
Estudio de Manejo Integral de Abonos en el Cultivo del Maíz

Oswaldo A. Solís A.^{1,*}

¹Profesor e investigador, Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad Católica Santa María La Antigua (USMA), Panamá, República de Panamá.

*Autor para correspondencia. Email; osolisa@usma.com.pa

Recibido: 06 de agosto de 2020

Aceptado: 18 de septiembre de 2020

Resumen

En la República de Panamá, los suelos de uso agropecuario presentan distintos grados de erosión, lo que afecta los rendimientos de los cultivos; una alternativa es el abonamiento integral, es decir, aplicar abonos orgánicos y químicos, con el fin de mejorar las cosechas, reducir la erosión y recuperar los procesos biológicos del suelo. El objetivo fue determinar diferencias en el rendimiento del cultivo de maíz, mediante la aplicación de abonos orgánicos vs químicos en suelos erosionados del Distrito de Las Minas. El diseño fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones, y cuatro tratamientos: testigo, abono completo, composta, y abono completo más composta. Se aplicaron dosis de seis onzas por planta de abono químico (12-24-12), y orgánico (compost), en el mismo momento, es decir, en la siembra, y 28 días después de la siembra, a un costado de cada planta. La producción del maíz estuvo entre 23,67 y 449.33 kg/ha; con baja cosecha en el tratamiento 3; y alta, en el tratamiento 4. Los pesos de las mazorcas variaron entre 22.23 y 167.71 g; el tratamiento 1, presentó el menor peso, y el tratamiento 4, el mayor; en el número de mazorcas, la cantidad mayor de mazorcas la obtuvo el tratamiento 2, seguido del 4, 1 y 3, respectivamente. El uso de fertilizantes químicos, y el compost, mostró la mejor producción, en grano; aumentos en los pesos de las mazorcas e incrementos en el número de mazorcas por hectárea.

Palabras clave: fertilizante, compost, fertilidad, rendimiento, dosis.

Abstract

In the Republic of Panama, soils for agricultural use have different degrees of erosion, which affects crop yields; An alternative is integral fertilization, that is, applying organic and chemical fertilizers, in order to improve harvests, reduce erosion and recover the biological processes of the soil. The objective was to determine differences in the performance of the corn crop, by applying organic vs. chemical fertilizers in eroded soils of the Las Minas District. The design was randomized blocks, with four repetitions, and four treatments: control, full compost, compost, and full compost plus compost. Doses of six ounces were applied per plant of chemical fertilizer (12-24-12), and organic (compost),

at the same time, that is, at planting, and 28 days after planting, to one side of each plant. Corn production was between 23.67 and 449.33 kg / ha; with low harvest in treatment 3; and high, in treatment 4. The weights of the ears varied between 22.23 and 167.71 g; Treatment 1 had the lowest weight and treatment 4 the highest; in the number of ears, the highest number of ears was obtained by treatment 2, followed by 4, 1 and 3, respectively. The use of chemical fertilizers, and compost, showed the best production, in grain; increases in the weight of the ears and increases in the number of ears per hectare.

Keywords: fertilizer, compost, fertility, yield, dose.

1. Introducción

Los suelos de la República de Panamá, en su gran mayoría, presentan un deterioro, constante, generado por la falta de prácticas de conservación, ocasionando la erosión de los terrenos (Autoridad Nacional del Ambiente, 2014). Las zonas que muestran mayor degradación de suelos son las siguientes: Cerro Punta, Comarca Ngöbe Buglé, Sabana Central de Veraguas y el Arco Seco, la cual, incluye parte de las Provincias de Herrera, Los Santos y Coclé (Autoridad Nacional del Ambiente, 2009). Los suelos del Arco Seco, presentan erosión, originada, por prácticas agropecuarias que no protegen los terrenos del deterioro ambiental, ocasionado, pérdida de fertilidad (Autoridad Nacional del Ambiente, 2004). El 21% de las fincas agropecuarias de Panamá, emplean prácticas de conservación de suelos, indicando que la mayoría, no protege el suelo de la erosión (Autoridad Nacional del Ambiente, 2014). Algunas características edafológicas que presenta nuestro país, son las siguientes: suelos ácidos, lo que incide sobre la fertilidad de los terrenos; bajos niveles de Fósforo, Calcio, Magnesio, Cobre y Zinc y materia orgánica, en este último caso, producto de explotaciones agropecuarias sin medidas de sostenibilidad; además de niveles medio de Potasio, Hierro y Manganeso (IDIAP, 2006). Para evitar la erosión, es necesario incorporar al suelo, compost, humus y otros materiales orgánicos (Ruiz, 2017). La materia orgánica mejora las propiedades del suelo, es decir: a. físicas: aumenta el contenido de agua, mejora la infiltración y la aireación, favorece la agregación de las partículas y la penetración de las raíces, además de reducir la erosión hídrica y eólica; b. químicas: incrementa la capacidad de intercambio catiónico, controla la acidez, tiene propiedades coloidales, y aumenta los nutrientes; c. biológicas: fomenta el desarrollo de los microorganismos y el crecimiento de las plantas (Agudo, 2014). Entre los aspectos que posibilitan la existencia de los nutrientes en los suelos, están la materia orgánica y los microorganismos (Pereira, et al., 2011). Los microorganismos pueden llevar a cabo distintas funciones, como proporcionar materia orgánica, mejorar la estructura, modificar restos orgánicos y otras actividades biológicas (Jaramillo, 2002). Los fertilizantes se pueden dividir en inorgánicos o minerales, y orgánicos; los primeros, son de origen artificial, elaborados en industrias; y los segundos, provienen de residuos orgánicos vegetales y animales (Ancín, 2011). El compost es un abono orgánico que se produce por la descomposición de restos orgánicos, con la intervención de diversos microorganismos, en un medio aeróbico (Román, Martínez, Pantoja, 2013). La materia orgánica aumenta la infiltración y la macro-fauna del suelo (Mijangos, Vicente, Modroño, Anza, Garbisu, Martínez-Fernández, 2015). el uso, combinado, de la materia orgánica, los abonos químicos y orgánicos, crea las condiciones, correctas, para un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, porque la materia orgánica mejora las propiedades del suelo, y los abonos suministran los nutrientes a los cultivos (FAO, 2002). En el caso del cultivo de la papa, se encontró, que responde, adecuadamente, a la fertilización química y orgánica (Luna, Espinosa, Trávez, Ulloa, Espinoza, Bejarano, 2016). Por lo tanto, el objetivo de la investigación

fue determinar diferencias en el rendimiento del cultivo de maíz, mediante la aplicación de abonos orgánicos vs químicos en suelos erosionados del Distrito de Las Minas.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la granja escuela Casiciaco Haren Alde, perteneciente a la Universidad Católica Santa María La Antigua, ubicada, en el Distrito de Las Minas, Provincia de Herrera, en la segunda coa de siembra, durante la época lluviosa, entre los meses de septiembre a diciembre. En la Provincia de Herrera, la precipitación, está entre los 1,000 y 1,500 mm, anuales (Autoridad Nacional del Ambiente, 2014); con suelos de textura Franco Arcillosa, generalmente (Instituto de investigación Agropecuaria de Panamá). Se utilizó el diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones, con el fin de obtener los datos del rendimiento, en grano, y peso de mazorcas. En cada repetición hubo cuatro tratamientos, denominados: testigo, abono completo, composta, y abono completo más composta. Se aplicaron dosis de cuatro onzas por planta de abono químico (12-24-12), y orgánico (compost), en el mismo momento, es decir, en la siembra, y 28 días después de la siembra, a un costado de cada planta. Se depositaron 3 semillas de maíz, por hoyo, empleando el híbrido 4226, de la marca Pionner. El compost fue elaborado con restos de vegetación, gallinaza, tierra de áreas boscosas y agua. El tamaño de la unidad experimental fue de 12.80 m por 3.0 m. Las distancias de siembra fueron de 80 cm, entre hileras, y 30 cm, entre plantas, con una población de 41,667 plantas por hectárea. En la madurez fisiológica se cosecharon las mazorcas de maíz en la parte central de las unidades experimentales y se obtuvo el rendimiento de grano, los pesos de las mazorcas, y el número de mazorcas por hectárea, o sea, la muestra. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de Duncan, empleando el software estadístico Infostat para Windows.

3. Resultados y discusión

Análisis de suelos

Antes de la siembra del maíz, se realizó un análisis de suelos en el terreno de siembra, con el propósito de determinar su fertilidad, con los siguientes resultados: suelo de color pardo, con un pH de 5.16, considerado muy ácido; con niveles bajos de materia orgánica, Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Zinc, Aluminio y capacidad de intercambio catiónico; medios: Potasio, Hierro, Manganeseo y Cobre; y alto de Fósforo; con textura Franca; indicando deficiencia en la fertilidad del suelo, por explotación agrícola, y en consecuencia, inadecuado aporte nutricional para un buen crecimiento y desarrollo de los cultivos; señalando la necesidad de aplicación de abonos químicos para obtener buenos rendimientos agropecuarios (tabla 1).

Tabla 1.

Fertilidad del terreno de siembra.

Componentes del suelo	Niveles		
	Alto	Medio	Bajo
Elementos químicos			
Macro elementos			
Nitrógeno			X
Fósforo	X		
Potasio		X	
Elementos secundarios			

Calcio			X
Magnesio			X
Micro elementos			
Hierro		X	
Aluminio			X
Manganeso		X	
Cobre		X	
Zinc			X
Materia orgánica			X
Capacidad de intercambio Catiónico			X
pH			X

Fuente: elaboración propia.

Análisis del compost

El análisis del abono orgánico, compost, mostró, los siguientes resultados: color pardo, pH de 6.51, considerado poco ácido; niveles bajos de Hierro, Aluminio, Cobre y Potasio; y altos de: materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio, Manganeso, Zinc y capacidad de intercambio catiónico; no hubo grados medios; indicando un contenido, adecuado, de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, significando, un mejoramiento en la fertilidad del suelo (tabla 2).

Tabla 2.

Contenido de nutrientes del abono orgánico, compost.

Componentes del suelo	Niveles		
	Alto	Medio	Bajo
Elementos químicos			
Macro elementos			
Nitrógeno	X		
Fósforo	X		
Potasio			X
Elementos secundarios			
Calcio	X		
Magnesio	X		
Micro elementos			
Hierro			X
Aluminio			X
Manganeso	X		
Cobre			X
Zinc	X		
Materia orgánica	X		
Capacidad de intercambio Catiónico	X		
pH		X	

Fuente: elaboración propia.

Rendimiento del cultivo, peso de mazorcas y número de mazorcas

El rendimiento del maíz varió entre 23,67 y 449.33 kg/ha; la menor producción la obtuvo el tratamiento 3; y el mayor rendimiento se presentó en el tratamiento 4; el tratamiento 1, alcanzó 56.71 kg/ha, y el tratamiento 2, logró, 398.97 kg/ha. Según la prueba de Duncan, los tratamientos 1 y 3; no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$); de igual manera, los tratamientos 2 y 4. Hubo diferencias significativas entre los tratamientos 1-3, y 2-4 ($p<0.05$). Los pesos de las mazorcas estuvieron entre 22.23 y 167.71 g; con el valor más bajo, en el tratamiento 1, y el más alto, en el tratamiento 4; con pesos intermedios de 33.17 y 136.53 g, respectivamente. La prueba de Duncan indicó, no diferencias entre los tratamientos 1-3; y 2-4 ($p>0.05$); encontrándose, diferencias significativas, entre ambos grupos ($p<0.05$). En referencia al número de mazorcas, la cantidad mayor de mazorcas estuvo en el tratamiento 2, seguido del 4, 1 y 3, respectivamente; los tratamientos 1, 2 y 3, no mostraron diferencias significativas ($p>0.05$); lo mismo ocurrió en los tratamientos 2 y 4; el tratamiento 2, no difirió de los demás; el tratamiento 4, se diferenció del 1 y 3 ($p<0.05$), (tabla 3).

Tabla 3.

Medias para las variables número de mazorcas, peso de mazorca y rendimiento.

Tratamientos	Número de mazorcas por hectárea	Peso de mazorca (g)	Rendimiento (kg/ha)
1: Testigo	2631,58 ^a	22.23 ^a	56.71 ^a
2: Fertilizante químico	4272,99 ^{ab}	136.53 ^b	398.97 ^b
3: Compost	2445,51 ^a	33.17 ^a	23.67 ^a
4: Fertilizante químico y compost	3947,37 ^b	167.71 ^b	449.33 ^b

Observación: letras iguales señalan no diferencias significativas ($p>0.05$).

Fuente: elaboración propia.

Al menos uno de los tratamientos es diferente de los otros, provocando un incremento en la cantidad de las mazorcas; es decir, los tratamientos concernientes a las aplicaciones de fertilizantes químicos, y fertilizantes químicos y compost; el menor número de mazorcas se manifiesta en el testigo, y el compost (tabla 4).

Tabla 4.

Análisis de varianza para la variable: número de mazorcas por hectárea.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadro medio	F	P-valor
Bloque	3	5804392.45	1934797.48		
Tratamientos	3	11350175.98	3783391.99	2.31	0.1446
Error	9	7530395.03	836710.56	4.52	0.0339*
Total	15	24684963.46			

Observaciones: * es diferencia significativa; el coeficiente de variación es 27.07

Fuente: Gorgas, J., Cardiel, N. y Zamorano, J. (2011). Estadística básica; para estudiantes de ciencias. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de:

https://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf

Se presentaron diferencias en los pesos de las mazorcas; los más altos estuvieron relaciones con el empleo de fertilizantes químicos, y fertilizantes químicos y compost; los más bajos en la utilización de compost, y en el testigo (tabla 5).

Tabla 5.

Análisis de varianza para la variable peso de mazorcas.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadro medio	F	P-valor
Bloque	3	776,65	258,88	0,12	0,9472
Tratamientos	3	61427,58	20475,86	9.34	0,0040**
Error	9	19740,23	2193,36		
Total	15	819944,46			

Observaciones: * es diferencia altamente significativa; el coeficiente de variación es 48.88.

Fuente: Fuente: Gorgas, J., Cardiel, N. y Zamorano, J. (2011). Estadística básica; para estudiantes de ciencias. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de:

https://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf

Los efectos de los abonamientos fueron distintos; la mayor producción la obtuvieron las dosis con fertilizantes químicos y compost; y las menores, con el testigo, y el empleo del compost (tabla 6).

Tabla 6.

Análisis de varianza para la variable rendimiento por hectárea.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadro medio	F	P-valor
Bloque	3	27646.71	9215.57	0.55	0.6632
Tratamientos	3	581104.61	193701.54	11.47	0.0020**
Error	9	151935.68	16881.74		
Total	15	760687.01			

Observaciones: * es diferencia altamente significativa; el coeficiente de variación es 51.84.

Fuente: Fuente: Gorgas, J., Cardiel, N. y Zamorano, J. (2011). Estadística básica; para estudiantes de ciencias. Madrid, España. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de:

https://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf

4. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La aplicación de fertilizantes químicos, y el abono orgánico, compost, produjo los mayores rendimientos en gr ano del cultivo del maíz; los más altos pesos de las mazorcas y aumentos en el número de mazorcas por hectárea.

El uso del compost y el no empleo de abonos, condujo a la menor cosecha en grano del cultivo del maíz; reducción en el peso y la cantidad de mazorcas por hectárea.

Las dosis utilizadas tuvieron efectos diferentes en las variables rendimiento, peso y número de mazorcas.

Los cambios del clima, con períodos de sequía y exceso de lluvias; las dosis aplicadas, y el empleo de un fertilizante químico, y abono orgánico, condujeron a incrementar las variaciones referentes al rendimiento, peso y cantidad de mazorcas.

El abono orgánico, compost, ocasionó un mejoramiento en la fertilidad del suelo.

El terreno de siembra mostró deficiencia en la fertilidad.

La dosis sin aplicación presentó diferencias con la porción del fertilizante químico, y fertilizante químico con compost; y no con el compost.

Los niveles de producción, del cultivo del maíz, están en función de las dosis de abonamiento utilizadas por momentos de aplicación.

Las diferentes dosis utilizadas produjeron rendimientos bajos.

Recomendaciones

Es importante, realizar otras investigaciones, empleando dosis mayores de fertilización química y orgánica.

Es necesario, el empleo de abonos orgánicos, en la producción agrícola, por su capacidad de mejorar la fertilidad del suelo.

El uso de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos, en los cultivos, es una práctica agronómica, que mejora las características físicas, químicas y biológicas de los terrenos de siembra.

5. Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades de la Universidad Católica Santa María La Antigua, y al personal de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, por su colaboración y financiamiento en el desarrollo de la investigación; como también, a los colaboradores de la escuela granja Casiciaco Haren Alde, y a la dirección del Centro USMA Azuero, por su apoyo en las actividades agronómicas relacionadas con el cultivo del maíz.

5. Referencias

- Agudo, L. (2014). Manual de edafología. Recuperado de:
https://www.academia.edu/15979558/MANUAL_DE_EDAFOLOG%C3%8DA
- Ancín, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* l. var. alubia) en el Distrito de San Juan de Castrovirreyña-Huancavelica. Perú. Recuperado de:
<http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>
- Autoridad Nacional del Ambiente (2014). GEO, Panamá, 2014. Informe del estado del Ambiente. Editorial Novo, Art, S. A. Panamá. Recuperado de:
<file:///C:/Users/UMECIT/Downloads/informe%20geo%20panama%202014.pdf>
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2009). Atlas de Tierras Secas y Degradadas de Panamá. Panamá. Editorial: Proyectos Editoriales de Panamá. Recuperado de:
https://edo.jrc.ec.europa.eu/gisdata/scado/land_degradation/pa/ATLAS_DESERTIFICACION.pdf
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2004). Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía en Panamá. Panamá. Recuperado de:
<https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/naps/panama-spa2004.pdf>
- FAO, (2002). Los fertilizantes y sus usos. Francia. Recuperado de:
<http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Instituto de investigación Agropecuaria de Panamá. (2006). Zonificación de suelos de Panamá. Por niveles de nutrientes. Panamá. Recuperado de:
<file:///C:/Users/HEPC029JX/Downloads/idiap1.pdf>
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Medellín. Recuperado de:
<http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Luna, R., Espinosa, K., Trávez, T., Ulloa, C., Espinoza A., Bejarano, A. (2016). Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. Ecuador. Revista de Ciencia y Tecnología; 9(1), pp. 11-16, junio.
- Mijangos, I., Vicente, F., Modroño, S., Anza, M., Garbisu, C. y Martínez-Fernández, A. (2015). Diagnóstico comparativo de la salud agroecosistémica bajo diferentes sistemas de abonado para el cultivo de maíz. España. Recuperado de:
http://www.uibcongres.org/imgdb/archivo_dpo19373.pdf
- Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile. Recuperado de:
<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Pereira, et al. (2011). Módulo: Edafología 1. Caldas. Recuperado de:
<https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>
- Ruiz, G. (2017). La erosión de los suelos en Panamá y sus impactos. Pérdida de suelo y su productividad. Revista El Tecnológico, No. 28, septiembre del 2017. Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá. Recuperado de:
<file:///C:/Users/UMECIT/Downloads/2116-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11019-1-10-20190207.pdf>