



Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de variedades de maíz amiláceo (*Zea mays L.*) en Quipachacha, distrito Levanto, Chachapoyas – Amazonas

Effect of organic fertilizers on the yield of starch maize varieties (*Zea mays L.*) in Quipachacha, Levanto district, Chachapoyas – Amazonas

Ariel Kedy Chichipe Puscan¹, Manuel Oliva^{1*}

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de maíz amiláceo. Se utilizó el diseño en bloques completamente al azar con ocho tratamientos y tres bloques, evaluado mediante un análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey al 95 % de confianza. Tratamiento 1= sin abono más criolla, Tratamiento 2= sin abono más INIA 603, Tratamiento 3= compost más criolla, Tratamiento 4= compost más INIA 603, Tratamiento 5= guano de isla más criolla, Tratamiento 6= guano de isla más INIA 603, Tratamiento 7= humus de lombriz más criolla, Tratamiento 8= humus de lombriz más INIA 603. El Tratamiento 6 logró mejores resultados en altura de planta (243.02cm), hojas por planta (12.021), diámetro de tallo (2.625cm), precocidad en días a la floración masculina y femenina (81.729dds (días después de la siembra), 84.688dds), inserción de la mazorca (129.67cm), longitud de mazorca (13.956cm), diámetro de mazorca (5.6438cm); el Tratamiento 4 mostró mayor peso de 100 granos (94.446g); el Tratamiento 5 logró mejores resultados en número de mazorcas por planta (1.2292u), granos por mazorca (225.81u) y rendimiento (9053.6 kg/ha). El guano de isla como abono y la variedad criolla obtuvieron mayores rendimientos.

Palabras claves: compost, guano de isla, humus de lombriz, criollo, INIA 603.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilizers on the yield of starchy corn. The completely randomized block design was used with eight treatments and three blocks, evaluated by means of an analysis of variance and multiple comparisons of Tukey at 95% confidence. Treatment 1 = no more Creole fertilizer, Treatment 2 = no fertilizer plus INIA 603, Treatment 3 = more Creole compost, Treatment 4 = compost plus INIA 603, Treatment 5 = more Creole island guano, Treatment 6 = island guano plus INIA 603, Treatment 7 = more Creole earthworm humus, Treatment 8 = earthworm humus plus INIA 603. Treatment 6 achieved better results in plant height (243.02cm), leaves per plant (12,021), stem diameter (2.625cm), precocity in days to male and female flowering (81,729dds (days after sowing), 84,688dds), ear insertion (129.67cm), ear length (13,956cm), ear diameter (5.6438cm); Treatment 4 showed a greater weight of 100 grains (94,446g); Treatment 5 achieved better results in the number of ears per plant (1.2292u), grains per ear (225.81u) and yield (9053.6 kg / ha). The island guano as fertilizer and the Creole variety obtained higher yields.

Key words: compost, island guano, earthworm humus, criollo, INIA 603.

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Calle Higos Urco N° 342-350-356, Calle Universitaria N° 304, Chachapoyas, Perú

* Autor de correspondencia. E-mail: soliva@indes-ces.pe

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*), a nivel mundial ocupa la tercera posición en cuanto a producción total, detrás del arroz y del trigo, constituye un producto agrícola estratégico para la seguridad alimentaria de la humanidad y animal (Mendoza *et al.*, 2006).

El bajo rendimiento de maíz amiláceo en Chachapoyas es una preocupación creciente por los productores maiceros, Según la DRAA, (2013) la mayoría de los distritos de la provincia de Chachapoyas tienen un rendimiento promedio de 800 Kg/ha, con lo cual los productores apenas recuperan su inversión.

Flores (1987), indica que, la baja fertilidad de los suelos es uno de los factores más limitantes para la producción de maíz y una de las tareas más importantes, es la de buscar medios para aumentar la producción de alimentos de manera consistente con la conservación de los recursos naturales y que implique un bajo costo económico y cultural. Existe la necesidad de establecer prácticas que permitan mantener el nivel de productividad de los suelos, incrementar la producción agrícola y preservar los ecosistemas en el tiempo (Matheus, 2007). Por lo tanto el uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la

rehabilitación de la capacidad productiva de suelos, mejorando sus propiedades, físicas, químicas y biológicas (Castellanos, 1980). Al mismo tiempo reducen la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental, con una agricultura sostenible, en donde se disminuye y elimina el empleo de agroquímicos a fin de proteger el ambiente, la salud animal y humana (Acevedo y Pire, 2004). Este trabajo de investigación se realizó con la objetivo de determinar el tratamiento que permita obtener un mejor comportamiento agronómico; el tipo de abono que permita obtener mayor rendimiento de maíz amiláceo y la variedad de maíz con mayor rendimiento de grano seco en kg/ha.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Anexo de Quipachacha, distrito de Levanto, provincia de Chachapoyas, región de Amazonas. Coordenadas $6^{\circ}17'10''S$ $77^{\circ}54'84''O$ a una altitud de 2336 m.s.n.m. Predomina el clima frío y las precipitaciones superan los 1000 mm al año; los suelos poseen un pH ácido, generalmente de textura ligera, francos y franco arenosos, ligeramente profundos y con bajo contenido de materia orgánica.

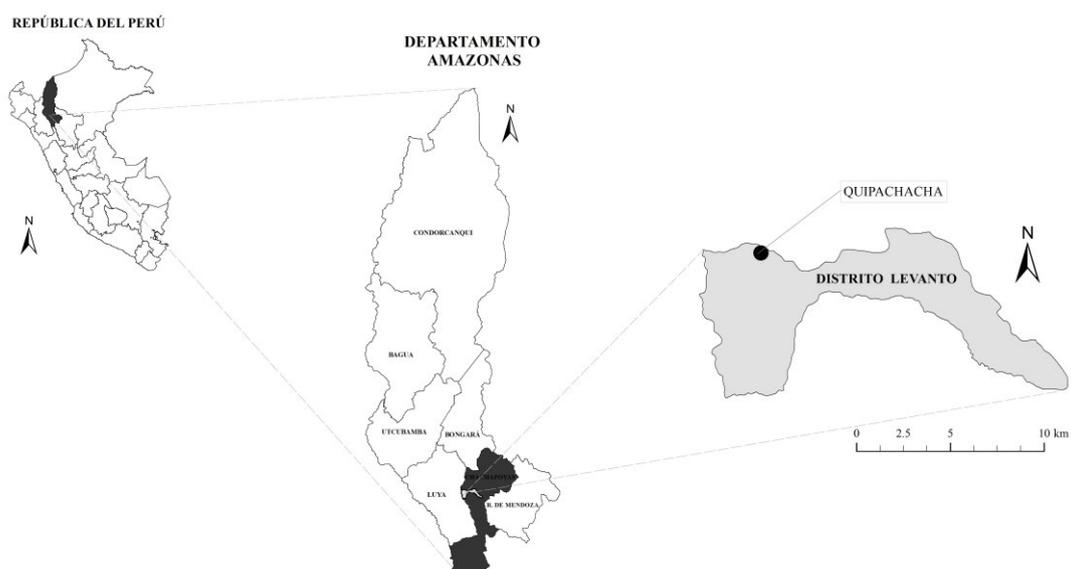


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio, Quipachacha, distrito Levanto, Chachapoyas, Amazonas.

Se realizó entre los meses de diciembre de 2015 a julio de 2016.

Posterior al reconocimiento y delimitación de la parcela experimental se tomaron muestras de suelo para realizar un análisis. Se utilizó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), A^2B^4 con ocho tratamientos y tres bloques, evaluado mediante un análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey al 95 % de confianza. El área total del terreno fue de 511.56 m², las parcelas experimentales fueron de 13.44 m² (4.8 m x 2.8 m), cada unidad experimental contó con 42 golpes con dos plantas por golpe, se evaluaron 16 plantas tomadas del área efectiva evitando el efecto de borde.

Los tratamientos fueron, T1= sin abono más criolla, T2= sin abono más INIA 603, T3= compost más criolla, T4= compost más INIA 603, T5= guano de isla más criolla, T6= guano de isla más INIA 603, T7= humus de lombriz (*Eisenia foetida*) más criolla, T8= humus de lombriz más INIA 603.

Se instaló el 24 de diciembre del 2015 cuando las condiciones climáticas fueron favorables para su desarrollo (épocas de lluvias), previa preparación del terreno usando tracción mecánica y animal, se sembraron tres semillas por golpe, la fertilización se realizaron de acuerdo a los resultados del análisis de suelo (24.03 kg/ha N), el requerimiento del cultivo de maíz se calculó promediando tres bases bibliográficas (Domínguez, 1997; García, 2004; Rodríguez, 2009); cuyo promedio es de 25 kg de extracción de Nitrógeno por cada tonelada de grano de maíz. Por lo cual se optó fertilizar con 150 kg/ha N (requerimiento para 6 t/ha de grano de maíz, rendimiento potencial del INIA 603). De acuerdo al análisis de suelo se tuvo que agregar 125.97 kg/ha N, lo que corresponde a los abonos orgánicos, las cantidades aplicadas fueron de acuerdo a su riqueza en nitrógeno (Compost: 0.82%, Guano de Isla: 8.95%, Humus de Lombriz: 0.97%), fueron fraccionados y aplicados al momento de la siembra y en el segundo deshierbo. También se aplicó cal agrícola (30 gr/golpe) a todos los tratamientos en el segundo deshierbo. A los 15 días después de la siembra

se desahijó con el fin de eliminar la planta menos vigorosa y tener dos plantas por golpe, se realizó tres deshierbos, a los 26, 41, 85 dds (días después de la siembra). El control fitosanitario en campo fue con principios agroecológicos (arena con ceniza a proporción 2-1 para el control de *Spodoptera frugiperda*, aceite comestible para *Heliothis zea* y para el control de enfermedades se empleó caldo bórdales). Se cosechó a los 214 dds.

En la etapa de floración se evaluaron: Altura de planta (cm), número de hojas por planta, diámetro de tallo (cm), días a la floración masculina, días a la floración femenina (fue medida en dds considerando el 50% de floración) e inserción de mazorca (cm). Después de la cosecha se evaluaron: Número de mazorcas por planta, longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de granos por mazorca, peso de 100 granos gr (se seleccionaron al azar) y rendimiento (kg/ha), para determinar el rendimiento se pesaron la producción de las plantas evaluadas y se ajustaron al 14% de humedad, mediante la ecuación propuesta por (Gómez y Minelli, 1990)

$$Pa = \frac{Pm (100 - Hi)}{(100 - Hd)}$$

Donde:

Pa= peso ajustado (kg/ha)

Pm= peso inicial de la muestra (kg/ha)

Hi= % de humedad inicial en el grano

Hd= % humedad a la que se desea ajustar el rendimiento (14%)

III. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Para altura de planta se encontró que el T6, fue superior estadísticamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo 243,02 cm (Figura 2A), resultados inferiores a los reportados por (INIA, 2004) que menciona que la altura de planta de la variedad INIA 603 es de 248 cm; asimismo (Somarriba, 1997) menciona que la altura de planta

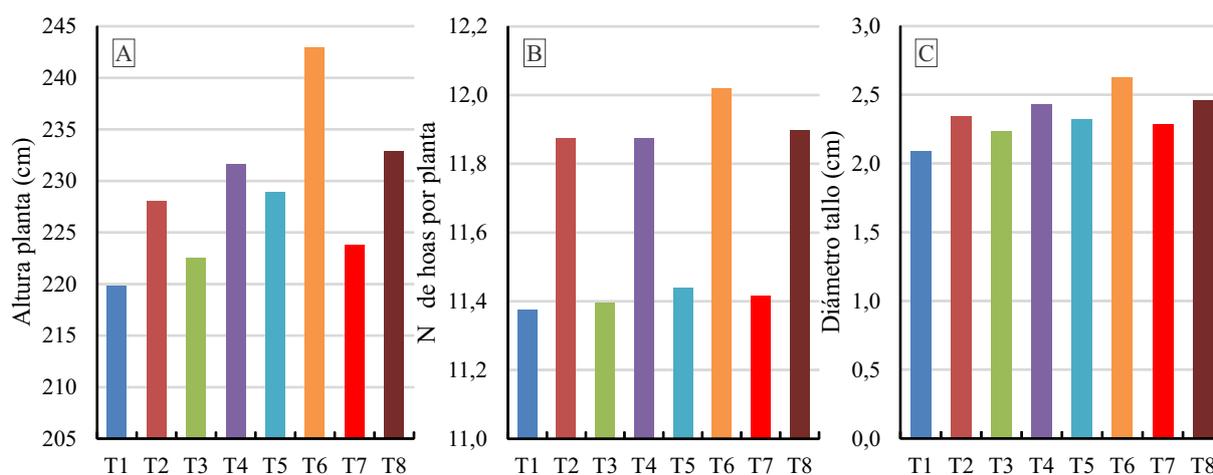


Figura 2. Altura de la planta (A), número de hojas (B) y diámetro de tallo (C) del maíz amiláceo en cada tratamiento.

está influenciada por el carácter genético de la variedad, tipo de suelo y el manejo agronómico de cultivo.

En hojas por planta no hubo diferencias significativas, sin embargo el T6, fue superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo 12,02 unidades (Figura 2B), similares a los reportados por (Cantarero y Martínez, 2002) quienes en estudios similares obtuvieron 12.95 hojas por planta.

En diámetro de tallo se encontró que el T6 seguido de T8, T4, T2, T5 y T7 no presentaron diferencia con un promedio de 2,41 cm (Figura 2C), pero fueron superiores con respecto a los demás tratamientos, estos resultados son similares a los reportados por (Cantarero y Martínez, 2002) quienes en estudios similares obtuvieron un diámetro de tallo de 2,13 cm.

Mayor días a la floración masculina se encontró en el T1, obteniendo 85,15 dds; el tratamiento con más precocidad a la floración masculina fue el T6 con 81.73 dds (Figura 3A), estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Gallegos, 2015) quien utilizando fertilización orgánica obtuvo una floración masculina entre 84 y 87 dds.

Mayor días a la floración femenina se encontró en el T1, obteniendo 91,81 dds, el tratamiento con más precocidad a la floración femenina fue el T6, con 84,69 dds (Figura 3B); similares a los reportados por (Ángeles *et al.*, 2010) quienes obtuvieron 85 y 93 dds, al igual que (Gallegos, 2015) utilizando fertilización orgánica obtuvo 87 y 90 dds; pero inferiores a los

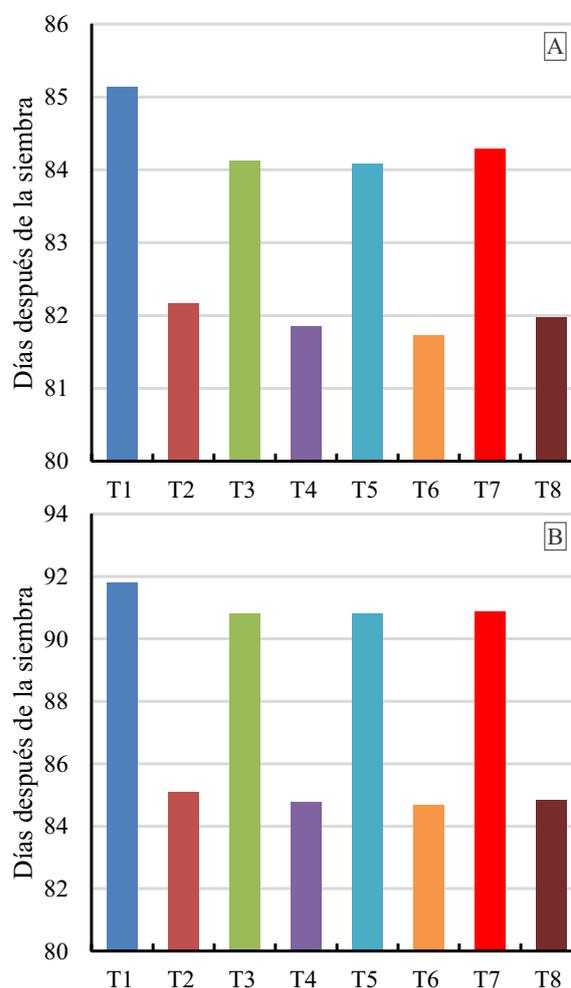


Figura 3. Días a la floración masculina (A) y femenina (B) del maíz amiláceo en cada tratamiento

reportados por (INIA, 2004) que menciona que los días a la floración femenina de la variedad INIA 603 es de 110 dds.

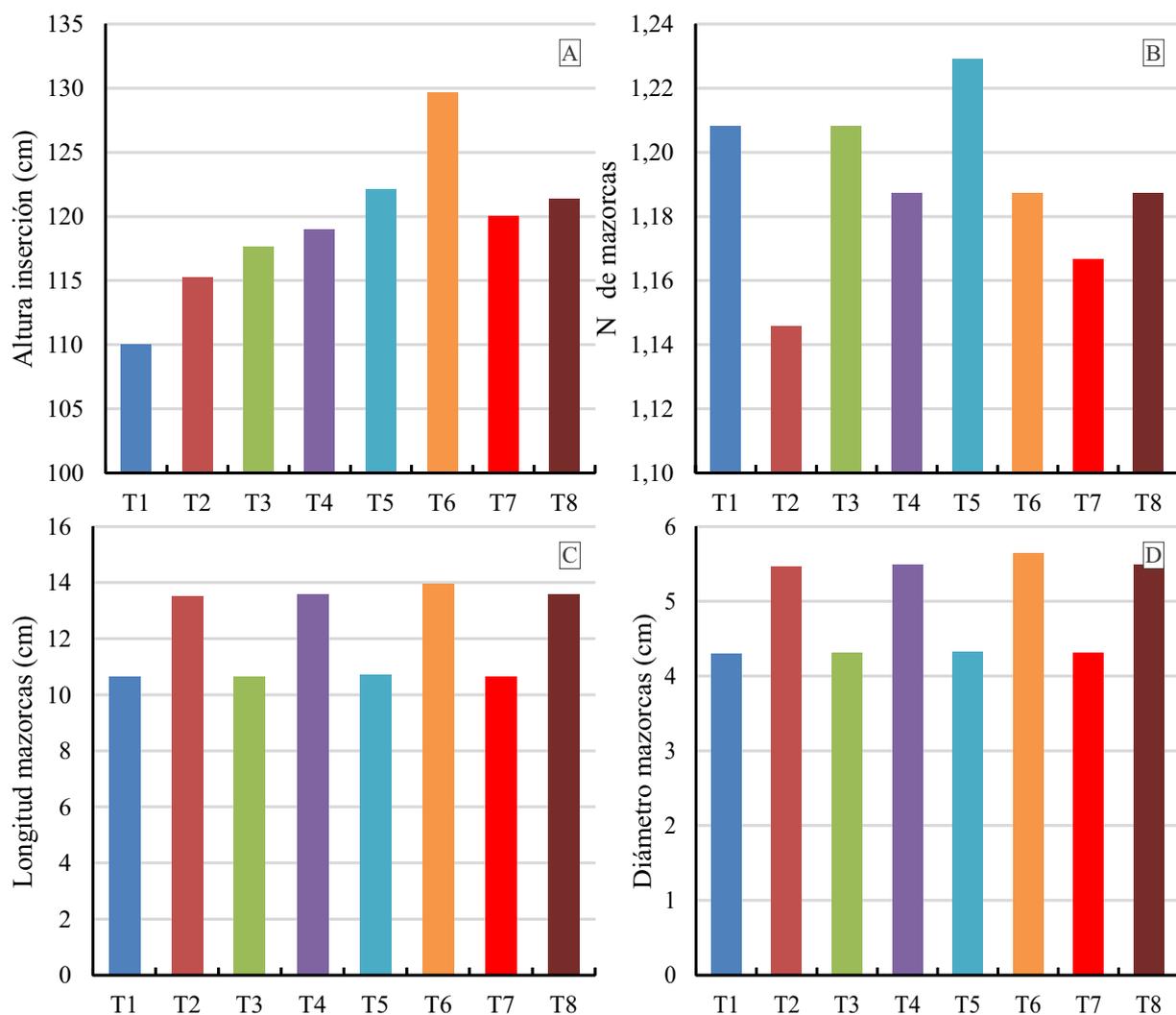


Figura 4. Altura de inserción de la mazorca (A), número de mazorcas por planta (B), longitud de mazorca (C) y diámetro de mazorca (D) del maíz amiláceo en cada tratamiento.

En la inserción de mazorca se encontró que el T6 fue superior estadísticamente con respecto a los demás tratamientos obteniendo 129,67 cm (Figura 4A), estos resultados fueron inferiores a los reportados por (INIA, 2004) que menciona que la inserción de la mazorca de la variedad INIA 603 es de 145 cm.

En número de mazorcas no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo el T5, fue superior numéricamente con respecto a los demás tratamientos, obteniendo 1,23 unidades (Figura 4B), resultados similares a los reportados por (Cantarero y Martínez, 2002) quienes obtuvieron un promedio de 1,10 mazorcas por planta.

En longitud de mazorca se encontró que el T6, seguido de T4, T8 y T2 no presentaron diferencia con un

promedio de 13,65 (Figura 4C), pero fueron superiores estadísticamente a los demás tratamientos, asimismo se pudo evidenciar la diferencia superior de la variedad INIA 603 con respecto a la variedad criolla que obtuvo 10,65 cm, resultados coinciden con (Obando *et al.*, 2013) quienes en estudios similares obtuvieron una longitud de mazorca comprendida entre 12,60 y 14,70 cm.

En diámetro de mazorca se encontró que el T6 seguido de T4, T8 y T2 no presentaron diferencia con un promedio de 5,52 cm (Figura 4D), pero fueron superiores a los demás tratamientos, superiores a los obtenidos por (Hortelano *et al.*, 2008) donde encontraron valores entre 3,80 y 4,09 cm.

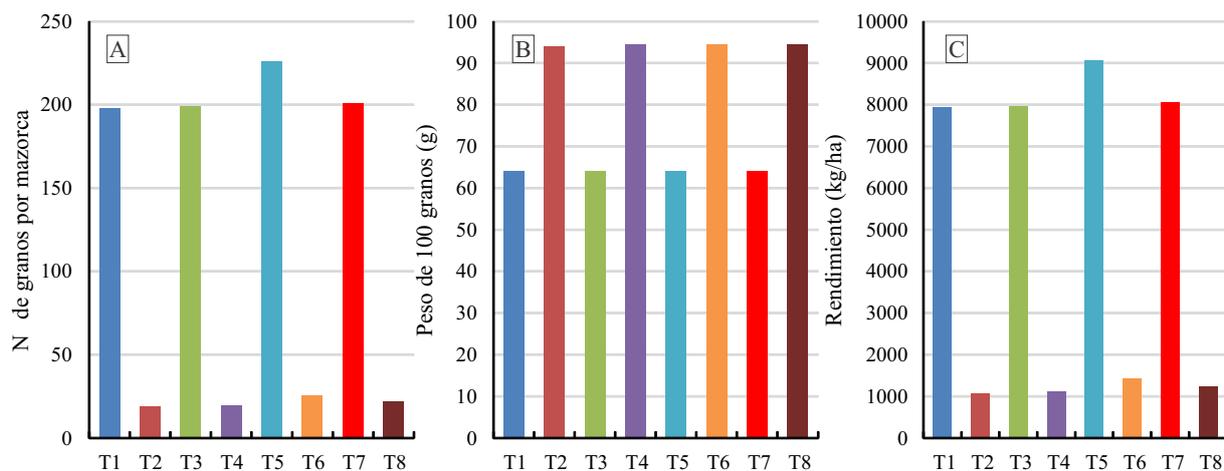


Figura 5. Número de granos por mazorca (A), peso de 100 granos (B) y rendimiento de grano del maíz amiláceo en cada tratamiento (C).

En número de granos se encontró que el T5 fue superior estadísticamente a los demás tratamientos obteniendo 225,80 unidades (Figura 5A), asimismo se pudo evidenciar diferencia superior de la variedad criolla, por lo que (Blandon y Smith, 2001) indican que el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras y a su vez por la alimentación mineral e hídrica, densidad, profundidad de las raíces y adecuadas dosis de nitrógeno.

En peso de 100 granos se encontró que el T4 seguido de T8, T6 y T2 no presentaron diferencia con un promedio de 94,31 g (Figura 5B), pero fueron superiores estadísticamente con respecto a los demás tratamientos, asimismo se pudo evidenciar diferencia superior de la variedad INIA 603 con respecto a la variedad criolla que en promedio obtuvo 64,01 g, similares a los obtenidos por (Arrellanos *et al.*, 2010) que encontraron 45 y 64 gramos; al igual que (Ochoa, 2008) reportó 67,88 gramos; por lo que (López, 1991) indica que esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

En el rendimiento de grano se encontró que el T5 fue superior a los demás tratamientos, obteniendo 9053,30 kg/ha (Figura 5C), también se pudo evidenciar mayor rendimiento de la variedad criolla; resultados que concuerdan con (Obando *et al.*, 2013) quienes obtuvieron un mayor rendimiento en las variedades nativas. Por lo tanto (Ángeles *et al.*, 2010) menciona que el mejor desempeño y adaptabilidad de las poblaciones

nativas con respecto a las variedades introducidas se atribuye a que las variedades mejoradas manifiestan su potencial productivo generalmente en condiciones óptimas de fertilización, humedad, manejo agronómico y control de plagas y enfermedades, similares al ambiente donde fueron obtenidas, asimismo (Cordon y Gaitan, 1993) afirma que para lograr una productividad óptima del cultivo se necesita trabajar en condiciones ecológicas adecuadas para el crecimiento de las especies, disponer de semillas de alto potencial de rendimiento, preparar bien el suelo, establecer y mantener la densidad de población óptima, disponer de la humedad adecuada en el suelo, proveer a las plantas los nutrientes que necesitan y protegerlas contra los daños que ocasionan las malezas, insectos y otras plagas que hacen disminuir el rendimiento.

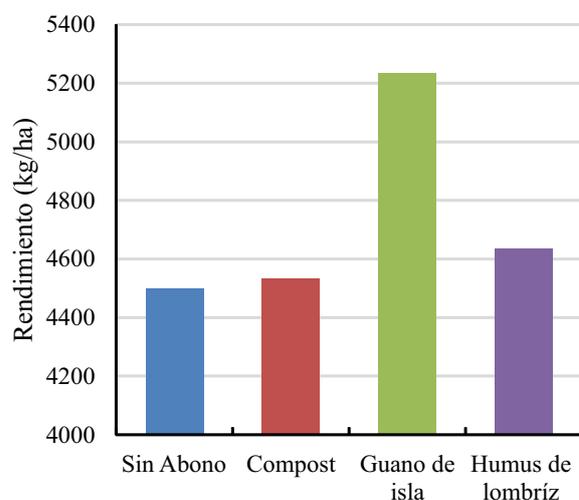


Figura 6. Rendimiento de grano del maíz amiláceo por cada tipo abono orgánico.

En cuanto a los tipos de abono, el guano de isla obtuvo 5235 kg/ha, un rendimiento superior respecto a los demás abonos, seguido del humus de lombriz, compost y testigo los cuales no presentaron diferencia significativa (Figura 6), estos resultados son similares los obtenidos por (Báez y Marín, 2009) quienes compararon compost, humus de lombriz y biofertilizante cuyos resultados no mostraron diferencia; al igual (Álvarez *et al.*, 2010) observaron que el rendimiento fue más alto con humus de lombriz respecto a la composta y el bocashi; Hernández (2010) comparó compost con dosis de 2, 4, 6 tn/ha y un testigo, donde tampoco encontró diferencia; mientras que Cacino (2004) señala que el guano de isla es superior los demás abonos orgánicos por presentar mayor cantidad de fósforo y potasio, proporcionando mayor desarrollo y crecimiento, manifestándose en el rendimiento. Por lo que diferencia entre los tipos de abonos puede verse desde el punto de vista nutricional.

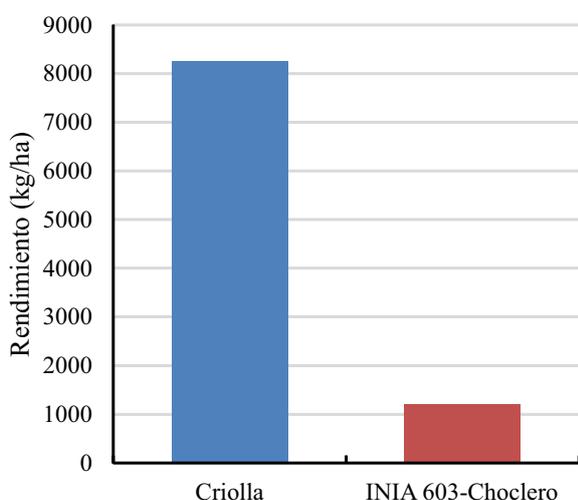


Figura 4. Rendimiento de grano del maíz amiláceo por cada variedad.

La variedad criolla obtuvo 8251,20 kg/ha, alcanzando un rendimiento superior en un 85,46 % con respecto a INIA 603 (Figura 4), estos resultados concuerdan con (Arrellanos *et al.*, 2010) quienes compararon 42 variedades criollas y tres híbridos, donde el rendimiento de las variedades criollas fueron superiores; al igual que (Ángeles *et al.*, 2010) evaluaron 52 variedades criollas y cuatro híbridos cuyos resultados mostraron que existen variedades criollas con mayor rendimiento que las variedades

introducidas, lo que muestra una mejor adaptación a las condiciones del suelo y clima.

V. CONCLUSIONES

El Tratamiento 6 logró mejor comportamiento agronómico en altura de planta (243,02 cm), hojas por planta (12,02 hojas), de diámetro de tallo (2,63 cm), precocidad en días a la floración masculina y femenina (81,73 dds, 84,69 dds), altura de inserción de la mazorca (129,67 cm), longitud de mazorca (13,96 cm), diámetro de mazorca (5,64 cm); el T4 en mayor peso de 100 granos (94,45 g); el T5 en mazorcas por planta (1,23 mazorcas), granos por mazorca (225,81 granos) y rendimiento (9053,60 kg/ha).

El abono orgánico que permitió obtener un mayor rendimiento de grano de maíz fue el guano de isla.

La variedad de maíz de mayor rendimiento fue la criolla.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, I. y R. Pire. 2004. "Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso". *Interciencia* 29: 274-279.
- Álvarez, J. D., N. S. León Martínez, D. A. Gómez Velasco y F. A. Gutiérrez Miceli. 2010. "Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz". *Agrociencia* 44: 575-586.
- Ángeles, E., E. Ortiz Torres, A. López y G. López Romero. 2010. "Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla". *Revista fitotecnia mexicana* 33: 287-296.
- Arrellanos, J. L., A. J. Gámez Vázquez y M. A. Ávila Perches. 2010. "Potencial agronómico de variedades criollas de maíz cacahuacintle en el valle de Toluca" *Revista fitotecnia mexicana* 33: 37-41.
- Báez, J. y J. Marín. 2009. *Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento*

- del cultivo de maíz*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria. Managua (Nicaragua).
- Blandon, E. J. y A. Z. Smith. 2001. *Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (Zea mays L.)*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria. Managua (Nicaragua), 2001.
- Cacino, J. 2004. *Importancia de la fracción orgánica del guano de islas*. Lima (Perú): Universidad Mayor de San Marcos.
- Cantarero, R. J. y O. A. Martínez. 2002. *Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (Zea mays L.), variedad NB-6*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria. Managua (Nicaragua).
- Castellanos, R. J. 1980. *La importancia de las condiciones físicas del suelo*. Torreón (México): Instituto Técnico Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuario, Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Cordon, E. P. y L. E. Gaitan. 1993. *Efectos de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos de Maíz (Zea mays L.), Sorgo (Sorghum bicolor L.)*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria. Managua (Nicaragua).
- Domínguez, V.A. 1997. *Tratado de Fertilización*. Madrid (España): Mundi-Prensa Libros.
- Flores, B. 1987. *El uso de frijol terciopelo (Mucuna pruriens) para la producción de maíz*. Tegucigalpa (Honduras): Centro Internacional de Información sobre cultivos de cobertura.
- Gallegos, J. 2015. *Aplicación de una dosis de fertilización orgánica (estiércol bovino) en la producción de nueve híbridos intermedios precoces de maíz de alto potencial forrajero*. Tesis de Grado. Universidad Autónoma Agraria. Torreón (México), 2015.
- García, F. 2004. *Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz*. Informe Técnico. INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur 1. Acassuso (Argentina).
- Gómez, O. y M. Minelli. 1990. *La producción de semilla*. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. Managua (Nicaragua).
- Hernández, L.Á. 2010. *Fertilización orgánica (composta) y órgano-mineral de maíz en Villagrán, Guanajuato*. Tesis de Grado. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo (México).
- Hortelano, R., A. Muñoz, A. Santacruz, S. Miranda y L. Córdova. 2008. "Diversidad morfológica de maíces nativos del Valle de Puebla" *Agricultura Técnica en México* 34 (2): 189-200.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2004. *Maíz INIA 603 - Choclero, nueva variedad para una producción rentable*. Cajamarca (Perú): INIA.
- López, B. L. 1991. *Cultivos herbáceos, cereales Vol. 1*. Madrid (España): Mundi-Prensa Libros.
- Matheus, J. 2007. "Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost y gallinaza) en plantas de maíz". *Agricultura Andina* 1: 27-38.
- Mendoza, M., A. Lopez, A. Oyervides, G. Martínez, C. Leon y C. Moreno. 2006. "Herencia genética y citoplasmática de la resistencia a la producción de la mazorca del maíz causada por Fusarium moniliforme Sheld". *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 267-271.
- Obando, M., C. Gelpud Chaves y E. Jhon. 2008. "Característica morfoagronómica en variedades nativas de maíz en Putumayo". *Revista UNIMAR* 33 (2): 261-271.
- Ochoa, A.A. 2008. *Influencia de la temperatura y*

precipitación en el cultivo maíz amiláceo en las variedades San Gerónimo y Blanco Urubamba en el Valle del Mantaro. Lima (Perú): Instituto Geofísico del Perú.

Rodríguez, M.B. 2008. *Fertilidad del suelo y nutrición de las plantas. La fertilización de cultivos y pasturas* Buenos Aires (Argentina): Sin Editorial.

Somarriba, C. 1997. *Texto básico de granos básicos.* Managua (Nicaragua): Universidad Nacional Agraria.