

Respuesta del Maíz (*Zea mays* L.) Tipo Reventón a Diferentes Poblaciones y Niveles de Fertilización en Condiciones Edafoclimáticas de Sabana

Response of popcorn (*Zea mays* L.) to different stands and levels of fertilization under agroecological conditions of savanna

Otahola-Gómez, Víctor Alejandro y Silva-Blanco, Alexandra

Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad de Oriente. *Campus* Los Guaritos. Avenida Universidad, Maturín, estado Monagas. Telefax: 0291-6521192.
E-mail: votahola@cantv.net

RESUMEN

Con el objeto de determinar el comportamiento agronómico de la variedad Santa Cruz de maíz reventón bajo diferentes niveles de fertilización y distancias de siembra se realizó un ensayo en la Estación Experimental de Sabana de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente, ubicada en la localidad de Jusepín, Municipio Maturín del estado Monagas. Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar en arreglo factorial, probándose tres factores: Tres dosis de fertilización (300 – 500 y 700 Kg/ha de 12-24-12); tres distancias de siembra entre hileras (0,60; 0,70 y 0,80 m) y dos distancias de siembra entre plantas (0,15 y 0,20 m) para un total de 18 tratamientos con tres repeticiones. Las parcelas estuvieron conformadas por cuatro hileras de 10 metros de largo cada una, haciéndose los respectivos ajustes para cosechar áreas iguales. Las diferencias entre los promedios se obtuvieron mediante la Prueba de Ámbitos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad. El acame fue mayor al utilizar 0,15 m entre plantas (40%) y DEH de 0,60 y 0,70 m (35%). Solo el peso de 100 semillas fue afectado por la interacción entre los tres factores, los mayores valores se obtuvieron para la combinación de 500 Kg/ha de fertilizante, DEH de 0,60 y DEP de 0,15 m (13,61 g). El mayor rendimiento en granos se obtuvo al utilizar DEH de 0,60 y 0,70 m (1233 y 1020 Kg/ha respectivamente).

Palabras Claves: Maíz reventón, fertilización, distancias de siembra, sabana

ABSTRACT

In order to determine the agronomic performance of the popcorn variety Santa Cruz under different fertilization levels and sowing distances, an experiment was carried out at Experimental Station of Savanna of the Escuela de Ingeniería Agronómica of the Universidad de Oriente, in Jusepín, Municipio Maturín of Monagas state. A 3 x 3 x 2 factorial experiment in randomized complete block design was used with three replications. The three factors were: three fertilization dose (300, 500 and 700 Kg 12-24-12/ha); three between row distance (0.60; 0.70 and 0.80 m) and two in-row distances (0.15 and 0.20 m) for a total of 18 treatments. The plots were conformed by four rows of 10 meters long, adjustments were carried out to harvest the same areas. The differences among means were determined using Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$). Lodging was bigger when using 0.15 m in-row distance (40 %) and between row distances of 0.60 and 0.70 m (35 %). 100-seed weight was the only trait affected by the interaction among the three factors, the biggest values were obtained for the combination of 500 Kg/ha of fertilizer, between row distance of 0.60 and in-row distance of 0.15 m (13.61 g). The biggest grain yield was obtained using between row distance of 0.60 and 0.70 m (1,233 and 1,020 Kg/ha respectively).

Key words: Popcorn, fertilization, plant stand, savanna

INTRODUCCIÓN

El maíz reventón o cotufero como también se le conoce es consumido en todo el mundo, siendo uno de los tipos de maíz con mayor aceptación y difusión en todo el planeta. En Venezuela se consume como rosetas o palomitas, conocidas comúnmente “como cotufas” y también son base de muchos productos confiteros, siendo la principal golosina en los parques, salas de cine y en la población infantil. Sin embargo,

a pesar de su alto consumo, son pocas las siembras comerciales que se realizan en el país, cubriéndose con importaciones nuestro déficit de producción.

El CENIAP ha desarrollado la variedad ‘Santa Cruz’, de buena adaptación a algunas zonas maiceras del país, con potencial de convertirse en una opción de siembra de muchos productores de maíz que buscan alternativas para el desarrollo agrícola. No obstante, se hace necesario determinar los

requerimientos edafoclimáticos de este cultivar y su adaptación a diferentes ambientes. Dentro de las técnicas de manejo es indudable la importancia de los niveles de fertilización y las densidades de siembra, factores que al conjugarse deben permitir la obtención de altos rendimientos y una productividad adecuada.

Existen pocos trabajos de investigación sobre el manejo agronómico de este tipo de maíz en Venezuela, de ahí la inquietud de realizar este ensayo, el cual se llevó a cabo con el objeto de determinar el comportamiento agronómico de la variedad Santa Cruz de maíz reventón cultivado bajo diferentes densidades de siembra y tres niveles de fertilización en condiciones edafoclimáticas de sabana y estudiar su posible utilización en siembras comerciales como una alternativa sustentable para los productores de la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el ensayo en la Estación Experimental de Sabana de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente, en la localidad de Jusepín, Municipio Maturín del estado Monagas, ubicada a unos cinco Kilómetros de la Estación Climatológica de Jusepín, la cual se encuentra situada geográficamente a $9^{\circ} 48'$ de Latitud Norte y $63^{\circ} 26'$ de Longitud Oeste, a una altura de 147 msnm, con registros de precipitación media anual de 1.050 mm y una temperatura media anual de $27,3^{\circ}$ C. Zona clasificada como Tropical Lluviosa, según la Clasificación de Kopen, caracterizada por una alternancia de la estación lluviosa con períodos de sequía (Martínez, 1977).

El ensayo fue realizado en un suelo Franco-Arcilloso-arenoso con pH de 5,2, contenido de materia orgánica de 2,65, con contenidos altos de fósforo (37,8 ppm) y un bajo porcentaje de saturación de Aluminio (3,35%), condiciones comunes en los suelos de sabana de la zona oriental que han venido siendo trabajados agrícolamente durante varios años. La precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo fue de 693,0 mm, distribuidos en los 105 días que el cultivo estuvo en el campo. Sin embargo, se presentó un marcado período de sequía al momento de la floración femenina y con una duración de 13 días, lo cual puede haber afectado el proceso de floración y llenado de los granos.

Se utilizó la variedad SANTA CRUZ, suministrada por los fitomejoradores del CENIAP Maracay. El

ensayo fue instalado bajo un diseño estadístico de bloques al azar en arreglo factorial, con tres factores y tres repeticiones. Los factores estudiados fueron: Tres niveles de fertilización (300, 500 y 700 Kg/ha de 12-24-12- CP); tres distancias de siembra entre hileras (0,60; 0,70 y 0,80 m) y dos distancias de siembra entre plantas (0,15 y 0,20 m) para un total de 18 tratamientos. La combinación entre las distancias de siembra permitió obtener poblaciones de 111.111, 95.238, 83.333, 83.333, 71.429 y 62.500 plantas/ha.

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza convencional y las diferencias entre los promedios fueron detectados mediante la Prueba de Ámbitos Múltiples de Duncan al 5%. Las unidades experimentales estuvieron conformadas por cuatro hileras de 10 metros de largo cada una para las distancias de siembra entre hileras de 0,80 m y de cinco hileras de 10 m de largo para las distancias de siembra entre hileras de 0,70 y 0,60 m. De todas las parcelas se cosecharon áreas iguales (16 m^2) de las hileras centrales. Para tal fin se realizó un ajuste para las diferentes áreas de cada tratamiento a través de la siguiente ecuación: (Rodríguez, 1994)

$$A \text{ Cos} = L \text{ Hilera} \times 2 \text{ ó } 3 \text{ Hil Centrales} \times \text{DEH}$$

Donde:

ACos = Área de Cosecha

DEH = Distancia entre hileras

Igualando A Cos a 16 m^2

$$L_{\text{hilera}} = \frac{16 \text{ m}^2}{2 \text{ ó } 3 \times 0,70 \text{ m}}$$

De esta manera se logró determinar que para los tratamientos con distancias de siembra entre hileras de 0,80 m se cosecharon las dos hileras centrales completas; para los tratamientos con separaciones de 0,70 m entre hileras se cosecharon tres hileras centrales de 7,6 m cada una, descartándose 1,2 metros en los extremos de las hileras; mientras que en los tratamientos con separación de 0,60 m entre hileras, se cosecharon tres hileras centrales de 8,9 m cada una, quedando sin cosechar 0,55 m en los extremos de cada hilera

La siembra se realizó conjuntamente con las labores de fertilización, aplicando el fertilizante en bandas enterradas al lado y por debajo de la semilla. Se aplicó un reabono, 25 días después de la siembra, con urea agrícola a razón de 150 Kg/ha. El control de

malezas se realizó en forma pre-emergente, utilizando una mezcla de Atrazina y pendimentalín, en dosis de 2 Kg/ha y 1 L/ha respectivamente.

Se evaluaron los caracteres: Largo y peso de la mazorca, peso de 100 semillas, rendimiento en granos (Kg/ha) y porcentaje de plantas acamadas a cosecha, además de los caracteres altura de la planta, altura de inserción de la mazorca y prolificidad.

RESULTADOS

Longitud (cm) de la mazorca

El respectivo análisis de los datos indicó que se presentaron diferencias estadísticamente significativas para los efectos simples de los factores distancia de siembra entre hileras y distancia de siembra entre plantas, no encontrándose diferencias entre las dosis de fertilización y para la interacción entre los factores estudiados. La prueba de promedios realizada para comparar las distancias de siembra entre hilera indica que la mayor longitud de la mazorca se obtuvo al utilizar una distancia de siembra entre plantas de 0,70 m (Cuadro 1). En cuanto al efecto de las distancias entre plantas utilizadas, el Cuadro 2 nos muestra la prueba de promedios para este factor, indicando la misma que al utilizar 0,20 m entre plantas se producen las mazorcas más largas.

En general, el largo de la mazorca encontrado para la variedad Santa Cruz en las condiciones edafoclimáticas donde se realizó el ensayo fue cercano a los 12 cm

Peso (g) de la mazorca

El análisis de varianza realizado para este carácter mostró diferencias estadísticamente significativas solo para el efecto de la distancia de siembra entre hileras, no así para los demás factores estudiados ni para la interacción entre ellos. La respectiva prueba de promedios indicó que el mayor peso de la mazorca se obtuvo al utilizar distancias de siembra de 0,70 y 0,80 metros (Cuadro 1).

El maíz reventón mostró una gran prolificidad, aspecto que influye notablemente sobre el largo y el peso de la mazorca, ya que la planta es

capaz de producir mayor número de mazorcas, pero las mismas serán de menor tamaño y peso.

Número de plantas acamadas

El análisis de los datos obtenidos para este parámetro indicó diferencias estadísticamente significativas para los efectos simples de distancia entre hileras y distancias entre plantas, no así para los niveles de fertilización y la interacción entre los factores estudiados. La prueba de promedios para las diferencias entre las distancias de siembra entre hileras se observan en el Cuadro 1, notándose que el mayor porcentaje de plantas acamadas se presentó al utilizar las distancias de 0,60 y 0,70 m entre hileras. Por otro lado, al observar el efecto de las distancias de siembra entre plantas, se observó que hubo mayor porcentaje de plantas volcadas al utilizar la menor distancia entre plantas (0,15 m).

En general se observó la tendencia a aumentar el porcentaje de acame en la medida que se incrementa la densidad de siembra, tal vez como resultado de la mayor competencia entre las plantas. A pesar de no haberse observado diferencias entre los niveles de fertilización la competencia entre las plantas produce en las mismas, tallos más delgados y plantas de mayor altura, lo cual favorece su volcamiento.

Peso de 100 semillas

El análisis de los datos para el carácter peso de 100 semillas mostró diferencias estadísticamente significativas para la interacción niveles de fertilización, distancia de siembra entre plantas y distancia de siembra entre hileras, no presentándose diferencias para los efectos simples de los factores estudiados. Los resultados de la prueba de promedios para el peso de 100 semillas se observa en el Cuadro 3 y el mismo muestra que el mayor peso de 100 semillas se obtuvo con la aplicación de 500 Kg/ha de fertilizante y la siembra a una distancia de 0,60 metros entre hilera y 0,15 m. entre plantas, es decir la combinación de siembra que permite obtener una mayor población de plantas. Sin embargo, el menor peso de 100 semillas lo mostró el tratamiento donde se utilizó esta misma combinación de siembra, pero con un nivel de fertilizante de 300 Kg.

Cuadro 1. Efecto de tres distancias de siembra entre hileras sobre la longitud (cm) de la mazorca, el peso (g) de la mazorca, porcentaje de acame y rendimiento en granos de la variedad Santa Cruz de maíz reventón, evaluada en condiciones edafoclimáticas de sabana en el estado Monagas.

Distancia entre Hilera (m)	CARÁCTER			
	Longitud de la mazorca (cm)	Peso de la mazorca (g)	Porcentaje de Acame	Rendimiento en granos (Kg/ha)
0,60	11,86 B	36,35 B	35,25 B	650,4 B
0,70	12,42 A	41,96 A	34,28 B	1233,7 A
0,80	11,89 B	37,28 AB	23,04 A	1020,3 A

Prueba de Ámbitos Múltiples de Duncan al 0,05

Letras iguales indican similitud estadística solo dentro de cada carácter

Cuadro 2. Efecto de dos distancias de siembra entre plantas sobre la longitud (cm) de la mazorca y porcentaje de acame de la variedad Santa Cruz de maíz reventón, evaluada en condiciones edafoclimáticas de sabana en el estado Monagas.

Distancia entre plantas (m)	CARÁCTER	
	Longitud de la mazorca (cm)	Porcentaje de Acame
0,15	11,71 B	40,25 B
0,20	12,40 A	32,55 A

Prueba de Ámbitos Múltiples de Duncan al 0,05

Letras iguales indican similitud estadística solo dentro de cada carácter

Cuadro 3. Efecto de tres distancias de siembra entre hileras, dos distancias de siembra entre plantas y tres niveles de fertilización sobre el peso de cien semillas en la variedad Santa Cruz de maíz reventón, evaluada en condiciones edafoclimáticas de sabana en el estado Monagas.

D.E.P (m)	D.E.H. (m)	DOSIS DE FERTILIZANTES (Kg/ha)		
		300	500	700
0,15	0,60	7,00 D	13,61 A	7,80 CD
	0,70	9,48 BC	10,53 B	8,10 CD
	0,80	9,09 BCD	9,19 BC	9,51 BC
0,20	0,60	9,90 BC	8,76 BCD	7,88 D
	0,70	8,31 CD	8,12 CD	9,70 BC
	0,80	8,25 CD	8,91 BCD	8,15 CD

Prueba de Ámbitos Múltiples de Duncan al 0,05

Letras iguales indican similitud estadística

Rendimiento en granos (Kg/ha)

Solo se presentaron diferencias estadísticas para el factor distancia de siembra entre hileras, no así para los demás factores estudiados y para la interacción entre los mismos. La prueba de promedios respectiva indica que el mayor rendimiento en granos se obtuvo al utilizar distancias de 0,70 y 0,60 metros entre hileras (Cuadro 1).

Millán *et al.* (1988) al evaluar la variedad Santa Cruz en la localidad de Boquerón de Amana, Municipio Maturín del estado Monagas, encontraron

rendimientos de 813 Kg/ha, menores a los encontrados en este ensayo, donde al utilizar distancia de 0,70 m entre hileras se obtuvo más de 1200 Kg/ha.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este ensayo muestran algunas características biométricas de la variedad Santa Cruz de maíz reventón al ser evaluada en condiciones edafoclimáticas de sabana en el estado Monagas. Los datos indican que a pesar de mostrar rendimientos bajos (alrededor de 1200 Kg/ha) el alto precio de venta de este producto (700 Bs/Kg) indica

que la siembra de maíz de cotufa pudiera ser una alternativa para los productores de este importante rubro en la zona de sabana del estado. Sin embargo, es necesario incrementar las investigaciones en este cultivo, sobre todo en los aspectos relacionados con sistemas de labranza y sobre el control de malezas y plagas. Por otro lado, a pesar de no haberse obtenido diferencias entre los niveles de fertilización para la mayoría de los caracteres evaluados, es necesario intensificar la investigación en esta área, especialmente sobre fuentes y épocas de fertilización.

Mudri *et al.* (1996), al estudiar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno, densidad de siembra y aplicación de riego suplementario en maíz indican que el mayor efecto sobre el rendimiento en granos y sobre otros caracteres de la planta se deben al efecto de la densidad de siembra. Por su parte Khan *et al.* (1993) indican que los mayores rendimientos en maíz tipo reventón al ser evaluado bajo tres diferentes poblaciones de plantas (53.000, 72000 y 93.000 plantas/ha) se presentaron con poblaciones medias y que los rendimientos tienden a disminuir si se eleva la densidad de siembra por encima de estos valores.

Nagy (1995) indican que el efecto de la fertilización nitrogenada aplicada en forma de reabono en maíz tuvo mayor efecto sobre el rendimiento que la fertilización básica. Efecto similar se presentaron en este ensayo, donde no se observaron diferencias entre las dosis de fertilización en la mayoría de los parámetros evaluados, tal vez por el hecho de que el suelo utilizado para la siembra presentaba altos residuales de fósforo y potasio.

Las mazorcas del cultivar Santa Cruz de maíz reventón en condiciones de sabana presentaron una longitud promedio cercano a los 12 cm, valor inferior al reportado por Bejarano *et al.* (1974) para este mismo cultivar. En cuanto al rendimiento en granos, Bejarano y Segovia (1987) reportan rendimientos en granos de 1500 Kg/ha para la variedad Santa Cruz al evaluarla en el estado Aragua; resultados superiores a los encontrados en este ensayo en condiciones agroecológicas de sabana. Sin embargo, Añez y Tabira (1989) indican que en zonas altas del estado Mérida el cultivar presenta rendimientos cercanos a los 800 Kg/ha.

CONCLUSIONES

- ❖ La longitud de la mazorca fue afectada por la distancia de siembra entre hileras y por la

distancia de siembra entre plantas, presentándose las mazorcas más largas al sembrar las plantas a 0,70 m entre hileras y con 0,20 m entre plantas.

- ❖ Las mazorcas más pesadas se obtuvieron al utilizar 0,70 y 0,80 metros entre hileras. Además, el menor porcentaje de acame se presentó al utilizar 0,80 metros entre hileras y 0,20 metros entre plantas.
- ❖ El mayor peso de cien semillas se obtuvo en el tratamiento donde se combinó 0,15 metros entre plantas, 0,60 metros entre hileras y una dosis de fertilización de 500 Kg/ha.
- ❖ El rendimiento en grano fue afectado solo por el factor distancia de siembra entre hileras, obteniéndose el mayor rendimiento al utilizar las 0,70 y 0,80 metros entre hileras.
- ❖ De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo, la variedad Santa Cruz de maíz reventón presentó buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de sabana en el estado Monagas, pudiendo ser una alternativa para los productores de maíz en la zona.

LITERATURA CITADA

- Añez, B. y Tabira, E. Compuesto "Santa Cruz". Maíz apropiado para las zonas altas de los Andes. Agricultura Andina. I.I.A.P. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 3(1986-1988): 7-29
- Bejarano, A. y Segovia, V. 1987. Santa Cruz: Nuevo cultivar de maíz para la elaboración de cotufas. Fondo nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Carta Agrícola. 9(4).
- Khan, A.; Asís, A., Salim, M. Y Khan, M. Response of two maize cultivars to management inputs. Sarhad-Journal of Agriculture (Pakistan). Oct 1993 v. 9(5) p. 355-358.
- Martínez, L. R., 1977 Clima del área de Jusepín, estado Monagas. Trabajo de Ascenso para Profesor Agregado. Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad de Oriente. Jusepín. Venezuela. pp 42-46.
- Millán, A. Valdivieso, J. y Malavé, E. 1988 Evaluación del comportamiento de 25 cultivares de maíz reventón en Boquerón de Amana, Municipio Maturín, estado Monagas.

Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias FONAIAP.

Novenytermeles (Hungary). V. 44(5-6) p. 493-506.

Mudry, P.; Juracek, A. y Sedlak, A. 1996. Effect of nitrogen doses, stand density and supplemental irrigation on a model maize hybrid. *Polnohospodarstvo (Slovakia)* V. 42(9) p. 657-668.

Rodríguez, Z. Efecto de nueve densidades de población sobre el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. Ceniap-Dulce, en un suelo ultisol de sabana del estado Monagas. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 141 p.

Nagy, J. 1995. Evaluation of fertilization effect on the yield of maize in different years.