm) señalado para diferentes cultivares de maíz dulce y súper dulce (4,6,12,13), en cambio el número de hileras si coincide con los valores (14 - 16) indicados por varios investigadores (4,6,14). El diámetro de las mazorcas, aunque es superior al encontrado en maíz dulce (36,9-38,3 mm) por Gómez (12), es parecido al obtenido en razas mexicanas (44 - 48 mm) por Wellhausen *et al.*, (14) y en maíces súper dulces (48,5 mm) por Ávila y Bernaez (4), mientras que la altura del grano fue inferior al valor señalado (12,3 mm) por Wellhausen *et al.*, (14).

TABLA 1
Determinaciones biométricas de cuatro híbridos de maíz dulce (su) en estado fresco y rendimiento en mazorcas congeladas

Híbridos	Longitud de la mazorca sin hoja (cm)	N° Hileras de la mazorca	Diámetro de la mazorca (mm)	Altura del grano (mm)	Rendimiento en mazorcas (%)
2038	24,58 a	16 a	48,68 a	9,13 a	54,49
2010	20,59 c	14 b	42,98 b	8,12 b	52,00
2004	19,62 d	14 b	42,83 b	7,78 b	56,00
Bonanza	21,47 b	16 a	47,68 a	9,25 a	48 – 54*

Medias en columnas seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5%.

*Datos suministrados por la Empresa Del Monte Andina

Las características biométricas, son características externas importantes desde el punto de vista industrial y comercial, debido a que forman parte de las especificaciones de calidad del producto final. Los valores obtenidos en este ensayo cumplen con los estándares de calidad exigidos por la EDMA, la cual establece para la mazorca un tamaño no menor de 15 ± 1 cm, con un diámetro mínimo de 40 mm y 100% llena de granos, para satisfacer los requisitos del empaque y garantizar un producto de buena calidad al consumidor. En cuanto al rendimiento industrial, en la Tabla 1 se observa que el híbrido 2004, presentó el mayor rendimiento como mazorca congelada y los resultados se encuentran dentro del rango (48% a 54%) establecido por la EDMA, en tanto que son menores a los encontrados (62,72% a 67,37%) por Alfonzo *et al.*, (6) para mazorcas de maíz súper dulce en congelación.

Características químicas

En la Tabla 2 se presentan los resultados del contenido de humedad, sólidos solubles (°Brix), pH, acidez, azúcares reductores y totales, tanto para los híbridos en estado fresco como mazorcas congeladas durante 45 y 90 días de almacenamiento a -18°C . En todas las variables químicas estudiadas se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos. La humedad de las muestras en estado fresco es menor que la del patrón (Bonanza) con excepción del maíz 2038, cuyo contenido fue semejante. Además los valores difieren de los señalados (71,5% – 80,8%) por otros autores (3, 15, 16), quizás esto pueda deberse a las prácticas culturales aplicadas al cultivo, condiciones climáticas y a diferencias varietales. Como consecuencia de la congelación, las mazorcas experimentaron un ascenso en el contenido de humedad a los 45 días de almacenamiento a -18°C , tal vez debido a la absorción de vapor de agua durante el escaldado y en el curso del procesamiento, mientras que entre los 45 y 90 días de almacenamiento, la humedad disminuyó a valores similares a los de la muestra fresca. Al respecto Lafuente (17) plantea que el principal deterioro

físico de un alimento durante el almacenamiento congelado es la deshidratación, la cual es ocasionada por las fluctuaciones en la temperatura, durante dicho período de almacenamiento. Algunos autores (18) señalan que el maíz dulce tiene una humedad óptima para el consumo cuando presentan entre 70-75%, rango de aceptabilidad al cual se aproximan los valores obtenidos para los maíces estudiados.

Los híbridos de maíz dulce del genotipo (*su*), por lo general, presentan valores de sólidos solubles altos, debido al gran contenido de polisacáridos solubles en agua, tales como el fitoglicógeno, que incrementa los °Brix (19). En los maíces estudiados en estado fresco, estos sólidos variaron entre 21,85% y 28,75%, presentando el híbrido patrón el menor valor, estos resultados coinciden con los obtenidos (22,4%) por Zhu *et al.*, (19) y (28,24%) por Correa (3) para maíz dulce, y son mayores a los encontrados en híbridos superdulces (18,40% - 18,63%) por Alfonzo *et al.*, (6), como era de esperarse. En los maíces estudiados, esta variable no presentó una tendencia definida con respecto al tiempo de almacenamiento congelado, lo cual también ha sido observado por otros autores en el almacenamiento refrigerado de maíz dulce (19) y súper dulce (4). Aunque en el caso de los híbridos superdulces congelados, la tendencia de estos sólidos ha sido disminuir (6).

El pH de los híbridos bajo estudio, fue mayor que el de Bonanza, y concuerda con los valores señalados por varios investigadores (4,6) para híbridos de maíz superdulce (6,42 - 6,59), pero es inferior al hallado por Correa (3) en el maíz dulce Bonanza (7,18). A los 45 días de almacenamiento congelado, el pH de las mazorcas de los híbridos disminuyó, excepto en el híbrido 2038 en el que se observó un aumento. Así mismo, descendió en las mazorcas de los híbridos 2038 y 2010 a los 90 días de congelación, pero aumentó en el híbrido Bonanza y se mantuvo constante en el 2004, es decir presentó un comportamiento no definido; sin embargo al comparar el pH de las mazorcas de los híbridos en estado fresco con el de las mazorcas después de 90 días de almacenamiento

congelado, pareciera que la tendencia de esta variable es a disminuir con el almacenamiento. La acidez de las mazorcas de los híbridos estudiados fue menor a los valores (0,23%-1,14%) señalados en la bibliografía (4,6) para híbridos de maíz superdulce y para el maíz dulce Bonanza (0,23%) (3). Durante el almacenamiento de las mazorcas, la acidez aumentó a los 45 días en los híbridos 2038 y Bonanza, disminuyó en el 2010

y no varió en el 2004, en tanto que a los 90 días aumentó en todos los maíces. Al comparar la acidez de las mazorcas de los híbridos en estado fresco con la de las mazorcas después de 90 días de almacenamiento congelado, se observa que la tendencia de esta variable es aumentar con el almacenamiento, lo cual concuerda con la disminución observada del pH.

TABLA 2
Características químicas de mazorcas de híbridos de maíz dulce congeladas y almacenadas a -18 °C durante 90 días.

Híbridos	Días	Humedad (%)	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez (%)	Azúcares reductores (%)	Azúcares totales (%)
2038	Mf	69,8 aA	26,92 bB	6,61 bB	0,12 cC	15,13 bA	19,46 bA
	45	70,14 bA	29,38 bA	6,76 aA	0,25 aB	4,95 aB	13,91 aB
	90	69,11 aA	24,16 bC	6,29 bC	0,45 bA	4,00 aB	8,71 aC
2010	Mf	60,41 cB	28,75 aB	6,38 cA	0,16 aB	6,58 dA	12,69 cA
	45	65,68 cA	32,26 aA	6,00 cB	0,12 bC	1,91 dB	4,48 cB
	90	60,84 cB	33,08 aA	5,44 dC	0,19 cA	1,47 cC	3,11 dC
2004	Mf	62,63 bB	27,85 abB	6,41 cA	0,16 aB	13,84 cA	18,47 bA
	45	64,88 cA	25,12 cC	5,92 cB	0,15 bB	3,45 cB	5,68 cB
	90	63,23 bB	32,16 aA	6,11 cAB	0,21 cA	1,75 cC	4,01 cC
Bonanza	Mf	70,48 aB	21,85 cB	6,66 aA	0,14 bC	17,03 aA	33,77 aA
	45	73,67 aA	26,05 cA	6,34 bC	0,23 aB	3,51 bB	9,48 bB
	90	69,43 aB	22,83 bB	6,58 aB	0,50 aA	3,31 bB	6,48 bC

Mf = Muestra fresca.

Valores en columnas con letras minúsculas comunes no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los híbridos para un mismo tiempo de almacenamiento.

Valores en columnas con letras mayúsculas comunes no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) para un mismo híbrido durante el almacenamiento congelado.

Los contenidos de azúcares reductores y totales de las mazorcas en estado fresco, fueron menores a los del patrón (Bonanza); apreciándose en todos los híbridos *su*, bajo estudio, incluyendo al Bonanza, un contenido mayor de azúcares reductores, pero una menor cantidad de azúcares totales en comparación a los híbridos de maíz superdulces (*sh2*), analizados por Alfonso *et al* (6), esto último era de esperarse, debido a que el gen *su* produce un aumento de los polisacáridos solubles en agua, como el fitoglicógeno y disminuye la síntesis del almidón, mientras que el gen *sh2* no sintetiza la enzima ADP-glucosafosforilasa, clave en la síntesis del almidón, causando una acumulación de sacarosa y de lípidos en lugar de polisacáridos solubles y almidón, en consecuencia los híbridos *sh2* poseen cuatro u ocho veces más azúcares que los

híbridos *su* (20). En general, la reducción de los azúcares en los maíces congelados evidencia pérdidas de estos compuestos, posiblemente en el proceso de escaldado y durante el almacenamiento al reaccionar con aminas, aminoácidos y proteínas produciendo acetil-carbonil-amina (21).

Análisis microbiológicos

En la Tabla 3, la cual muestra la calidad microbiológica de los híbridos de maíz, se observan altas poblaciones de los microorganismos estudiados en las muestras frescas, excepto en el híbrido 2004, el cual presentó bajas poblaciones de hongos y levaduras. En los psicrófilos, los valores son bajos si se comparan con los de Alfonso *et al.*, (6) para híbridos de maíz superdulce ($5,3 \times 10^2$ - $3,5 \times 10^5$).

TABLA 3
Calidad microbiológica de mazorcas de híbridos de maíz dulce congeladas y almacenadas a -18 °C durante 90 días

Híbrido	Días	Hongos Propágulos/g	Levaduras Ufc/g	Mesófilos aerobios Ufc/g	Coliformes totales Ufc/g	Psicrófilos Ufc/g
2038	0	6×10^3	$5,1 \times 10^4$	$1,85 \times 10^6$	$0,21 \times 10^3$	<300
	45	$3,2 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$6,18 \times 10^3$	$0,48 \times 10^2$	< 300
	90	10×10^1	$9,7 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	<30	< 300
2010	0	$8,4 \times 10^3$	$4,5 \times 10^4$	$0,17 \times 10^6$	$1,1 \times 10^3$	<300
	45	$4,6 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$3,93 \times 10^3$	$2,41 \times 10^2$	< 300
	90	21×10^1	$1,9 \times 10^2$	< 30	$1,15 \times 10^2$	< 300
2004	0	<30	<30	$5,3 \times 10^6$	>2400	<300
	45	< 30	< 30	$8,95 \times 10^3$	$5,8 \times 10^2$	< 300
	90	< 30	< 30	$4,59 \times 10^3$	$0,93 \times 10^2$	< 300
Bonanza	0	49×10^3	$3,5 \times 10^4$	$1,42 \times 10^6$	$0,93 \times 10^3$	< 300
	45	$2,82 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$4,1 \times 10^3$	$1,92 \times 10^2$	< 300
	90	$5,5 \times 10^1$	$2,9 \times 10^2$	$2,38 \times 10^3$	$0,88 \times 10^2$	< 300

Evaluar la calidad microbiana de la materia prima es de suma importancia, ya que influye marcadamente en la estabilidad e inocuidad del producto final; algunos autores (22) recomiendan que el maíz dulce, antes de entrar en los congeladores, no deben de contener más de 60.000 bacterias/g, lo cual coincide con los resultados obtenidos. En las mazorcas congeladas y almacenadas durante 45 días y 90 días a -18 °C, se aprecia que la carga microbiana disminuyó drásticamente luego del proceso de escaldado y congelación, y prosiguió durante el almacenamiento congelado a -18 °C, caso contrario al ocurrido en maíces súper dulces (6). Las bacterias se ubicaron por debajo del estándar establecido por la EDMA (23), para este producto, la cual fija un valor menor de 100×10^3 g en carga microbiana de bacterias o contaje total en placas. Finalmente se puede decir que las mazorcas se encontraban dentro del rango microbiológico aceptable, siendo un indicador de la calidad de los maíces congelados.

En conclusión las mazorcas de los híbridos de maíz dulce 2038, 2010, 2004 y Bonanza, cumplieron con las especificaciones establecidas por la EDMA, tanto en las características biométricas como en el rendimiento obtenido en mazorcas congeladas, por lo cual satisfacen la expectativa de uso a nivel industrial. Al comparar los híbridos en estado fresco con el patrón, se aprecia que estos presentaron un pH más bajo, menor contenido de humedad, azúcares reductores y totales, y mayor porcentaje de sólidos solubles y acidez, con excepción del híbrido 2038 cuya contenido de humedad no se diferenció de la del patrón. Con relación a las características químicas de las mazorcas congeladas, todos los híbridos

mostraron una buena estabilidad, presentando ligeras disminuciones en la humedad, °Brix, pH, y acidez, con excepción de los azúcares reductores y totales que se redujeron notoriamente. La calidad microbiológica de las mazorcas congeladas de los híbridos de maíz dulce también se ajustó a los parámetros establecidos por la EDMA para este tipo de producto, por lo que los híbridos estudiados pueden ser considerados aptos para su procesamiento y consumo, destacándose el híbrido 2083, cuyas características fueron parecidas al Bonanza.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento a la empresa Del Monte Andina, por la colaboración prestada en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- Jugenheimer, R. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa. México, 1990. 834 p.
- Zbigniew, G y Postolski, J. Tecnología de la congelación de los alimentos. Editorial Acribia, Madrid, 1985. 631 p.
- Correa, D. Determinación del punto óptimo de cosecha del maíz dulce (*Zea mays* L.) "Bonanza" para su enlatado. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, 1999. 100 p.
- Ávila, M y Bernaez, J. Efecto del gen brittle-1 (bt1) sobre las características de la calidad de las mazorcas en híbridos de

- maíz super dulce (*Zea mays* L.) tropicales. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, 2000. 101 p.
5. Camacho C, Alfonzo B, Ortiz de B L y De Venanzi F. Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz súper dulce. Arch. Latinoamer. Nutr. 2001; 51 (2): 180-186.
 6. Alfonzo B, Camacho C, Ortiz de B L y De Venanzi F. Adaptabilidad de mazorcas de híbridos de maíz súper dulce al procesamiento industrial. I congelación. Arch. Latinoamer. Nutr. 2002; 52 (3): 294-300.
 7. Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). Official Methods of Analysis. 15th Ed. Washington D.C., 1990. 1298 p.
 8. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma venezolana N° 924-88. Determinación de sólidos solubles en frutas y productos derivados. Ministerio de Fomento. Caracas-Venezuela, 1978. 21p.
 9. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma venezolana N° 1337-78. Determinación de hongos y levaduras. Ministerio de Fomento. Caracas-Venezuela, 1978. 6p.
 10. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma venezolana N° 1104-84. Determinación del número más probable de coliformes fecales y de *Escherichia coli*. Ministerio de Fomento. Caracas- Venezuela, 1984. 12p.
 11. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma venezolana N° 902-87. Métodos para el recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de petri. Ministerio de Fomento. Caracas- Venezuela, 1987. 3p.
 12. Gómez, E. Evaluación de tres cultivares y cuatro densidades de-siembra en maíz dulce (*Zea mays* L.). Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, 1995. 72 p.
 13. Fondo Hondureño de Investigación Agrícola (FHIA) "Citing the sites" (on line): Maíz dulce. <http://fhia.hn/maiz-dulce.htm>. (14 de Enero del 2001).
 14. Wellhausen J; Roberts L y Hernández E. Razas de maíz en México su origen, características y distribución. Programa de agricultura cooperativo de la secretaria y ganadería de México. Fundación Rockefeller, 1984. 236 p.
 15. Evensen KB y Boyer CD. Carbohydrate composition and sensory quality of fresh and stored sweet corn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1986; 111 (5): 734-768.
 16. Wong AD; Juvik JA; Breeden DC y Swiader JM. Shrunken 2 sweet corn yield and the chemical components of quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1994; 119 (4):747-755.
 17. Lafuente B. La calidad de los alimentos congelados. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 1982; 22 (1): 39-50.
 18. Wann EV, Brown G y Hills WA. Genetic modifications of sweet corn quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1971; 96:441-444.
 19. Zhu S, Mount JR y Collins JL. Sugar and soluble solids changes in refrigerated sweet corn (*Zea Mays* L.). J. Food Sci. 1992; 57 (2): 454-457.
 20. Creech RG. Genetic control of carbohydrate synthesis in maize endosperm. Genetics 1965; 52:1175-1186.
 21. Salunke DK. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables. Cleveland, Ohio, Ed. CRC Inc.1974. 166 p.
 22. Frazier WC y Westthof DC. Microbiología Básica de los Alimentos. 4ª ed. Zaragoza, España. Ed. Acribia.1993. 681 p.
 23. Empresa Del Monte Andina (EDMA). Compañía Venezolana de Conservas C.A. Manual de procesos para elaborar maíz dulce en mazorcas y desgranado congelado, 2000. 49 p.

Recibido: 28-01-2004

Aceptado: 13-12-2004