

Uso de fertilización orgánica basada en orina humana en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.).

Dania González Gort ¹ , Nelson José Agostino ², Aldo de Karzao ³ & Arelys Valido Torné ⁴

Fecha de recibido: 12 de octubre 2014

Fecha de aceptado: 17 diciembre de 2014

RESUMEN

El presente trabajo estudia el efecto de la orina humana en el desarrollo y rendimientos del cultivo del maíz, variedad Matuba. El experimento se realizó en el Instituto Agrario de la Ciudad de Mocuba, Mozambique, usando un diseño de Bloques al azar con tres tratamientos (T0-sin fertilización, T1-Fertilizado con orina humana y T2-Fertilización química), y tres repeticiones, sobre un suelo arcilloso. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza del paquete Statistix 10.0 y las medias comparadas por la dócima de Tukey para una probabilidad de 5%. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (HP), diámetro de la mazorca sin paja (DM), largo de la mazorca (CM), peso de la mazorca (Pe) y rendimiento. Respecto a los tratamientos utilizados, los resultados del empleo de fertilizante orgánico a base de la orina humana resultó significativamente superior en los parámetros referentes la altura de la planta (HP) y diámetro de la mazorca (DM), sin diferencia significativa a respeto del tratamiento con químico (T2) en los parámetros largo de la mazorca (CM), peso de la mazorca (Pe) y rendimiento (R), que alcanzó en el caso de la orina humana 4.80 t/ha. Desde el punto de vista experimental, el presente estudio evidenció resultados promisorios acerca de la utilización de orina humana en la fertilización del maíz (*Zea mays*, L), indicando la posibilidad de su uso en la agricultura familiar reduciendo o sustituyendo el consumo de fertilizantes químicos.

PALABRAS CLAVE: orina humana, fertilizante químico, *Zea mays*

¹ M. Sc., Ing. Agrónomo, Asistente, Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba: danialgonzalez@reduc.edu.cu

² Estudiante, Universidad de Zambeze, UNIZAMBEZE, Zambézia, Mozambique: neloago@yahoo.com.br

³ Director, Proyecto PRODEZA, Zambézia, Mozambique. aldo@naredevelopment.se

⁴ Ing. Agrónomo, Profesora Auxiliar, Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba : arelys.valido@reduc.edu.cu

Use of organic fertilizers based on human urine in maize (*Zea mays* L.).

ABSTRACT

To test the effect of human urine on the yield of maize variety 'Matuba', conducted at the Institute of Agrarian of City Mocuba an essay using the randomized complete block design with three treatments (no fertilization T0, T1 fertilization with human urine and T2 chemical fertilization), and three replications in clay soil. The data were interpreted by an analysis of variance package Statistix 10.0, the means were compared by Tukey test at 5% probability. The variables evaluated were: plant height (PH), ear diameter (DM), ear length (CS), ear weight g (PE) and yield (t/ha). Respect of the treatments tested, the application of human urine resulted in significantly higher parameters for plant height (PH) and diameter of the ear (DM), and no significant difference regarding the treatment with chemical fertilizer (T2) parameters ear length (CS), ear weight (PE) and ear (R), which reached in the case of human urine 4.80 t/ha. From the experimental point of view this study showed promising results on the use of human urine fertilization of corn (*Zea mays* L.), indicating a potential application of human urine in agriculture in order to reduce consumption or even in some cases replace use of chemical fertilizers.

KEYWORDS: Human urine, chemical fertilizer, *Zea mays*

INTRODUCCIÓN

A diferencia del uso de fertilizantes químicos, la práctica del uso de la orina humana como fertilizante orgánico, a gran escala, en cultivos agrícolas son una realidad bien reciente. Sin embargo, su uso en pequeñas áreas es una vieja práctica que viene siendo utilizada desde hace siglos, en diversos países, principalmente los orientales (Jönsson et al., 2004). Por otra parte Karak y Bhattacharya (2011), sostienen que Kirchmann, Pettersson, Jönsson, Stinzing, Vinnerås y Salomon fueron los primeros a usar la orina como fertilizante en experimentos científicos, a mediados de 1995, en Europa, con intención de reciclar los nutrientes, utilizando técnicas sostenibles y de fácil aplicación.

Según Johansson et al., 2000 y Rodhe et al., 2004, en Suecia de 1997 a 1999, fueron realizadas las primeras investigaciones del uso de la orina humana como fertilizante en campo, durante éstos dos años, la orina humana fue aplicada en el cultivo de cebada, y los principales resultados indicaron que el nitrógeno presente en la orina proporcionó los mismos efectos correspondientes a la aplicación del fertilizante químico.

La composición de la orina humana varía entre los diferentes individuos a consecuencia, principalmente, de las diferencias climáticas, dieta y actividades practicadas, mientras que la cantidad de orina excretada es en torno a 1,50

l/persona/día, distribuidos en 7 veces (Vinneras et al., 2006) siendo la orina matinal la más concentrada. (Hellström & Kärrman, 1999).

El objetivo de este trabajo fue ofrecer una alternativa a los campesinos de la agricultura familiar en Mocuba, Mozambique, para aumentar la producción y rendimientos en este cultivo, básico en la alimentación de agricultores de bajos recursos económicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en las áreas del Instituto Agrario de Mocuba, ciudad de Mocuba Sede, provincia de Zambézia, Mozambique, el área tiene predominio de suelos clasificados como arcillosos moderadamente profundos y arenosos con baja fertilidad y susceptible a la erosión. No se realizó análisis del contenido de nutrientes en el suelo por no existir institución para estos fines en la provincia.

El diseño experimental utilizado fue de Bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Cada parcela contó con 8 surcos y 10 plantas en cada uno para un total de 80 plantas por parcela, el área útil del experimento fue de 151.2 m². El tamaño de muestra fue de 12 plantas por parcela que fueron marcadas por el método de bandera inglesa.

Tratamientos: (T0)-Sin fertilización; (T1)-Aplicación de orina humana a razón de 125 ml/planta/semana y (T2)-Aplicación de fertilizante mineral NPK de fondo y urea de cobertura según las Normas Técnicas Agrícolas para el cultivo del maíz en Mozambique (NTA, 1982). Se aplicaron dosis de 60 kg/ha de nitrógeno (N); 90 kg/ha de fósforo, e 45 kg/ha de potasio durante la preparación del suelo, localizadas en el fondo del surco y antes de la siembra. Se realizó aplicación fraccionada de urea, durante la siembra y a los 30 días después (DDS).

En el caso del tratamiento (T1)- Fertilización con orina humana se realizó basada en la demanda del cultivo y fue adicionada a cada planta semanalmente a razón de 125.0 ml/planta en un volumen de 1 750.0 ml de agua durante 14 semanas del ciclo del cultivo. La recolección de la orina fue a nivel familiar en un recipiente plástico con capacidad de 20 litros, almacenada durante 4 semanas y después aplicada en el campo.

La siembra del cultivo se realizó el 24 de marzo de 2013 hasta el 8 de julio del mismo año, totalizando 110 días de ciclo vegetativo. Para el ensayo se usó la variedad Matuba obtenida de agentes comerciales a nivel local por ser la variedad más usada. Fue declarada la fase de emergencia del cultivo a los 6 DDS, con el 80 % de las plantas emergidas y se realizó el raleo dejándose solo una planta por nido. Las plantas adventicias se eliminaron mecánicamente. El riego se realizó de forma manual con regadera a un intervalo de 7 días teniendo en cuenta la evaporación y la pluviosidad registrada. La cosecha fue manual a los 110 días después de la germinación.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (HP), diámetro de la mazorca (DE), largo de la (CE), peso de la mazorca (PE) y rendimiento. Estas variables fueron sometidas a análisis de varianza para un 5 % de significación. Las medias fueron comparadas con la dócima de Tukey para 5 % de significación y fue utilizado el Software Statistix versión 10.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la aplicación de la orina humana como fuente nutricional en comparación con la aplicación tradicional de fertilizante mineral son presentados a continuación después de ser estudiado su comportamiento durante un ensayo realizado en el cultivo del maíz donde se evalúan variables como altura de la planta, diámetro y largo de la mazorca sin paja y rendimiento del cultivo en los tratamientos empleados.

En el análisis de varianza (Tabla 1) para el parámetro altura de la planta (HP) hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos empleados a favor del tratamiento de fertilización con orina humana (T1), lo que significa que las plantas tratadas con fertilizante a base de orina humana alcanzaron una mayor altura (2.0 m), en lo que puede haber influido la composición nutricional de la orina así como las aplicaciones sucesivas durante la mayor parte del ciclo del cultivo (105 días).

Tabla 1. Evaluación de las medias para la altura de la planta en función de los tratamientos.

Tratamientos	Media
T0	1.51 ^a
T1	2.00 ^b
T2	1.76 ^c
Media	1.76
CV (%)	4.67

Resultados similares fueron obtenidos por Botto (2013), cuando al evaluar la altura del crecimiento de un híbrido de maíz en presencia de fertilizante mineral, y orina humana encontró valores medios de 1.58 m con el uso de fertilizantes químicos y de 1.44 m con el empleo de orina humana, infiriendo que la altura de la planta no difiere significativamente con el empleo de uno u otro fertilizante.

Tozetti et al., (2004) evaluando la altura de diferentes progenies de maíz, en presencia y ausencia de fertilizante, encontraron valores medios de altura de la planta entre 1.48 a 1.77 m para las progenies sin fertilizante y entre 1.66 a 2.04 m; para aquellas con fertilización basada en orina humana, demostrando que una parcela con tratamiento cero de fertilizante es dependiente de la fertilidad natural del suelo, y la tendencia es a demostrar un crecimiento menor con una menor altura.

Arnon (1975), afirma que plantas mal nutridas con nitrógeno presentan menor capacidad de asimilar CO₂ y de sintetizar carbohidratos durante la fotosíntesis y como consecuencia una reducción en la altura de la planta. Los resultados de este trabajo concuerdan con este autor porque la altura de la planta respondió positivamente a la aplicación de la dosis de orina humana para favorecer la asimilación de CO₂ y acumulación de carbohidratos.

En las variables diámetro de la mazorca (DE), largo de la mazorca (CE), y peso de las mazorcas sin paja (PE), el análisis estadístico mostró efecto significativo para el 5% revelando diferencias en las medias de tratamientos en algunos de los parámetros evaluados (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de las medias para los parámetros diámetro de la mazorca (DE), largo de la mazorca (CE), y peso de la mazorca (PE).

Tratamientos	Diámetro de la mazorca (cm)	Largo de la mazorca (cm)	Peso de la mazorca (g)
T0	4.64 ^a	12.39 ^a	102.78 ^a
T1	5.33 ^b	19.50 ^b	258.33 ^b
T2	5.17 ^c	18.29 ^b	244.44 ^b
Media	15.71	16.73	201.85
CV (%)	0.73	5.63	5.24

El análisis de las medias de los tratamientos revela que no hubo diferencias significativas entre el tratamiento con orina humana (T1) y el tratamiento con fertilizante químico (T2), en cuanto a largo de las mazorcas (LE) y peso de las mazorcas sin paja (PE), observándose diferencias significativas entre éstos y el tratamiento sin fertilizante (T0). Existe diferencia en el parámetro diámetro de la mazorca a favor de un mayor diámetro en el tratamiento con orina humana (T2), el cual puede responder a las aplicaciones sucesivas durante la mayor parte del ciclo del cultivo.

Según Mata et al., (2010) el diámetro de la mazorca refleja la capacidad productiva de la planta, y el mayor diámetro favorece la formación de mayor cantidad de granos, efecto que se corresponde con los resultados obtenidos, porque en las mazorcas con el mayor diámetro (de 5,33 cm) se obtuvo también mayor cantidad de granos.

Botto (2013), utilizando la orina humana como fertilizante para la producción de un híbrido de *Zea mays*, obtuvo un diámetro medio de la mazorca de 4.42

cm, explicado por la aplicación de 1,5 veces el volumen de orina humana, valor este superior al tratamiento de la fertilización química. El diámetro medio de 5,33 cm obtenido en este trabajo coincide con lo obtenido por el citado autor. Por otra parte las mazorcas obtenidas en todos los tratamientos clasifican como comerciales al sobrepasar el valor de 3.0 cm fijado por Albuquerque, (2008) para este parámetro.

Respecto al largo de la mazorca, este mismo autor plantea que se considera como el largo medio comercial mazorcas de 15.0 cm. De acuerdo con este autor los resultados obtenidos superan este valor por lo que las mazorcas obtenidas en los tratamientos fertilizados T1-con orina humana y T2-con fertilizante químico son comerciales, no así para el tratamiento T0 que se diferencia significativamente del resto con una media de solo 12.39 cm. Este resultado evidencia que la orina humana tiene un potencial de nutrientes que permite el desarrollo y producción en la planta y alcanzar resultados sin diferencia significativa a cuando se utiliza fertilizante químico.

Respecto al peso de la mazorca, Botto (2013) obtuvo una media de 141.3 g para el tratamiento fertilizado con orina humana. Para el presente trabajo se obtuvo una media de 258.33 g, resultado que se corresponde con los obtenidos por este autor y con Gerner et al., (2011) quien reporta incrementos de 3.5 veces en la producción de maíz cuando se emplea orina humana comparado con la fertilización química. Estos resultados pueden estar relacionados con una menor pérdida de nitrógeno por volatilización en los tratamientos con orina humana comparado con el fertilizante químico.

Semejantes resultados obtuvo Morgan (2005), cuando al comparar el fertilizante químico con el uso de la orina, quien obtuvo mazorcas cuyo peso fue de 1.45 veces superior a las obtenidas con la aplicación de fertilizante químico. Este resultado es semejante al obtenido por estos autores donde se observó que en las parcelas fertilizadas con orina humana las medias del peso de las mazorcas fueron 1.06 veces mayor que el tratamiento donde se utilizó fertilizante químico.

El análisis estadístico del rendimiento obtenido basado en el peso de las mazorcas expresa efectos significativos entre las medias de los tratamientos no fertilizados (1.03 t/ha) respecto a los fertilizados T1-con orina humana (4.80 t/ha) y T2-Fertilización química (3.68 t/ha) que no muestran diferencias significativas entre ellos (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento t/ha.

Tratamientos	Media
T0	1.03 ^a
T1	4.80 ^b
T2	3.68 ^b
Media	3.17
CV (%)	0.86

Fidelis et al., (2007), y Bastos et al., (2008) plantean que el cultivo del maíz (*Zea mays*) presenta demanda elevada de fertilizantes nitrogenados, haciendo que aplicaciones de ese nutriente sean extremadamente necesarias para la obtención de altos rendimientos. Estos datos de rendimiento alcanzado, (4.80 t/ha), son comparados con los reportados por Botto, (2013) con 10.0 t/ha si consideramos incluida la paja.

CONCLUSIONES

La fertilización con orina humana en los parámetros evaluados tuvo el mismo efecto respecto al uso de fertilizante mineral en tres variables estudiadas y resultados superiores en dos variables incluido el diámetro de la mazorca, resultando este último parámetro de vital importancia en el rendimiento porque define el número de granos en la mazorca y el rendimiento.

La no existencia de diferencias significativa entre los resultados del empleo de la fertilización mineral y la fertilización con orina humana evidencia resultados promisorios acerca de la utilización de esta última con la intención de disminuir o sustituir el uso de fertilizantes químicos en la agricultura familiar.

REFERENCIAS

- Arnon, I. (1975.) Mineral nutrition of maize. Bern: International Potash Institute, p.452.
- Bastos, E. A. (2008). Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. Revista Ciência Agronômica. V. 39, n. 02, p. 275-280.
- Botto, M. P. (2013) Utilização da urina humana como biofertilizante para produção de alimentos e energia: caracterização, uso na agricultura e recuperação de nutrientes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental).

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. CDD 628.

Fidelis, R. R. (2007). Fontes de germoplasma de milho para estresse de baixo nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, V. 37, n. 03, p.147-153.

Germer, J. ; Addaib, S. & Sauerborna, J. (2011). Response of grain sorghum to fertilisation with human urine. *Field Crops Research*, 122, p. 234-241.

Hellstrom, D.; Johansson, E. & Grennberg, K. (1999). Storage of human urine: acidification as a method to inhibit decomposition of urea. *Ecological Engineering*, V. 12, p. 253-269.

Johansson, M.; Jönsson, H.; Höglund, C.; Richert Stintzing, A. & Rodhe, L. (2000). Urine separation: closing the nutrient cycle. Stockholm Vatten, Stockholmshem. Estocolmo, Jönsson, Håkan; Stintzing, Anna Richert; Vinnerås, Bjorn; Salomon, Eva. (2004). Orientações de Uso de Urina e Fezes na Produção Agrícola. *EcoSanRes. Relatório 2*. Pag. 22-25.

Jönsson, H.; Vinnerås, B.; Höglund, C.; Stenström, T.A.; Dalhammar, G. & Kirchmann, H. (2004). Recycling source separated human urine. VA-Forsk Report 2000-1, VAVAB, Stockholm, Sweden. Jönsson, H.; Vinnerås, B.; Höglund, C.; Stenström, T-A (1999). Source separation of urine. *Wasser Boden*, v. 51, no. 11, p. 21-25.

Karak, T. & Bhattacharyya, P. (2011). Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality. *Resource Conservation Recycling*.

Mata, J. F.; da Silva, J. C; Ribeiro, J. F.; Afférri, F. S & Vieira, L. M. (2010). Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino, *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, n.3.

Morgan P.: (2005). Toilets That Make Compost Low-cost, sanitary toilets that produce valuable compost for crops in an African context, pag.84-87.

Normas Técnicas Agrícolas - NTA (1982). Normas Técnicas Elementares Agrícolas. Maputo

Rodhe, L.; Stintzing, A.R & Steineck, S. (2004). Ammonia emissions after application of human urine to a clay soil for barley growth. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 68, p. 191-198.

Vinneras, B. (2001). Fecal separation and urine diversion for nutrient management of household biodegradable waste and wastewater. *Licentiate*

thesis, Report 244, Department of Agricultural Engineering, SLU. Uppsala, Sweden.

Tozetti, A. D; Billia, R.C; Silva, C; Cervigni, G. & Gomes, O.M. T. (2004). Avaliação de progênies de milho na presença e ausência de adubo. Revista Científica Eletrônica de Agronomia – ISSN 1677- 0293 Periodicidade Semestral – Ano III Edição Número 5 –Junho.