
RESPUESTA DEL MAÍZ DULCE (*Zea mays* L. var. *saccharata*) A LA APLICACIÓN DE DOSIS CRECIENTES DE GALLINAZA ¹

SALINAS GODOY, O. N. ²
ENCISO GARAY, C. R. ³
RÍOS ARÉVALOS, R. ⁴

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the performance and quality of tassels of sweet corn variety Bright Jean according to five doses of poultry litter. The experiment was conducted between the months of February and May of 2007, at the Facultad de Ciencias Agrarias of the Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, in a soil Ultisol class. The planting distance was of 0.9 m between the lines and of 0.30 m between plants. The used system of irrigation was drip. The treatments consisted of the application of: 0, 10, 20, 30 and 40 t / ha of poultry litter, equivalent to 0, 140, 280, 420 and 560 kg / ha of N. The experimental design was a complete block at random with five repetitions. The obtained results indicate that the dose of 20 t / ha allowed the obtention of the highest average for length and diameter of tassels, grain mass, mass of tassels and performance.

Key words: sweet corn, poultry litter, performance.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de espigas del maíz dulce variedad Bright Jean en función a cinco dosis de gallinaza. El experimento fue conducido entre los meses de Febrero y Mayo de 2007, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, en un suelo de la clase Ultisol. La distancia de plantación fue de 0,9 m entre líneas y 0,30 m entre plantas. El sistema de riego utilizado fue por goteo. Los tratamientos consistieron en la aplicación de: 0, 10, 20, 30 y 40 t/ha de gallinaza, equivalentes a 0, 140, 280, 420 y 560 kg/ha de N. El diseño experimental fue Bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los resultados obtenidos indican que la dosis de 20 t/ha permitió obtener las mayores medias para longitud y diámetro de espigas, masa de granos, masa de espigas y rendimiento.

Palabras clave: maíz dulce, gallinaza, 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. Egresado 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*) se caracteriza por presentar mayor concentración de azúcares y menor contenido de almidón en el grano, en comparación a otros tipos de maíz (Lemos, 1996). Esto se debe a que cuenta con un gen azucarero (*su*) en su esquema genético, cuya función es retardar o impedir la completa transformación del azúcar del grano en almidón (Macua et al., 2007).

La producción de maíz dulce en el Paraguay es practicada por pequeños productores, la mayoría de los cuales están asentados sobre suelos degradados, que requieren del aporte de materia orgánica para mejorar sus rendimientos.

La materia orgánica tiene efectos positivos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, formando agregados, dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando complejos de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención; también afecta la reacción del suelo y suministra nutrientes a la planta (Otiniano et al., 2006, Kiehl, 1979).

Entre los materiales orgánicos de origen animal, uno de los más utilizados en el país por los horticultores es la gallinaza, principalmente por su mayor contenido en nitrógeno y por estar libre de semillas de malezas.

De acuerdo a Llanos (1984), el maíz es exigente en nitrógeno, requiriendo 30 kg/ha por cada tonelada de producción.

Rasche (2001), en un experimento para evaluar el efecto de distintas formas de aplicación de estiércol vacuno y gallinaza en la producción del maíz dulce, obtuvo el mayor peso medio de espigas, con gallinaza aplicada en el fondo del surco a una dosis de 20 t/ha. Zarate & Vieira (2003), en una investigación para evaluar la productividad del maíz dulce en sucesión con cinco clones de ñame (*Colocasia esculenta*) cultivado con la adición al suelo de 14 t/ha de gallinaza en distintas formas, obtuvieron un rendimiento de 9,6 t/ha de espigas con la aplicación incorporada de gallinaza.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento, óptimo económico y calidad de espigas del maíz dulce, variedad Bright Jean, con la aplicación de cinco dosis de gallinaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, entre los meses de Febrero y Mayo de 2007.

Para la producción de mudas se realizó el pregerminado, luego cuando las semillas emitieron la radícula, se hizo el repicaje en bandejas de 105 celdillas, cargadas previamente con sustrato compuesto por humus de lombriz de origen vegetal.

La preparación de suelo de la parcela experimental se realizó con una arada, seguida de una rastreada, posteriormente con la ayuda del monocultor se procedió al mullimiento del suelo.

El transplante se efectuó a una distancia de 0,90 m entre hileras y 0,30 m entre plantas, cuando las mudas tenían 3 a 4 hojas verdaderas y el riego fue por goteo.

La aplicación del 50 % de la dosis de gallinaza se efectuó para todos los tratamientos a excepción del testigo, cuando las plantas tenían entre 5 a 6 hojas verdaderas y el resto cuando las plantas presentaban 10 hojas desarrolladas, antes de la floración.

Los tratamientos estudiados consistieron en las diferentes dosis de estiércol aviar y fueron los siguientes (Tabla).

TABLA 1- Dosis de gallinaza en toneladas por hectárea y su equivalencia de nitrógeno en kilogramos por hectárea. San Lorenzo. FCA. 2007

| Tratamientos (t/ha) | Equivalencia de N (kg/ha) |
|---------------------|---------------------------|
| T ₁ = 0 | 0 |
| T ₂ = 10 | 140 |
| T ₃ = 20 | 280 |
| T ₄ = 30 | 420 |
| T ₅ = 40 | 560 |

El diseño experimental fue de Bloques completos al azar, con cinco repeticiones. Cada unidad experimental estaba constituido de 3 hileras de plantas con 2,1 m de longitud y 2,7 m de ancho, totalizando una superficie de 5,67 m². La superficie total del experimento fue de 141,75 m².

Para las evaluaciones fueron utilizadas cinco plantas de las hileras centrales de cada unidad experimental, descartando los bordes y se procedió a las siguientes mediciones, longitud de espigas sin brácteas, diámetro de espigas sin brácteas, número de hileras de grano, masa de espigas sin bráctea, masa de grano sin marlo, rendimiento y óptimo económico del cultivo.

Con los datos obtenidos se efectuó el análisis de varianza y al existir diferencias estadísticas significativas se efectuó el análisis de regresión polinomial y en algunos casos la comparación de medias por el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud de espigas sin brácteas

Los datos obtenidos para longitud de espigas sin brácteas al ser sometidos al análisis de regresión, muestran que la aplicación de dosis crecientes de gallinaza presentó un efecto cuadrático sobre dicha característica, con un coeficiente $R^2 = 0,9422$ (Figura 1).

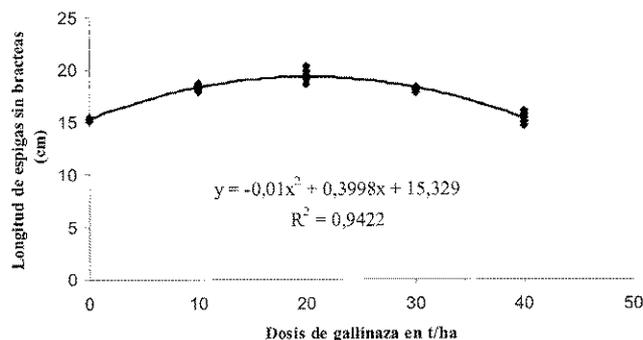


FIGURA 1- Longitud de espigas de maíz dulce variedad Bright Jean en función a cinco dosis de gallinaza. San Lorenzo. FCA. 2007

En base a dicha ecuación, se pudo estimar que la máxima longitud de espiga, que se puede obtener es de 19,33 cm, mediante la aplicación de 20 t/ha de gallinaza.

Al comparar las medias obtenidas en la investigación por el test de Tukey, se verificó que con la aplicación de 20 t/ha de materia orgánica se consiguió la mayor longitud de espigas de 19,48 cm, superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que con el testigo, se obtuvo una media de 15,31 cm, que estadísticamente fue similar a la obtenida con la aplicación de 40 t/ha de gallinaza que fue 15,38 cm.

La media obtenida de 19,48 cm para longitud de espigas con la aplicación de 20 t/ha de gallinaza, es superior a lo relatado por Rasche (2001) que con la misma dosis de gallinaza aplicada en línea obtuvo una media de 17,02 cm. También es superior a lo relatado por Mendoza (2007), que al evaluar el comportamiento agronómico del maíz dulce var. Bright Jean, obtuvo medias de longitud de espigas entre 17,16 y 18,05 cm.

Los datos obtenidos en este experimento son próximos a lo relatado por Oliveira Jr. et al (2006), quienes al evaluar seis genotipos de maíz dulce obtuvieron valores medios para longitud de espigas entre 16,53 y 21,6 cm.

Jugenheimer (1988), afirma que la longitud de espigas en el maíz es un determinante del número de granos y que éste último limita el rendimiento.

Diámetro de espigas sin brácteas

Al efectuar el análisis de regresión con los datos del diámetro de espigas se pudo constatar un efecto cuadrático a la aplicación de las dosis crecientes de gallinaza. El coeficiente de determinación obtenido $R^2 = 0,9115$ (Figura 2).

Mediante la ecuación de regresión se pudo estimar que con la aplicación de 23,62 t/ha de gallinaza, es posible obtener el máximo diámetro de espigas que es 4,37 cm.

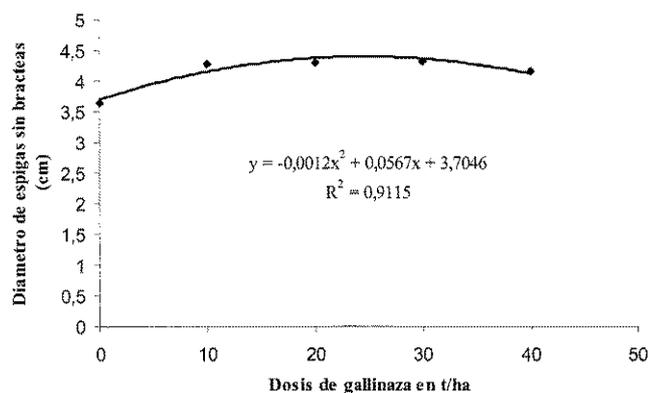


FIGURA 2- Diámetro de espigas sin brácteas de maíz dulce variedad Bright Jean, en función a cinco dosis de gallinaza. San Lorenzo. FCA. 2007

Las medias obtenidas en este experimento de 4,28; 4,30 y 4,33 cm con la aplicación de 10; 20 y 30 t/ha de gallinaza fueron superiores al testigo por el test de Tukey, que presentó una media de 3,65 cm, pero fueron iguales estadísticamente a la aplicación de 40 t/ha, que presentó una media de 4,15 cm.

Los valores obtenidos con la aplicación de 10; 20; 30 t/ha que varió entre 4,28; y 4,33 cm, se encuentra dentro de los valores relatados por Oliveira Jr. et al. (2006) quienes al evaluar seis genotipos de maíz dulce obtuvieron valores entre 4,18 y 4,69 cm, y a lo citado por Rasche (2001) que, con la aplicación 20 t/ha de materia orgánica obtuvo medias entre 4,26 y 4,8 cm. También los resultados de este experimento se aproximan a los valores obtenidos por Mendoza (2007), que al evaluar el comportamiento agronómico del maíz dulce var. Bright Jean en cinco distancias entre plantas, obtuvo valores entre 4,15 y 4,49 cm de diámetro de espigas.

Masa de espigas sin brácteas

Por el análisis efectuado con los datos obtenidos, se obtuvo una regresión cuadrática a la aplicación de diferentes dosis de gallinaza, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9449$, lo cual indica un buen ajuste del modelo (Figura 3).

Mediante la ecuación de regresión se pudo estimar que con la aplicación de 21,40 t/ha de gallinaza, se

puede lograr la mayor masa de espigas sin bracteas que es de 211,22 gramos.

Con los datos del experimento se aplicó el test de Tukey y se verificó que, con la dosis de 20 t/ha de gallinaza se obtuvo una media de 210,74 g, que fue superior estadísticamente a los demás. Las otras medias obtenidas fueron de 200,76 g; 192,50 g; 161,64 g y 142,88 g que se obtuvo con la aplicación de 10, 30, 40 t/ha de gallinaza y el testigo, respectivamente.

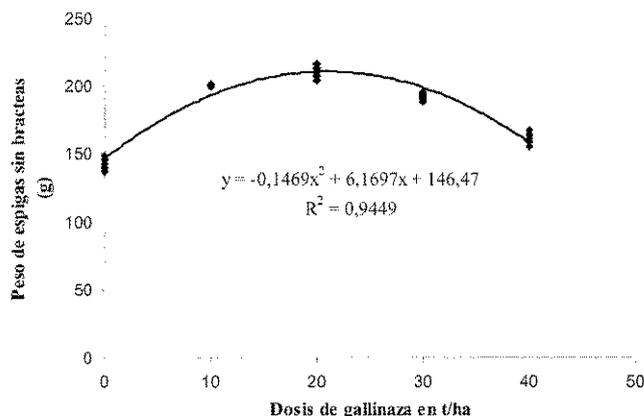


FIGURA 3- Masa de espigas sin bracteas de maíz dulce variedad Bright Jean, en función a cinco dosis de gallinaza. San Lorenzo. FCA. 2007

La mayor media obtenida en este experimento de 210,74 gramos por espigas es superior a lo encontrado por Rasche (2001), que al evaluar el efecto de distintas formas de aplicación de 20 t/ha de estiércol vacuno y gallinaza en la producción del maíz dulce, obtuvo una masa media de espigas sin bracteas entre 169,95 y 182,48 g. También es superior a lo encontrado por Mendoza (2007), que al evaluar cinco densidades de plantación de maíz dulce obtuvo con el mejor tratamiento, una media de 192,69 gramos por espiga.

Masa de granos sin marlo

Para masa de granos sin marlo de espigas, las mayores medias presentaron las dosis de 20 y 30 t/ha de gallinaza, con las cuales se obtuvieron 141,77 y 137,27 gramos/espiga, equivalentes a 5,25 y 5,08 t/ha. Esas medias difieren estadísticamente con el testigo, que presentó una media de 103,70 gramos/espiga equivalente a 3,84 t/ha, pero similares a los demás tratamientos (Tabla2).

La mayor media de este experimento de 5,25 t/ha de grano sin marlo, obtenida con la aplicación de 20 t/ha de gallinaza, es similar a lo reportado por Zarate & Vieira (2003) quienes en un experimento para evaluar la productividad del maíz dulce en sucesión con cinco clones de ñame (*Colocasia esculenta*) cultivado con la adición al suelo de 14 t/ha de gallinaza incorporado al suelo, reportaron un rendimiento de 5,5 t/ha de granos sin marlo.

TABLA 2- Valores medios de masa de granos sin marlo de espigas de maíz dulce variedad Bright Jean, en función a cinco dosis de gallinaza. FCA. 2007

| Dosis de gallinaza (t/ha) | Masa de granos de la espiga (g) | Masa de granos (t/ha) |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 0 | 103,70 b | 3,84 b |
| 10 | 129,32 ab | 4,78 ab |
| 20 | 141,77 a | 5,25 a |
| 30 | 137,27 a | 5,08 a |
| 40 | 130,86 ab | 4,84 ab |
| CV% | 11,38% | 2,78% |

*Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre si estadísticamente por el test de Tukey al nivel de 5 % de probabilidad de error.

Las medias de este experimento que estuvieron entre 3,84 y 5,25 t/ha, se encuentra dentro de lo relatado por Villar (2004) que en una investigación sobre el efecto de combinaciones de nitrógeno y potasio sobre el rendimiento de maíz dulce variedad comercial GH-2757, donde los tratamientos fueron 100, 200, 300 y 400 kg de N/ha y 0, 35, 70, 140, 280 kg de K₂O/ha, obtuvo rendimientos entre 3,53 y 7,73 t/ha de granos sin marlo.

Rendimiento de espigas sin bracteas en kg/ha

Al efectuar el análisis de regresión con los datos obtenidos se obtuvo una respuesta cuadrática a la aplicación de las dosis crecientes de gallinaza, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9062$ (Figura 4).

Mediante dicha ecuación se pudo estimar que aplicando 21,40 t/ha de gallinaza, se puede obtener la máxima productividad de 7,82 t/ha de espigas sin bracteas.

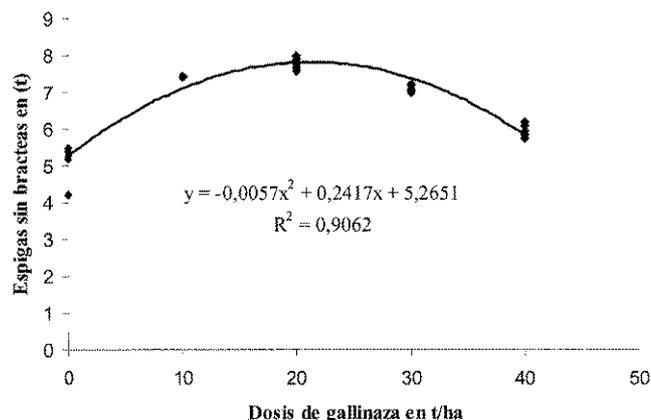


FIGURA 4- Rendimiento en t/ha de maíz dulce variedad Bright Jean, en función a cinco dosis de gallinaza. FCA. 2007

Las medias de este experimento al ser comparadas por el test de Tukey, se verificó que el máximo rendimiento de 7,79 t/ha obtenida con la aplicación de 20 t/ha fue superior estadísticamente a los demás tratamientos. Con 10 t/ha de gallinaza se obtuvo una media de

7,43 t/ha, que ocupó una posición intermedia y fue estadísticamente superior a las medias obtenidas con el testigo, 30 y 40 t/ha de gallinaza, que produjeron 5,28; 7,12 y 5,98 t/ha, respectivamente.

Estos resultados son superiores a lo reportado por Aranda (2004) que para maíz dulce obtuvo valores de 3,69 y 4,98 t/ha. Sin embargo, son inferiores a lo mencionado por Zarate & Vieira (2003) que en un experimento para evaluar la productividad del maíz dulce con la adición al suelo de 14 t/ha de gallinaza en distintas formas de aplicación, obtuvieron rendimientos entre 7,9 y 9,6 t/ha de espigas sin bracteas.

Por otro lado, los resultados de esta investigación discordan de Fernández & Aguirre (2005) quienes en un experimento con maíz dulce, para evaluar la influencia de abonos orgánicos equivalentes a 50, 75 y 150 t/ha de nitrógeno, no encontraron diferencias estadísticas significativas para rendimiento de espigas.

Los resultados obtenidos en este experimento coinciden con Domínguez (1997), que afirma de que a medida que aumenta la cantidad aplicada de fertilizante en el maíz, el incremento que se obtiene de la producción es cada vez menor, hasta que finalmente decae. Desde el punto de vista económico, el mismo autor menciona que el beneficio máximo del cultivo se obtiene cuando la diferencia es máxima entre el ingreso bruto y el costo total de los factores de producción.

Con la ecuación de regresión del rendimiento de espigas donde $y = -0,0057x^2 + 0,2417x + 5,2651$, se determinó que el óptimo económico se obtiene con la aplicación de 20 t/ha de gallinaza, considerando constantes los demás factores de producción.

CONCLUSIONES

- Los mayores diámetros de espigas sin brácteas fueron 4,30 y 4,33 cm, que se obtuvieron con las dosis de 20 y 30 t/ha de gallinaza.
- Las dosis de 20 y 30 t/ha presentaron las mayores medias para masa de granos.
- Con la dosis de 20 t/ha se obtuvo las mayores medias para longitud de espigas, masa de espigas, rendimiento y óptimo económico de producción.

LITERATURA CITADA

- ARANDA, O. 2004. Efecto del riego por aspersión en el rendimiento del maíz dulce (*Zea mays* var. Sacharata) en el distrito de Caazapa. Tesis (Ing. Agr.). Caazapa. PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA. UNA. 43p.
- DOMINGUEZ, A. 1997. Tratado de fertilización. 3ª ed. Barcelona, ES: ediciones Mundi-prensa. 613 p.
- FERNANDEZ, N; AGUIRRE, C. 2005. Fertilización orgánica en maíz dulce *Zea mays*. var. saccharata. IN: Congreso Latinoamericano de Horticultura. (12º: 6/8 sep 2005: General Roca, Río Negro, Ar). Libro de resúmenes. Río Negro, AR: INTA. p 243.
- JUGENHEIRMER, R. 1988. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo producción de semillas. 3 ed. México: Limusa. 48p.
- KIEHL, J. 1979. Manual de edafología. São Paulo, BR: Agronómica CERES. 492 p.
- LLANOS, M. 1984. El maíz: su cultivo y aprovechamiento. Madrid, ES: Ediciones MUNDI-PRENSA. 318p.
- LEMONS, S. 1996. CONGRESO NACIONAL DE MILHO E SORGO (21). Londrina, BR Resumos. Instituto Agronómico do Paraná. Londrina, BR. xvii, 360 p.
- MACUA, J; LAHOZ, I; CALVILLO, S; RODRIGUEZ, J; BOZAL, J. 2007. Maíz dulce: Cultivo en Navarra. (en línea). Navarra, ES. Consultado 8 jul 2007. Disponible en <http://www.navarraagraria.com/n160/armaizdu.htm>
- MENDOZA, M. 2007. Comportamiento agronómico del maíz dulce (*Zea mays* L. var. saccharata) var. Bright Jean bajo cinco densidades de plantación. Tesis (Ing. Agr.). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA. UNA. 29 p.
- OLIVEIRA JR, L; DELIZA, R; BRESSAN-SMITH, R; PEREIRA, M; CHIQUIERE, T. 2006. Seleção de genotipos de milho mais promissores para o consumo in natura. Cienc. Tecnol., Campinas, BR. 26(1): 159-165.
- OTINIANO, A; FLORIAN, L; SEVILLANO, R; AMEZ, S. 2006. La materia orgánica importancia y experiencia de su uso en la agricultura. (en línea). IDESIA, CH. Consultado 6 jul 2007. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/idadesia/v24n/artg.pdf>.

RASCHE, J. 2001. Efecto de distintas formas de aplicación de estiércol vacuno y gallinaza en la producción del maíz dulce (*Zea mays sacharata*) orgánico bajo riego por surco. Tesis (Ing. Agr.). San Lorenzo, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FCA. UNA. 75 p.

VILLAR, D. 2004. Absorción de nutrientes, efecto de la fertilización nitrogenada y potasita y la utilización del medidor de clorofila minolta (modelo spad 502) en el manejo del nitrógeno en maíz dulce (*Zea mays var.saccharata*). Santiago, CH. Consultado el 8 ago 2007. Disponible en http://www.cl/agronomía/d_investigación/tesis_magíster/c_vegetales_magíster.htm

ZARATE, H; VIEIRA, M. 2003. Produção do milho doce cv. Superdoce em sucesão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama-de-frango. Horticultura brasileira, Brasília, BR, v. 21, n 1, p 05-09.