

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL MAÍZ DULCE, *ZEA MAYS* L. VAR. SACCHARATA, EN CINCO DENSIDADES DE PLANTACIÓN ¹

MENDOZA G, M. V. ²

ENCISO GARAY, C. R. ³

RIOS, R. ⁴

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the effect of distances: 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 and 0,35 m between plants over the yield and some characteristics of the vegetative development of sweet corn, Bright Jean variety. The distance between rows were 0,90 m. The experiment was conducted at Centro Hortifrutícola of the Facultad de Ciencias Agrarias- UNA, San Lorenzo, between the months of February and April, 2007, on a soil classified like Ultizol. The weed control was carried out in periodic and manual form. The irrigation used was with perforated tapes of low pressure, which was placed on each line of plantation. The statistical design adopted was completely randomized with five replications. The data obtained was submitted by the variance analysis and the averages compared by the Tukey test. The results indicates that the distances between plants did not affected the characteristics of the vegetative development like height and numbers of leaves, however, for diameter of the stem was observed that the treatments with 0,30 y 0,35 m between plants, statistically exceeded to the treatment with 0,15 m. Regarding to the quality, the middle weight of cob of treatments with 0,25 and 0,30 m between plants was exceeded to the treatment with 0,15 m. In spite of exist differences in the middle weight of spikes, the quality of the same in all treatments was appropriated for the marketing. The cob's productivity was proportional to the poblational density.

Key words: sweet corn, plants density, yield.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las distancias: 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 y 0,35 m entre plantas, sobre el rendimiento y algunas características del desarrollo vegetativo del maíz dulce, variedad Brighth Jean. La distancia entre hileras para todos los tratamientos fue de 0,90 m, lo que permitió obtener densidades poblacionales de 74.074; 55.555; 44.444; 37.036 y 31.746 plantas/ha. El experimento fue conducido en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, entre los meses de Febrero y Abril de 2007, en un suelo clasificado como Ultizol. El control de malezas se realizó en forma periódica y manual. El riego utilizado fue con cintas perforadas de baja presión, las cuales fueron colocadas en cada línea de plantación. El diseño estadístico adoptado fue Completamente al azar con cinco repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas por el test de Tukey y en algunos casos se efectuó el análisis de regresión. Los resultados indican que las distancias entre plantas no afectaron las características del desarrollo vegetativo como altura y número de hojas por planta, sin embargo, el aumento de la densidad poblacional reduce el diámetro del tallo. El peso y diámetro de espigas fue superior con los tratamientos de 0,25 y 0,30 m entre plantas. A pesar de existir diferencias en el peso de espigas, la calidad de las mismas en todos los tratamientos fue adecuada para la comercialización en forma fresca. La productividad de espigas fue proporcional a la densidad poblacional.

Palabras clave: maíz dulce, densidad de plantas, rendimiento.

¹ Parte de la tesis de grado presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Departamento de Producción Agrícola.

² Ing. Agr. Egresada de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Departamento de Producción Agrícola.

³ Prof. Ing. Agr. Dr. Docente a Tiempo Completo y Dedicación Exclusiva. Departamento de Investigación. Facultad de Ciencias Agrarias-UNA.

⁴ Prof. Ing. Agr. Docente a Tiempo Completo. Departamento de Producción Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias-UNA.

INTRODUCCIÓN

El maíz dulce, *Zea mays* L. var. *saccharata*, es un tipo de maíz utilizado exclusivamente para la alimentación humana. Es una mutación del maíz de grano que posee el gen azucarero *su*, que bloquea la conversión de los azúcares del grano en almidón.

En el Paraguay fue introducido recientemente como rubro hortícola y en la actualidad su cultivo está difundido principalmente entre los agricultores de la zona Central. La producción se comercializa en su totalidad para su consumo en fresco, en los supermercados y ferias, en espigas acomodadas en bandejas.

Como es un rubro de reciente introducción existen pocas informaciones científicas sobre la distancia adecuada de plantación y, en la mayoría de los casos los productores utilizan bajas densidades, con lo cual sus rendimientos disminuyen.

De acuerdo a Vigliola (2003), la distancia de plantación tiene marcado efecto sobre el rendimiento y calidad de la producción. Como regla general, al aumentar la densidad de plantación, aumenta el rendimiento total, pero disminuye el rendimiento comercial debido a un menor tamaño de las mazorcas (Panera, 2002).

El aumento de la población sufre la influencia directa de la disponibilidad de agua y nutrientes. Cuando ambos no son limitantes, el factor que pasa a predominar en la población es la disponibilidad de luz, cuando aumentos en la población pasan a determinar una mayor competición por ese factor entre las plantas (Fornasieri Filho et al., 1988).

Las distancias de plantación recomendadas por Correa (1992) y Filgueira (2003), para maíz dulce son de 90 a 100 cm entre hileras y 20 a 30 cm entre plantas, mientras que Iglesias & Frattini (1995) de 70 a 80 cm entre hileras y 20 a 25 cm entre plantas y Smith et al. (2002) de 90 a 100 cm entre hileras y 17,5 a 25 cm entre plantas.

Estudiando el efecto de tres distancias entre hileras (0,70; 0,80; 0,90 m) y tres distancias entre plantas (0,20; 0,25; 0,30 m) Otahola Gómez & Rodríguez (2001) verificaron que la mayor densidad de siembra (0,70 x 0,20 m) proporcionó el más elevado rendimiento, mientras que el mayor diámetro de espigas se obtuvo con la menor densidad.

Barbieri et al. (2005) evaluaron la productividad de dos híbridos de maíz dulce en cinco densidades de plantación, correspondientes a 50, 55, 60; 65 y 70 mil plantas/ha. Los resultados indican que la longitud de mazorcas de 15 cm considerada como mínima para la comercialización se puede obtener con la densidad de 67.000 plantas/ha.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de cinco distancias entre plantas, en el desarrollo vegetativo y rendimiento del maíz dulce variedad híbrida Brigh Jean.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Centro Hortifrutícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicado en San Lorenzo, Paraguay, cuyas coordenadas son 25° 21' latitud Sur y 57° 27' longitud Oeste y una altitud de 125 m, entre los meses de Febrero y Abril de 2007. El suelo del local del experimento es clasificado como Ultisol.

La producción de mudas se realizó en invernadero, utilizando bandejas de 105 celdas cargadas con un sustrato compuesto por humus de lombriz.

La preparación de suelo se realizó en forma convencional, que consistió en una arada profunda, seguida de una pasada de rastra y posterior nivelación con motocultor. El trasplante al lugar definitivo se efectuó cuando las mudas presentaron 3 a 4 hojas definitivas.

Los tratamientos estuvieron constituidos por las distancias entre plantas de: 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 y 0,35 m. Para todos los tratamientos se utilizó un espaciamiento entre hileras de 0,90 m, que permitió obtener densidades de 74.074; 55.555; 44.444; 37.036 y 31.746 plantas/ha, respectivamente.

En todos los tratamientos se procedió a eliminar los brotes laterales que aparecieron en la base del tallo de la planta y también se dejó sólo la primera espiga emitida por planta, eliminando las restantes, antes del llenado de granos.

Para el control de plagas, principalmente de *Spodoptera frugiperda*, se realizaron pulverizaciones con cipermetrina, en la dosis recomendada por los fabricantes.

Las malezas fueron controladas en forma manual con carpidas y el riego utilizado fue con cintas perforadas, de baja presión.

El diseño estadístico adoptado fue Completamente al azar con cinco repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por tres hileras de 1,8 m de longitud, siendo consideradas como útiles la hilera central.

Fueron evaluadas las siguientes características agronómicas: altura de planta en cm, medida a partir de la superficie del suelo hasta la hoja bandera, número de hojas por planta, diámetro del tallo y diámetro de espigas, medidas con paquímetro, longitud de espigas, medido con regla graduada en milímetros, peso de espigas y rendimiento.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza por el test de F y las medias que presentaron diferencias estadísticas significativas comparadas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad y en algunos casos se efectuó el análisis de regresión polinomial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas entre las distancias de plantación evaluadas, para altura de plantas y número de hojas por planta, mientras que el diámetro del tallo fue afectado por las diferentes distancias de plantación estudiadas (Tabla 1).

Con relación a la altura de planta, los resultados obtenidos en este trabajo se asemejan a lo señalado por Otahola Gómez & Rodríguez (2001), Merlo et al. (1988), Pissaia et al. (1996) y Rodríguez (2003) quienes en investigaciones con diferentes densidades de plantación en maíz dulce, reventón y amiláceo, respectivamente, mencionan que no encontraron diferencias para esa característica.

Los valores medios obtenidos en esta trabajo para altura de plantas, que estuvieron entre 1,89 y 2,01 m, son ligeramente inferiores a lo citado por Otahola Gómez (2001) que evaluando algunos índices agronómicos del maíz dulce obtuvo una media para altura de plantas de 2,05 m.

TABLA 1- Valores medios de altura, número de hojas y diámetro de tallo de plantas de maíz dulce, en función a cinco densidades de plantación. FCA/UNA, San Lorenzo, 2007

Distancia entre plantas (cm)	Altura de plantas (m)	Número de hojas	Diámetro de tallo (cm)
15	1,92a	13 a	1,98 b
20	1,96a	13 a	2,16 ab
25	2,01a	13 a	2,18 ab
30	1,94a	14 a	2,37 a
35	1,89a	14 a	2,43 a
CV (%)	4,6	3,78	6,86

*Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Para número de hojas (Tabla 1) las distancias de 15; 20 y 25 cm presentaron medias de 13 hojas/planta, mientras que las distancias de 30 y 35 cm, medias de 14 hojas/planta, pero sin que existan diferencias estadísticas entre tratamientos, coincidiendo con Rodríguez (2003) que en un experimento de densidad de plantación con maíz amiláceo no encontró diferencias entre tratamientos y donde las medias variaron entre 11 y 13 hojas por planta.

El hecho de que tanto la altura de plantas, como el número de hojas, no hayan sido afectadas, puede deber-

se a que las distancias entre plantas estudiadas no ocasionaron competencia por los factores de producción.

La variable diámetro del tallo fue afectada por los tratamientos, observándose que las distancias de 30 y 35 cm entre plantas, con medias de 2,37 y 2,43 cm presentaron los mayores valores, difiriendo al tratamiento con 15 cm entre plantas (Tabla 1). Este comportamiento está de acuerdo con las observaciones de Fornasieri Filho et al. (1988) quienes reportaron mayor diámetro de tallo con las mayores distancias entre plantas; entretanto, difiere de lo señalado por Pissaia et al. (1996) quienes no encontraron diferencias para dicha variable al evaluar cinco poblaciones de maíz.

El aumento de la densidad poblacional proporcionó menor diámetro de tallo, lo cual pudo haber ocurrido por la menor disponibilidad de nutrientes para la planta. Sangoi (2000) señala que la competencia entre plantas por efecto de la densidad reduce el diámetro del tallo en maíz.

Para diámetro de espiga se observa en la Figura 1, que el mayor valor de 4,49 cm, se obtuvo con la distancia de 30 cm entre plantas, correspondiente a una población de 37.040 plantas/ha, que resultó superior estadísticamente por la prueba de Tukey a la distancia de 15 cm entre plantas, equivalente a una población de 74.074 plantas/ha, que presentó una media de 4,15 cm, pero similar a las demás distancias estudiadas.

Los resultados coinciden con Otahola Gómez & Rodríguez (2001) quienes trabajando con diferentes densidades de maíz dulce, también obtuvieron los menores valores de diámetro de espiga, con las menores distancias entre plantas. Sin embargo, las medias obtenidas en este trabajo que oscilaron en un rango de 4,15 a 4,49 cm, son inferiores a lo reportado por dichos autores que estuvieron entre 4,97 y 5,28 cm.

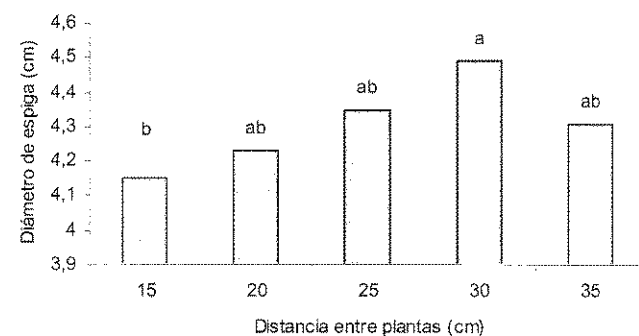


FIGURA 1- Diámetro de espigas del maíz dulce en función a las distancias de plantación. San Lorenzo. FCA/UNA. 2007.

La longitud de espigas en los tratamientos estudiados variaron entre 17,16 y 18,05 cm, correspondientes a las distancias 15 y 35 cm entre plantas (74.047 y 31.750 plantas/ha), sin presentar diferencias estadísticas significativas (Figura 2).

Por otro lado, estos resultados difieren de lo señalado por Barbieri et al. (2005) quienes verificaron que al aumentar la población de plantas, disminuye la longitud de espigas del maíz dulce. Los mismos autores recomiendan que para obtener una longitud mínima de 15 cm de espigas, se debe utilizar una densidad de 67.000 plantas/ha.

En este trabajo las medias de longitud de espigas que estuvieron entre 17,16 y 18,05 cm, correspondientes a las mayores y menores poblaciones estudiadas, se encuentran dentro del rango citado por Rangarajan et al. (2002) quienes estudiando el efecto de diferentes poblaciones de plantas sobre las características de la espiga de maíz dulce, obtuvieron medias entre 15,2 y 22,9 cm.

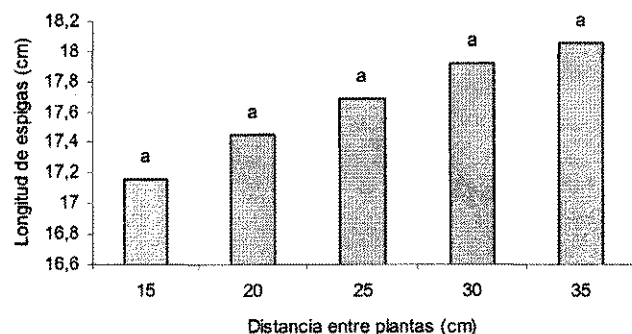


FIGURA 2- Longitud de espigas del maíz dulce en función a las distancias de plantación. San Lorenzo. FCA/UNA. 2007.

Para peso de espigas sin brácteas, las distancias de 25 y 30 cm entre plantas, presentaron las mayores medias, con 192,69 y 185,64 gramos, difiriendo estadísticamente por la prueba de Tukey, de la distancia de 15 cm entre plantas, pero similar a los demás tratamientos (Figura 3).

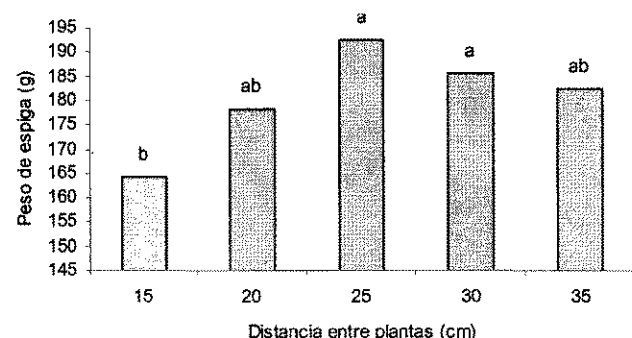


FIGURA 3- Peso de espigas del maíz dulce en función a las distancias de plantación. San Lorenzo. FCA/UNA. 2007.

Por último, se verificó un aumento lineal del rendimiento de espigas (RE) con el incremento de la densidad de plantación, obteniéndose con la población de 74.074 plantas/ha una productividad de 11.490 kg de espigas/ha (Figura 4).

La ecuación de regresión del rendimiento de espigas $RE = 0,1477x + 1484,6$, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9786$, demostrando que con el aumento de una planta en la densidad, se espera un incremento de 0,147 kg en la productividad de espigas, siendo que 97% de esa variación, es debido a la variación en la población de plantas. Además, la mayor población utilizada de 74.074 plantas/ha, no alcanzó el punto crítico a partir del cual el rendimiento se reduce, debido al aumento de la población.

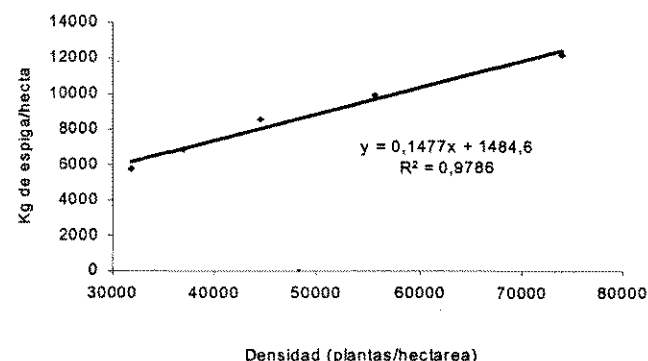


FIGURA 4- Rendimiento de espigas en kg/ha del maíz dulce en función a cinco densidades de plantación. FCA/UNA. San Lorenzo. 2007.

Estos resultados coinciden con Pissaia et al. (1996), Penariol et al. (2003), Barbieri et al. (2005), Marchão et al. (2005) que al aumentar la población de plantas obtuvieron aumentos en el rendimiento del maíz.

El hecho de obtener mayor rendimiento de espigas por área, con la menor distancia entre plantas (15 cm), indica que la variedad utilizada en este experimento puede plantarse a una densidad de 74.074 plantas/ha, sin que sufra reducción considerable en la longitud y el peso medio de espigas, que impida su comercialización en forma fresca, por efecto de la competencia entre plantas.

CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue conducido el experimento se concluye que:

Las características de la planta como número de hoja y altura no se alteraron con la variación de las distancias entre plantas, mientras que el aumento de la densidad provoca reducción del diámetro del tallo.

El diámetro y peso de espigas fue afectado por las distancias de plantación, siendo que los menores valores se obtuvieron con las mayores densidades de plantación.

La reducción de las distancias de plantación promueven un aumento del rendimiento de espigas.

A pesar de existir diferencias en el diámetro y peso de mazorcas, la calidad de las mismas, en todos los tratamientos estudiados fue adecuada para la comercialización en el mercado local en forma fresca.

LITERATURA CITADA

- BARBIERI, V. H. R. et al. 2005. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. *Horticultura Brasileira*. Brasília.Br. v. 23, n. 3. p.826-830.
- CORREA, L. 1992. A. Plantio e tratos culturais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. *A cultura do milho doce*. Brasília, p.15-16.
- FILGUEIRA, F., 2003. Novo Manual de Olericultura. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2da. Edição. Editorial Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 412p.
- FORNASIERI, D. et al. 1988. Effect of row spacing and sowing rate on several agronomics characteristics in popcorn. *UNESP, Brasil. Científica*,16:1; 89-96; 13.
- MARCHAO, R. L. et. al. 2005. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*. v. 35, n. 2. p. 93 – 101.
- MERLO, E.; FORNASIERI, D.; LAM-SANCHEZ, A. 1988. Evaluation of seven pop corn (*Zea mays* L.) cultivars at tree sowing densities. *UNESP. Jaboticabal, Brasil. Científica*, 16:2; p. 245-251.
- OTAHOLA-GOMEZ, V. ; RODRIGUEZ, Z. 2001. Comportamiento agronómico del Maíz (*Zea mays* L.) tipo dulce bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana. Venezuela. *Revista Udo Agrícola* 1 (1):18-24.
- OTAHOLA-GOMEZ, V, 2001. Comparación de algunos índices agronómicos en maíz (*Zea mays* L.) tipo dulce, reventón, amiláceo y dentado. Consultado el 10 de abril de 2007. www.ceniap.gov.ve/pbd/congresos/jornadas
- PANERA, C. 2002. Hoja Informativa: INTA al servicio del productor. Serie: Producción Agropecuaria Nro. 2. Consultado el 28 de mayo del 2.007. Disponible en www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/horticultura/resmaizdulce1.pdf
- PENARIOL, F. G. et al. 2003. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. v. 2, n. 2, p.52 – 60.
- PISSAIA, A. et. al. 1996. Influencia de diferentes populações no rendimento de grãos de um milho híbrido. *Semina: Ci. Agr., Londrina, Brasil*, v.17, n. 1, p. 14 – 18.
- RANGARAJAN, A.; INGALL, A.; ORFANEDES; M.; WOLFE, D. 2002. Row spacing and cultivar affects ear yield and quality of early planted sweet corn. *HortTechnology*. v. 2, n. 3, p. 410-415.
- RODRIGUEZ, J. 2003. Rendimiento del maíz amiláceo variedad avati moroti sembrado en dos épocas y tres distancias entre hileras. Tesis (Ing. Agr.) San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. 54 p.
- SANGOI, L. 2001. Understarding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 1, p.159 – 168.
- SMITH, R.; AGUIAR, J.; CAPRILE, J. 2.002. Producción de maíz dulce en California. Centro de Información y Investigación de hortalizas. Serie de Producción de Hortalizas Division of Agricultura and Natural Reources. Publication 7223-spanish.
- VIGLIOLA, M. I. 2003. Manual de Horticultura. Buenos Aires. Argentina. Hemisferio Sur. 235 p.