NOTA TÉCNICA

CARACTERIZACIÓN BIOMÉTRICA DEL CULTIVO Y PERFIL DESCRIPTIVO DE MAZORCAS DEL HÍBRIDO DE MAÍZ SUPERDULCE 'DELICIA' (*BT1*)

Manuel E. Ávila¹, Orangel L. Borges² y Julio C. Bernáez³

RESUMEN

Los estudios de caracterización de maíces superdulces en Venezuela han sido realizados a partir de semilla importada de híbridos portadores del gen *shrunk-2* (*sh2*). Estos cultivares han producido mazorcas de buena calidad de consumo pero, generalmente, presentan limitaciones agronómicas por ser poco adaptados al trópico. En el presente trabajo se determinaron parámetros biométricos del cultivo y de calidad sensorial de las mazorcas del híbrido de maíz superdulce 'Delicia', homocigoto para el gen *brittle-1*, obtenido a partir de programas de mejoramiento genético bajo las condiciones tropicales de Venezuela. Las parcelas experimentales se establecieron en el sector Corocito de Villa de Cura, estado Aragua. A los 23 días después de la polinización se tomó la información para la caracterización biométrica del cultivo y se realizó la evaluación sensorial de las mazorcas por panelistas entrenados para juzgar atributos de apariencia, textura y sabor. Las características biométricas del híbrido indicaron un rendimiento de mazorcas con hojas de 15.347 kg·ha⁻¹ y una apropiada cobertura de mazorca, la cual contribuye a la protección contra el ataque de plagas y pudriciones. Las características de las mazorcas resultaron adecuadas para el procesamiento industrial. El perfil sensorial de las mazorcas indicó que los granos pueden ser descritos como de color amarillo intenso, túrgidos y muy dulces. Los resultados indican el potencial de este híbrido con el gen *bt1* para la producción de maíz superdulce con mazorcas de alta calidad en Venezuela.

Palabras clave adicionales: Evaluación sensorial, mazorca, gen *brittle-1*, trópico

ABSTRACT

Plant biometric characterization and cob sensory quality of super sweet corn 'Delicia' (*bt1*)

The characterization of super sweet corn cultivars in Venezuela has been conducted using introduced seed of commercial hybrids with the *shrunk-2* (*sh2*) gene. These cultivars have shown a good cob quality but with agronomic limitations regarding adaptation to tropical conditions. This research was carried out to determine biometric parameters and sensory quality of the super sweet hybrid Delicia carrying the *brittle-1* gene, obtained in breeding programs carried out under the tropical conditions of Venezuela. The experimental plots were established at Corocito in Villa de Cura, Aragua State, Venezuela. The data for biometrical characterization and sampling of cobs for sensorial evaluation were obtained 23 days after silking. The cobs were evaluated by a trained panel using a sensorial profile with the attributes of appearance, texture and flavor. The biometrical characterization of the Delicia hybrid showed a weight of husked ears of 15,347 kg·ha⁻¹ and a good husk covering which minimizes damages due to insects and rots. Ear characteristics were adequate for industrial processing. The sensory evaluation indicated that grains can be described as of intense yellow color, turgid, and very sweet. The results showed the aptitude of this hybrid, carrying the *bt1* gene, for production of high quality corn ears in Venezuela.

Additional key words: Sensory evaluation, corn cob, *brittle-1* gene, tropics

INTRODUCCIÓN

El principal componente de calidad del maíz

dulce es el dulzor de sus granos, el cual se atribuye a los altos niveles de azúcares totales (Zhu et al., 1992). Este alto contenido de azúcares

Recibido: Enero 2, 2008

Aceptado: Diciembre 10, 2008

¹ Fundación para la Investigación Agrícola Danac. San Javier. Apdo. 182. Guarataro, estado Yaracuy. Venezuela. e-mail: manuel.avila@lycos.com

² Instituto y Dpto. de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay. Venezuela. e-mail: oborges@cantv.net

³ Instituto de Química y Tecnología, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay, Venezuela

está asociado a la disrupción de la síntesis de almidón en el endospermo, la cual es causada por la expresión de ciertos genes que incrementan el contenido de sacarosa y disminuyen los niveles de almidón (Ramírez et al., 2007). La producción de maíz dulce se ha hecho muy popular en países de clima templado como en los EEUU donde, en los últimos años, han sido incorporados híbridos de maíces de tipo superdulces portadores del gen *shrunk-2* (*sh2*) (FHIA, 2000). Los maíces superdulces presentan una mayor preferencia frente a los maíces dulces tradicionales, en su mayoría obtenidos utilizando el gen *sugary-1* (*su*), debido al mayor sabor dulce y la turgencia de sus granos (Wong et al., 1994). Además, dichos atributos de calidad se mantienen por un mayor tiempo después de la cosecha (Zhu et al., 1992).

En Venezuela han sido caracterizados híbridos de maíz dulce con base al gen *sugary1* (*su*) (Ramírez et al., 2007) e híbridos de maíz superdulces portadores del gen *sh2* (Camacho et al., 2001; Alfonso et al., 2002). Dichos trabajos han sido realizados con semilla importada de regiones de clima templado demostrando una alta calidad de consumo bajo la forma de granos enlatados, congelados o como mazorca cocida, en un esfuerzo por fomentar la producción y el consumo de maíz dulce en el país. Sin embargo, la producción de maíz superdulce en los trópicos a partir de cultivares adaptados a climas templados presenta una fuerte limitación, debido a los altos niveles de azúcares y bajos de almidón en su semilla, los cuales reducen las reservas energéticas resultando en una baja germinación (Zan y Brewbaker, 1999). Por otra parte, las altas temperaturas tropicales durante el desarrollo y la maduración de los granos aceleran la conversión de azúcares a almidón y en consecuencia se pierde rápidamente el dulzor, limitando el tiempo entre la cosecha y el procesamiento (Ninomya et al., 1989).

En trabajos de mejoramiento para obtener cultivares de maíz superdulce adaptados a las condiciones tropicales de Venezuela, se ha obtenido la variedad 'CENIAP Dulce', utilizando el gen *brittle1* (*bt1*) (Cartay, 2000; Obregón, 2000). A partir de esta fuente, en el año 2001, se generó un nuevo híbrido de maíz superdulce homocigoto para el gen *bt1* denominado 'Delicia'. Los maíces basados en la expresión del gen *bt1* presentan una mayor germinación (Zan y

Brewbaker, 1999) y acumulan niveles de azúcares totales superiores a 40 % (Brewbaker, 1977), brindándole una mayor preferencia, sobre todo, cuando son consumidos como mazorca tierna (Evensen y Boyer, 1986). El presente trabajo tiene como objetivo describir algunas características biométricas del maíz híbrido 'Delicia', producido bajo las condiciones tropicales, y evaluar la calidad sensorial de sus mazorcas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una siembra con el híbrido Delicia (*bt1*) en hileras separadas 0,8 m y 0,3 m entre puntos, en una parcela de 176 m² dentro del parcelamiento agrícola "Haras Catigüire" ubicado en la zona de Villa de Cura, estado Aragua. Previamente, la semilla se trató con una solución que contenía 1 mL de Semevín (Thiodicarb) por 100 kg de la misma, a la vez que se determinó el porcentaje de germinación bajo el método descrito por ISTA (2006), para lo cual se emplearon cuatro repeticiones de 100 semillas que fueron sembradas a una profundidad de 3 cm en un sustrato de arena esterilizada. En el campo se realizó la caracterización biométrica del cultivo en 30 plantas tomadas al azar y se determinó la altura de planta, altura de la primera mazorca, longitud de la primera mazorca, longitud de la mazorca con y sin brácteas, cobertura de la mazorca, peso de la mazorca con y sin brácteas, número de hileras de la mazorca, diámetro de la mazorca, profundidad del grano y rendimiento de mazorca estimado a partir del peso de las mazorcas y una densidad de 41.666 plantas·ha⁻¹.

Para efectuar el perfil sensorial se realizó un muestreo de mazorcas a los 23 días después de la polinización en 20 plantas, cuando alcanzaron el estado de maduración conocido como "jojoto". Las mazorcas fueron trasladadas en un lapso no mayor de 1 hora después de la cosecha al sitio de acondicionamiento. El acondicionamiento y la evaluación sensorial de las mazorcas se realizaron en la empresa Del Monte Andina, ubicada en Turmero, estado Aragua. Las mazorcas se lavaron, deshojaron y se eliminaron ambos extremos y sólo se utilizó la parte media para asegurar una mayor uniformidad de los granos. Las fracciones de mazorcas fueron sometidas a cocción con agua a 98 °C por 15 minutos. Después de este tratamiento fueron servidas a siete panelistas sensoriales, en

bandejas codificadas para su evaluación en un lapso no mayor de 5 minutos. Los panelistas sensoriales empleados fueron personas entrenadas que evalúan rutinariamente maíces dulces, como parte del control de calidad de dicha empresa. Las evaluaciones se realizaron conforme a las condiciones recomendadas para este tipo de paneles en cuanto a iluminación y ambiente. La disposición de panelistas para la evaluación fue de tipo mesa redonda donde los resultados eran discutidos *in situ* entre panelistas para validarlos. La evaluación consistió en determinar los siguientes atributos: apariencia, textura, color, olor, sabor y dulzor; siguiendo la metodología descrita por Camacho et al. (2001), la cual consistió en aplicar una escala estructurada con valores de uno a cinco, representando la menor y mayor intensidad del atributo, respectivamente.

Los resultados para la caracterización agronómica se analizaron mediante parámetros de estadística descriptiva, mientras que para la evaluación sensorial se utilizaron los promedios de la totalidad de panelistas por atributo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características agronómicas del híbrido Delicia (*bt1*) se presentan en el Cuadro 1. En general, los coeficientes de variación encontrados

fueron inferiores a 16 % para todos los indicadores biométricos a excepción de la cobertura de la mazorca (22,3 %); este elevado coeficiente puede atribuirse a que los parentales del híbrido son líneas S2, no completamente homogéneas. Las semillas mostraron una adecuada germinación (>85 %) y las plantas exhibieron una altura promedio de 2,2 m, con una altura de inserción de la primera mazorca de 1,2 m, lo cual favorece las labores de cosecha. La cobertura o distancia apical de las mazorcas estuvo enmarcada dentro del rango de 5 a 8 cm, lo cual puede contribuir a la protección contra el ataque de plagas como mecanismo de exclusión (Gardner et al., 2000).

El peso de la primera mazorca resultó ligeramente superior al promedio señalado por Bejarano et al. (1992) para la variedad Riqueza (*su1*), lo cual indica la buena adaptación de los nuevos híbridos portadores del gen *bt1*. Además, se encontró que tanto la longitud como el diámetro promedio de las mazorcas sin brácteas, así como el número de hileras y profundidad de los granos de 'Delicia', resultaron con valores similares o superiores a los patrones para maíces superdulces comerciales (FHIA, 2000; Pacific Seeds, 2000; Wong et al., 1994), mostrándose adecuadas para el procesamiento industrial de mazorcas frescas enteras.

Cuadro 1. Características agronómicas del híbrido de maíz superdulce 'Delicia' (*bt1*)

Descriptor	n	Media	Coefficiente de variación (%)
Germinación (%)	4 (100 semillas)	85,6	15,4
Altura de planta (m)	30 plantas	2,3	5,3
Altura de la primera mazorca (m)	30 plantas	1,2	10,0
Rendimiento de mazorca (kg·ha ⁻¹)	con brácteas	30 plantas	15.346,8
	sin brácteas	30 plantas	9.971,9
Peso de la mazorca	con brácteas	30 mazorcas	368,3
	sin brácteas	30 mazorcas	239,3
Longitud de la mazorca (cm)	con brácteas	30 mazorcas	24,2
	sin brácteas	30 mazorcas	17,3
Cobertura de la mazorca (cm)	30 mazorcas	6,9	22,3
Número de hileras de la mazorca	30 mazorcas	14,0	9,4
Diámetro de la mazorca (cm)	30 mazorcas	4,9	6,0
Profundidad del grano (mm)	30 (10 granos)	10,0	6,1

La expresividad de estas características podría estar afectada por las condiciones

ambientales presentes en localidades distintas a la seleccionada para el presente estudio, siendo

necesaria la evaluación del híbrido en áreas potenciales para la producción comercial de este tipo de maíz.

Con relación a los atributos sensoriales de las mazorcas (Cuadro 2), los granos presentaron una apariencia descrita como “túrgidos”, lo que podría implicar una mayor aceptación por el consumidor, lo cual se atribuye a la retención osmótica de humedad causada por los altos niveles de azúcares totales presentes en el grano (Ferguson et al., 1979). El color del grano fue definido como “amarillo intenso”, esto se debe principalmente al efecto de los genes para aleurona roja (ARC) presentes en la fuente de maíz *bt1* utilizada para la obtención del híbrido Delicia (Brewbaker, 1977). Se encontró un buen equilibrio de olor y sabor a maíz y el dulzor de los granos fue catalogado como “muy dulce”, lo cual se atribuye a la alta concentración de azúcares por la presencia del gen *bt1*, que como ya fue descrito, permite la acumulación de mayores niveles de sacarosa en el endospermo que los maíces dulces tradicionales (Hannah et al., 1993); con estos resultados se esperaría una mayor preferencia y aceptación por el consumidor.

Cuadro 2. Atributos del perfil sensorial descriptivo del híbrido Delicia (*bt1*)

Atributo	Valoración	Descripción
Apariencia	5	Granos túrgidos
Textura	2	Granos duros
Color	4	Amarillo intenso
Olor	3,5	De moderado a buen olor a maíz
Sabor	4	Buen equilibrio de sabor a maíz
Dulzor	3,5	De dulce a muy dulce

CONCLUSIONES

El híbrido superdulce Delicia (*bt1*) presentó una adecuada germinación de su semilla, así como un buen rendimiento de sus mazorcas. Las características biométricas del cultivo facilitan las prácticas de manejo y cosecha, mientras que las longitudes de mazorca están dentro de los estándares exigidos para la producción industrial de mazorcas comerciales. La descripción sensorial de sus mazorcas indica que los granos son túrgidos, de color amarillo intenso y muy

dulces. La combinación de dichos atributos puede ser traducida a una mayor calidad de consumo. Las características evaluadas en este estudio permiten definir al nuevo híbrido como un cultivar promisorio para la producción y consumo como mazorca entera y con ello se espera fomentar el mercado de maíz superdulce en Venezuela.

LITERATURA CITADA

1. Alfonso, B., C. Camacho, L. Ortiz de B. y F. De Venanzi. 2002. Adaptabilidad de mazorcas de híbridos de maíz súper dulce al procesamiento industrial. I Congelación. Arch. Latinoam. Nutr. 52: 294-300.
2. Bejarano, A., V. Segovia y E. Moreno. 1992. Evaluación de rendimiento y caracteres de plantas y mazorca, en familias de hermanos completos de la variedad de maíz dulce “Riqueza”. Agronomía Tropical 42(3-4): 151-160.
3. Brewbaker, J. 1977. Hawaiian Super-sweet #9 corn. HortScience 12(4): 355-356.
4. Camacho, C., B. Alfonso, L. Ortiz de B. y F. De Venanzi. 2001. Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz súper dulce. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 51(2):180-186.
5. Cartay, R. 2000. El consumo de maíz en Venezuela *In*: El maíz en Venezuela. Fundación Polar (ed.). Caracas. pp. 439-529.
6. Evensen, K. y C. Boyer. 1986. Carbohydrate composition and sensory quality of fresh and stored sweet corn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5): 734-768.
7. Ferguson, J., D. Dickinson y A. Rhodes. 1979. Analysis of endosperm sugar in a sweet corn inbred (Illinois 677a) which contain the sugary enhancer (*se*) gene and comparison of *se* with other corn geno-types. Plant Physiol. 63: 416-420.
8. FHIA (Fondo Hondureño de Investigación Agrícola). 2000. Citing the sites: maíz dulce.

- http://www.fhia.hn/maiz_dulce.htm. (consulta del 30/03/09).
9. Gardner, J., M. Hoffmann y M.E. Smith. 2000. Resistance to european corn borer in processing sweet corn. *HortScience* 35: 871-874.
10. Hannah, C., M. Giroux y C. Boyer. 1993. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet corn and maize improvement. *Scientia Horticulturae* 55: 177-197.
11. ISTA. 2006. The germination test. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA). Bangkok. pp. 1-7.
12. Ninomya, Y., K. Okuno, D. Glover y H. Fuwa. 1989. Some properties of starches of *sugary-1 brittle-1* maize *Zea mays* L. *Starch* 41(5): 165-167.
13. Obregón, P. 2000. Mejoramiento genético del maíz en Venezuela. *In: El maíz en* Venezuela. Fundación Polar (ed.). Caracas. pp. 167-194.
14. Pacific Seeds. 2000. Citing the sites: supersweet corn. <http://www.pacificseeds.com/hybrix5.htm>. (consulta del 30/03/09).
15. Ramírez, A., L. Ortiz de B., N. Martínez y F. De Venanzi. 2007. Adaptabilidad de híbridos de maíz dulce al almacenamiento como granos enteros congelados. *Interciencia* 32(8): 529-534.
16. Wong, A., J. Juvik, D. Breenden y J. Swiander. 1994. Shrunken-2 sweet corn yield and chemical components of quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(4): 747-755.
17. Zan, G.H. y J.L. Brewbaker. 1999. Seed quality of isogenic endosperm mutants in sweet corn (*Zea mays* L.). *Maydica* 44(4): 271-277.
18. Zhu, S., J. Mount y J. Collins. 1992. Sugar and soluble changes in refrigerated sweet corn (*Zea mays* L.). *Journal of Food Science* 57(2): 454-457.