



Respuesta del cultivo de maíz a la fertilización orgánica y mineral en el cantón pasaje

Response of corn cultivation to organic and mineral fertilization in the Passage canton

Resposta do cultivo de milho à adubação orgânica e mineral no cantão Passagem

John Jairo Muzha-Cajas ^I
jmuzha2@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-3292-9589>

Hipólito Israel Pérez-Iglesias ^{II}
hperez@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

Irán Rodríguez-Delgado ^{III}
irodriguez@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Correspondencia: jmuzha2@utmachala.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 11 de enero de 2024 * **Aceptado:** 28 de febrero de 2024 * **Publicado:** 03 de marzo de 2024

- I. Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Santa Inés, km ½ vía Machala-Pasaje (CC 170517), Machala, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Santa Inés, km ½ vía Machala-Pasaje (CC 170517), Machala, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Santa Inés, km ½ vía Machala-Pasaje (CC 170517), Machala, Ecuador.

Resumen

El maíz, (*Zea mays* L), ha desempeñado un papel fundamental en la dieta y la herencia cultural a lo largo del tiempo. La conexión entre la producción y la fertilización está estrechamente vinculada, por lo que se ha prestado especial atención a las prácticas de fertilización para comprender cómo las plantas de maíz reaccionan a este proceso. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la fertilización orgánica y mineral en parámetros agro-morfológicos en el cultivo de maíz, para la aplicabilidad en la apreciación de la capacidad productiva. El experimento se realizó en el cantón Pasaje, Provincia de El Oro, a 30 msnm. Se utilizó un diseño experimental cuadrado latino (DCL). El factor de estudio fue la aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales al cultivo de maíz, con cinco tratamientos y cinco repeticiones, se empleó un análisis de varianza de un factor entre grupos para identificar posibles diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos. Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta, Largo de la hoja, Ancho de la hoja, Diámetro del tallo, Peso de Fruto (mazorca y semilla). La incorporación de fertilizante mineral a una dosis de 200 kg/ha (Nitrógeno) en rendimiento mazorca obtuvo 2.98 t/ha superado numéricamente al tratamiento de fertilizante orgánico a una dosis de 200 kg/ha (compost) el cual obtuvo 2.92 t/ha, aunque las diferencias no alcanzaron niveles estadísticamente significativos, es importante reconocer las diferencias numéricas como un aspecto a tener en cuenta al relacionar con costos de producción.

Palabras clave: Cultivo de maíz; Fertilizante mineral; Compost; Urea.

Abstract

Corn, (*Zea mays* L), has played a fundamental role in diet and cultural heritage over time. The connection between production and fertilization is closely linked, so special attention has been paid to fertilization practices to understand how corn plants react to this process. The objective of the research was to determine the effect of organic and mineral fertilization on agro-morphological parameters in corn cultivation, for applicability in the assessment of productive capacity. The experiment was carried out in the Pasaje canton, Province of El Oro, at 30 meters above sea level. A Latin square experimental design (LCD) was used. The study factor was the application of organic and mineral fertilizers to the corn crop, with five treatments and five repetitions, a one-factor analysis of variance between groups was used to identify possible statistical differences between the different treatments. The variables evaluated were: Plant height, Leaf length, Leaf

width, Stem diameter, Fruit weight (cob and seed). The incorporation of mineral fertilizer at a dose of 200 kg/ha (Nitrogen) in cob yield obtained 2.98 t/ha numerically surpassed the treatment of organic fertilizer at a dose of 200 kg/ha (compost) which obtained 2.92 t/ha. Although the differences did not reach statistically significant levels, it is important to recognize the numerical differences as an aspect to take into account when relating to production costs.

Keywords: Corn cultivation; Mineral fertilizer; Compost; Urea.

Resumo

O milho, (*Zea mays* L), tem desempenhado um papel fundamental na dieta alimentar e na herança cultural ao longo do tempo. A ligação entre produção e fertilização está intimamente ligada, por isso tem sido dada especial atenção às práticas de fertilização para compreender como as plantas de milho reagem a este processo. O objetivo da pesquisa foi determinar o efeito da adubação orgânica e mineral sobre parâmetros agromorfológicos no cultivo do milho, para aplicabilidade na avaliação da capacidade produtiva. O experimento foi realizado no cantão Pasaje, província de El Oro, a 30 metros acima do nível do mar. Foi utilizado um delineamento experimental em quadrado latino (LCD). O fator de estudo foi a aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais na cultura do milho, com cinco tratamentos e cinco repetições, foi utilizada análise de variância unifatorial entre grupos para identificar possíveis diferenças estatísticas entre os diferentes tratamentos. As variáveis avaliadas foram: Altura da planta, Comprimento da folha, Largura da folha, Diâmetro do caule, Peso do fruto (espiga e semente). A incorporação de adubo mineral na dose de 200 kg/ha (Nitrogênio) na produtividade de sabugo obteve 2,98 t/ha superou numericamente o tratamento de adubo orgânico na dose de 200 kg/ha (composto) que obteve 2,92 t/ha. as diferenças não atingiram níveis estatisticamente significativos, é importante reconhecer as diferenças numéricas como um aspecto a ter em conta quando se relacionam com os custos de produção.

Palavras-chave: Cultivo de milho; Fertilizante mineral; Composto; Uréia.

Introducción

El maíz, (*Zea mays* L), ha sido un elemento esencial en la alimentación y la cultura de diversas civilizaciones a lo largo de la historia. Su domesticación en Mesoamérica marcó un hito crucial en la evolución de la agricultura, y desde entonces, el maíz se ha extendido por todo el mundo como

uno de los cultivos más fundamentales. En el contexto agrícola, es una planta asombrosamente versátil, adaptándose a una amplia gama de climas y suelos. El cultivo de maíz desempeña un papel vital a nivel global, siendo una fuente primaria de alimento humano, forraje animal e incluso materia prima para la industria. Este cereal no solo ha contribuido a la seguridad alimentaria, sino que también ha generado una red económica crucial para agricultores, industrias alimentarias y comunidades enteras (Ortiz et al., 2023).

Ecuador, caracterizado por su diversidad geográfica y climática, proporciona un entorno propicio para el cultivo de diferentes variedades de maíz. Desde las tierras altas de la Sierra hasta las regiones bajas de la Amazonía, los agricultores enfrentan desafíos y oportunidades únicas al cultivar este cereal versátil, la adaptabilidad a diversas condiciones ambientales ha convertido su cultivo en una actividad agrícola clave en la vida rural ecuatoriana. No obstante, a pesar de su importancia histórica y económica, cambios en las prácticas agrícolas, fluctuaciones en los precios internacionales, y la presión constante sobre los recursos naturales plantean interrogantes sobre el futuro de este cultivo vital (FAOSTAT, 2022)

El cultivo del maíz ha experimentado una notable evolución desde sus raíces primitivas hasta las modernas prácticas agrícolas. La fertilización, un componente esencial en el proceso de cultivo, refleja claramente esta transformación (Subedi et al., 2006). Tanto en comunidades agrícolas primitivas como en las modernas explotaciones agroindustriales, la fertilización desempeña un papel crucial en el rendimiento y la calidad del maíz cosechado. En sociedades agrícolas primitivas, la fertilización del maíz solía depender en gran medida de prácticas tradicionales. La rotación de cultivos, el uso de estiércol animal y técnicas de quema de rastrojos eran métodos comunes; estas prácticas, aunque básicas, mantenían la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo. La sabiduría transmitida de generación en generación permitía a las comunidades primitivas mantener un equilibrio sostenible entre la tierra y los cultivos. En contraste, la agricultura moderna ha incorporado avances tecnológicos y enfoques científicos para optimizar la fertilización del maíz. El uso de fertilizantes químicos, la aplicación de técnicas de riego controlado y la modificación genética de las semillas son elementos clave en la producción a gran escala. Estos métodos han permitido aumentar significativamente los rendimientos, pero también han generado debates sobre la sostenibilidad y el impacto ambiental (Escalona et al., 2021)

La relación entre producción y fertilización está directamente ligada por lo que ha sido objeto de cuidadosa atención en términos de prácticas de fertilización la manera en que responden las plantas

de maíz a la fertilización, ya sea de origen orgánico o mineral, no solo influye en los rendimientos agrícolas, sino también en la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agrícolas. En esta exploración, examinaremos las complejidades y los impactos que la fertilización orgánica y mineral tienen en el cultivo de maíz, considerando factores como la nutrición de las plantas, la salud del suelo y los aspectos medioambientales fueron estudiados por (Hernán, 2016). La fertilización orgánica, basada en fuentes naturales como compost, estiércol y residuos vegetales, representa un enfoque holístico que va más allá de la simple entrega de nutrientes (Munive et al., 2018). Esta forma de fertilización contribuye a la mejora de la estructura del suelo, fomenta la actividad microbiana y brinda una liberación gradual de nutrientes, todo lo cual puede tener un impacto significativo en la salud general del cultivo de maíz (Marín et al., 2017). Por otro lado, la fertilización mineral proporciona una fuente concentrada y controlada de nutrientes esenciales; esta forma de fertilización puede ofrecer respuestas rápidas y específicas a las demandas nutricionales del maíz, destacando la capacidad de ajustar y corregir deficiencias de manera eficiente Alonso-Sánchez et al., (2023).

A medida que la agricultura evoluciona, surgen desafíos y oportunidades en la fertilización del maíz, la búsqueda de un equilibrio entre la eficiencia productiva y la preservación ambiental se ha convertido en un objetivo crucial. Comprender cómo integrar prácticas modernas y tradicionales puede ofrecer soluciones que aborden las demandas alimentarias globales sin comprometer la salud a largo plazo de los suelos y los ecosistemas (Torres, 2022).

Bajo este contexto, el objetivo de la investigación consistió en determinar el efecto de la fertilización orgánica y mineral en parámetros agro-morfológicos en el cultivo de maíz, para la aplicabilidad en la apreciación de la capacidad productiva.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Parroquia Loma de Franco sector “2 de agosto”, perteneciente al cantón Pasaje – Provincia de El Oro, con las siguientes coordenadas, Latitud: 03° 20' 20" Sur, Longitud: 79° 47' 15" Oeste con una altitud de 30 m.s.n.m. La zona de estudio posee una temperatura promedio anual que varía entre los 24°C y 26°C (INAMHI, 2023) (Figura 1).

Figura 1: Mapa de ubicación de la investigación, A) Provincia de El Oro, B) Cantón Pasaje, C)

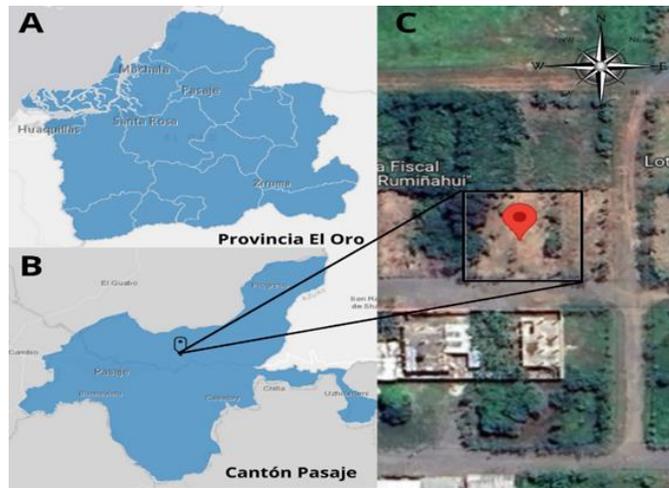


Foto satelital del área de prueba.

Características del cultivar de maíz utilizado

Se utilizaron semillas híbridas certificadas del cultivar Trueno NB 7443, obtenidas de la empresa “SYNGENTA”, la cual presenta altos porcentajes en el rendimiento de producción en promedios de aproximadamente 82 a 85%, un periodo vegetativo: la floración 52 días, la cosecha 120 días, altura de planta: 200 cm a 232 cm, altura de inserción de mazorca: 110 a 120 cm, numero de hileras por mazorca: 14 a 16, mazorca cilíndrica: 16cm, humedad: 13 a 15%, peso por 100 granos: 27 a 28 gramos y un rendimiento promedio por hectárea: 7600 a 8687 kg/ha (Rendón & Katheryn 2019).

Diseño experimental

Para realizar el estudio se utilizó un diseño cuadrado latino (DCL). El factor de estudio fue la aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales, con cinco tratamientos y cinco repeticiones se dividió en 25 unidades experimentales (UE) y se seleccionaron 10 unidades de muestreo centrales para evitar efectos de borde, lo que resultó en un total de 450 plantas en toda el área de estudio. Las unidades experimentales tuvieron 4 m de ancho, 2.40 m de largo y el espaciamiento entre hileras fue de 0.80 m con un espacio entre plantas de 0.50 m, con un área 9.60 m² por cada unidad experimental y un área total del experimento 334.40 m² (Tabla 1).

Tabla 1: Tratamientos empleados para las diferentes dosis de fertilización orgánica y mineral en el cultivo de maíz.

Tratamientos		Dosis	Fertilizante
N.º	Símbolo		
1	T ₁ (testigo)	Sin Aplicación	
2	T ₂	100 kg/ha	Compost
3	T ₃	200 kg/ha	Compost
4	T ₄	100 kg N/ha	Urea
5	T ₅	200 kg N/ha	Urea

VARIABLES DE ESTUDIO Y MOMENTO DE EVALUACIÓN

Los datos fueron recolectados según la metodología descrita por (Guamán et al., 2020) los cuales evaluaron el desempeño de híbridos en parámetros agro morfológicos. En la presente investigación se evaluó la altura de planta, diámetro del tallo, largo de la hoja, ancho de hoja, peso de mazorca y semilla (Figura 2).

La altura de las plantas se midió con una cinta métrica la altura desde la base de las plantas hasta el último foliolo, los datos se expresaron en (cm). La longitud de la hoja se midió utilizando un medidor y considerando la hoja central de la planta, los datos se expresaron en (cm). Las mediciones del ancho de las hojas se tomaron en la parte central de la hoja utilizando un flexómetro y los datos se expresaron en (cm). El diámetro del tallo se midió usando un escalímetro, se realizó la toma de datos de la cosecha y su respectivo peso en mazorca y semilla.





Figura 2: Proceso de evaluación de variables. A) Altura de la planta, B) Largo de la hoja, C) Ancho de la hoja, D) Diámetro del tallo, E) Peso de mazorca.

Manejo de la investigación

La preparación del terreno es una etapa crítica en el cultivo de maíz y juega un papel fundamental en el éxito de la cosecha, se retiró cualquier residuo de cultivos anteriores para reducir la presencia de plagas y enfermedades; piedras, escombros y arvenses para facilitar las operaciones posteriores. Además, se realizó labranza primaria para romper el suelo y facilitar la aireación. Con equipos de labranza se formó surcos para el desarrollo adecuado del cultivo de maíz. Se utilizó cinta para delimitar las unidades experimentales. El riego se realizó mediante gravedad y de forma homogénea en todas las unidades experimentales.

En el control preventivo de plaga se fumigo para evitar cogollero (*Spodoptera frugiperda*), minadores (*Liriomyza trifolii* L.); a los 20 días se aplicó insecticida a base de Chlorpyrifos 480 g/l (PYRINOX® 480), con una dosis de 0.6 l/ ha, la aplicación fue de dos veces por semana durante todo el desarrollo de la investigación.

El control de arvenses en el cultivo se realizó de manera manual para que no se afecte la estructura de la planta en edad temprana, después cuando las plantas entraron a edad adulta se controló arvenses cuidadosamente para no afectar el área radicular con ayuda de herramientas como: lampa, machete, azadón.

Los datos recopilados se sometieron a un ANOVA unidireccional entre grupos y las diferencias estadísticas entre las medias se determinaron utilizando IBM SPSS 25 con un nivel de significancia del 5%. Las comparaciones post hoc se llevaron a cabo utilizando la prueba de Duncan.

Resultados y discusión

Altura de la planta

Se observó que la altura promedio de la planta, con diferentes aplicaciones de compost y fertilizantes químicos (Nitrógeno), fueron más diferenciados en el T2 y T3 con claras diferencias en la altura de la planta, respecto a otros tratamientos. Esto da como resultado una altura de 117.7 cm en el tratamiento (T2) y (T3) 116.1 cm, ligeramente superior a los valores registrados en otras condiciones (Figura 3).

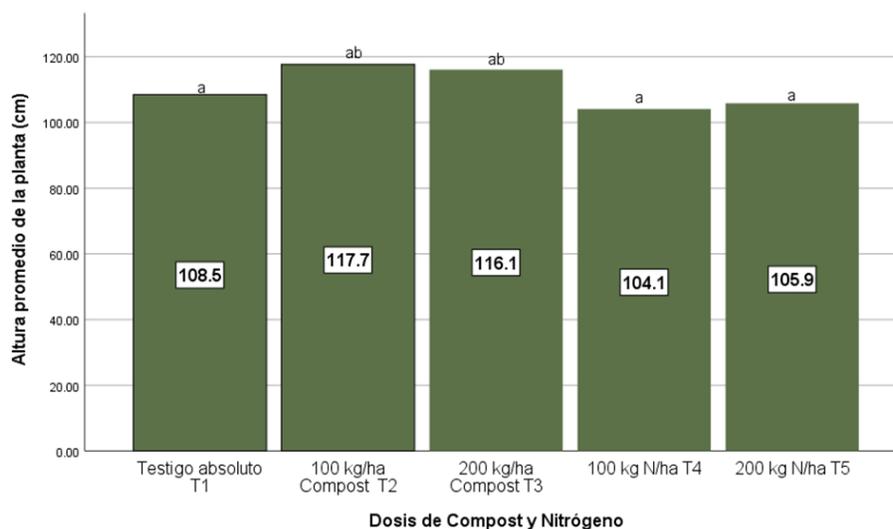


Figura 3: Altura promedio de la planta (cm) en diferentes dosis de aplicación de Compost y Nitrógeno

Para esta variable 100 kg/ha Compost y 200 kg/ha Compost, obtienen los mejores resultados esto debido a que el fertilizante compost brinda a la planta elementos esenciales para su eficaz desarrollo y mejora la relación planta-suelo; Deaville et al ., (2011) en su investigación referente al uso de fertilizante orgánico compost, mencionan que el uso compost de excelente calidad genera elementos necesarios para el desarrollo óptimo de la planta y mejora las condiciones del suelo para una mejor relación suelo-planta.

Diámetro del tallo

Los resultados de este estudio muestran que el uso de T2, (100 kg/ha Compost) T3 (200 kg/ha Compost) y T5 (200 kg N/a) tienen un mayor efecto en la producción de maíz. Sin embargo, es

importante resaltar que el análisis del valor de p ($p>0,05$) mostró que esta diferencia no alcanzó significación entre los tratamientos mencionados. Por otro lado, el uso de T4 (100 kg N/a) obtuvo un resultado menor en comparación a los otros tratamientos (Figura 4).

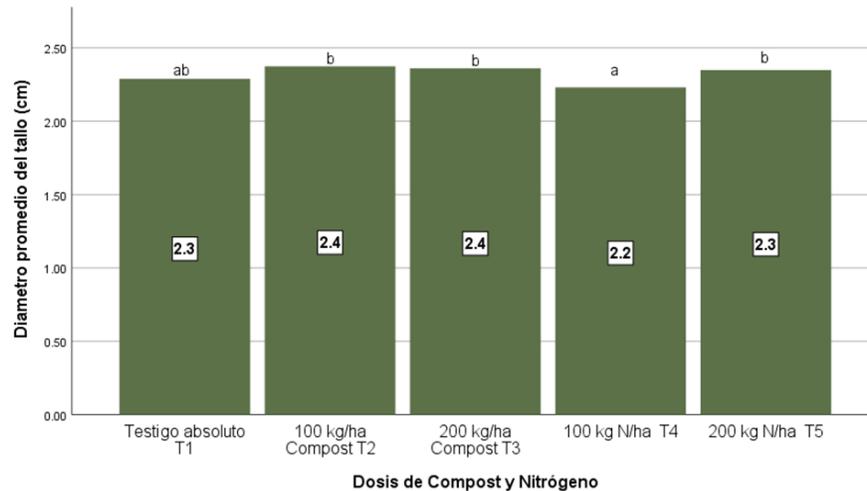


Figura 4: Diámetro promedio del tallo (cm) en diferentes dosis de aplicación Compost y Nitrógeno.

En esta variable los resultados obtenidos fueron numéricamente diferentes, Torres (2022) reporta que el diámetro del tallo es mayor en bajas densidades de plantacion y en condiciones nutritivas mayores ya que la planta almacena mayor cantidad de nutrientes.

Largo de la hoja

En la variable longitud de hoja, todos los tratamientos mostraron diferencia significativa, el subgrupo “c” correspondiente al T3 (200 kg/ha Compost) obtuvo un mayor rendimiento en comparación a los demás tratamientos con un promedio de 68.2 cm. El subgrupo “bc” correspondiente al T2 (100 kg/ha Compost) obtuvo 66.3 cm, el subgrupo “ab” correspondiente al T5 (200 kg N/a) alcanzó 64.5 cm, el subgrupo “abc” perteneciente al T1 (Testigo absoluto) presento 66.0 cm y finalmente, el subgrupo “a” perteneciente al T4 (100 kg N/a) obtuvo una menor longitud de 63.2 cm (Figura 5).

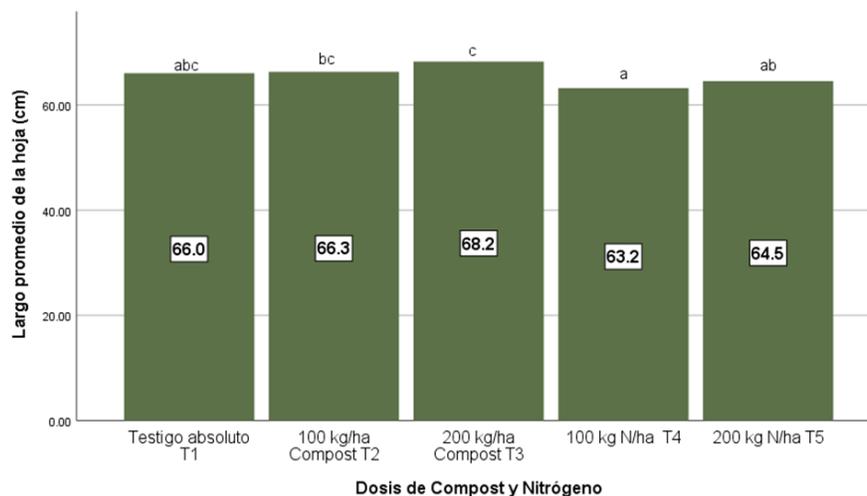


Figura 5: Largo promedio de la hoja (cm) en diferentes dosis de aplicación Compost y Nitrógeno.

En esta variable el T3 obtuvo un mayor rendimiento en comparación a los otros tratamientos. Medina-Hoyos et al., (2020) menciona que el largo de la hoja se ve reflejado de acuerdo a la calidad del fertilizante orgánico ya que mejora la capacidad de intercambio catiónico y este provee de elementos nutritivos propios para un adecuado desarrollo fisiológico.

Ancho de la hoja

En esta variable se presentaron diferencias significativas, el T3 (200 kg/ha Compost) correspondiente al subconjunto “b” mostró el valor más alto con 7.6 cm, seguida del subgrupo “ab” correspondiente a T1 con un promedio de 7.3 cm y el T2 con un promedio de 7.2 cm. Por otro lado, el subgrupo “a” correspondiente a los tratamientos T4 y T5 obtuvieron los menores resultados de 7.1 cm y 7.2 cm respectivamente (Figura 6).

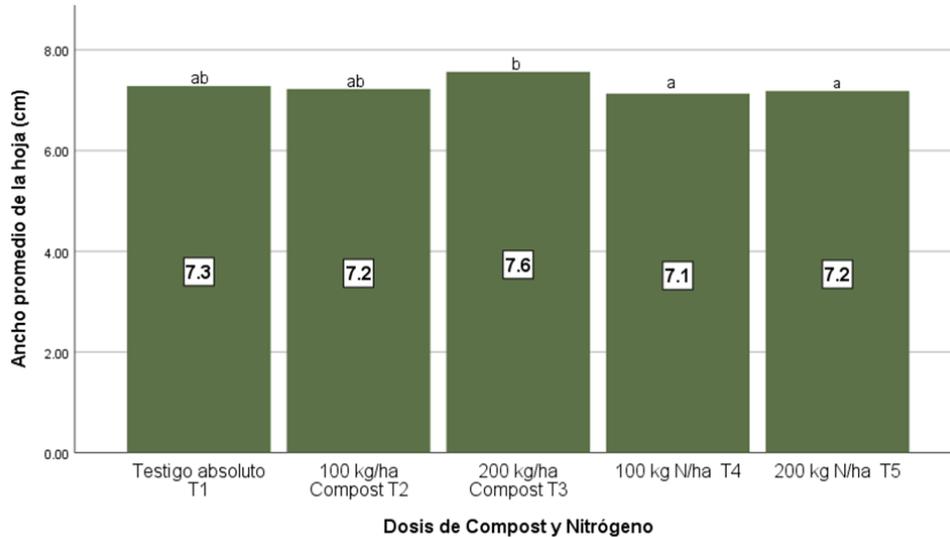


Figura 6: Ancho promedio de la hoja (cm) en diferentes dosis de aplicación Compost y Nitrógeno.

Para el ancho de la hoja, el mejor resultado lo obtuvo el T3 con un valor final de 7.6 cm de ancho, Medina-Hoyos et al., (2020) mencionan que el ancho de la hoja al igual que largo de la hoja son el resultado de una fertilización idónea donde existe una excelente relación planta-suelo, donde el compost cumple a cabalidad su función de fertilizante.

Peso de mazorca

En esta variable no existió diferencia estadística entre los tratamientos, por otro lado, es interesante observar que los tratamientos T3 (0.78 kg) y T5 (0.79 kg) obtuvieron un mejor rendimiento en comparación con los otros tratamientos, el T2 alcanzó 0.70 kg seguido del T4 el cual logró un rendimiento de 0.67 kg y finalmente el T1 obtuvo el menor rendimiento 0.55 kg. Este patrón sugiere que, dentro de este rango particular la aplicación de fertilizante orgánico (Compost) o fertilizante químico (Nitrógeno), no causan cambios significativos en el rendimiento, lo que puede tener un impacto real en los costos y el manejo de los cultivos (Figura 7).

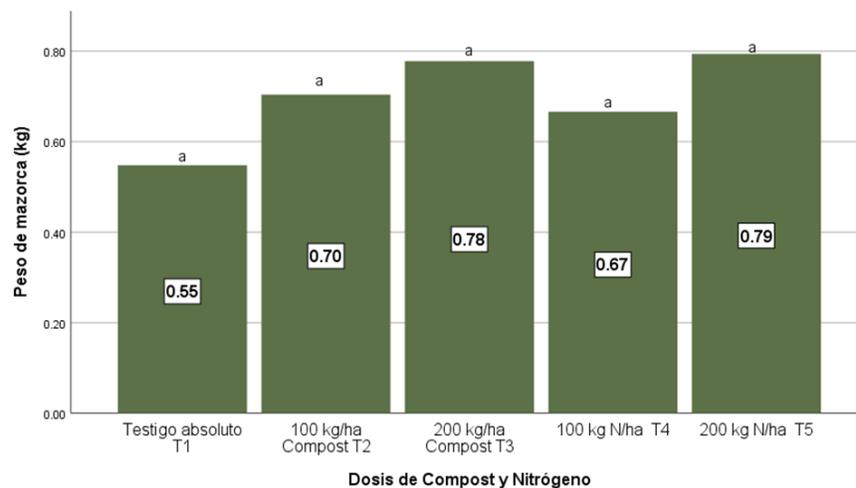


Figura 7: Peso de mazorca (kg) en diferentes dosis de aplicación Compost y Nitrógeno.

En esta variable los hallazgos coinciden con Álvarez et al., (2016), mencionan que la relación órgano-mineral con fuente nitrogenada (urea) estimula a un mejor desarrollo y peso de la mazorca, sin embargo, también destacan las propiedades nutricionales que proporciona el fertilizante orgánico; lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

Peso de semilla

No existe diferencia estadística entre tratamientos en esta variable, los tratamientos T3 (0.46 kg) y T5 (0.49 kg) lograron mejores resultados respecto a los demás tratamientos, T2 logró 0.45 kg, seguido del T1 con un rendimiento de 0,43 kg y finalmente T4 con el menor rendimiento de 0,41 kg. Este modelo muestra que el uso de fertilizantes orgánicos (compost) o químicos (Nitrógeno) en esta área en particular no causa cambios significativos en el peso de la semilla (Figura 8).

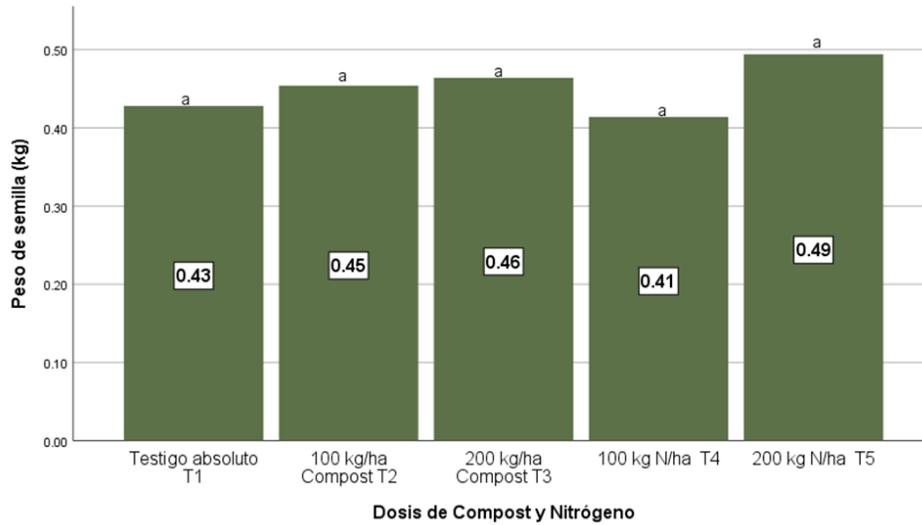


Figura 8: *Peso de semillas (kg) en diferentes dosis de aplicación Compost y Nitrógeno.*

Deaville & Portnoff., (2011) en su investigación mencionan que el rendimiento del peso de la semilla bajo condiciones de fertilización orgánica (compost) no influye sobre el rendimiento ya que los resultados obtenidas están muy por debajo del máximo rendimiento del maíz, a diferencia del fertilizante mineral (Nitrógeno) el cual marca una diferencia numérica bajo ciertas dosis de aplicación.

Rendimiento mazorca

No existió diferencia significativa entre tratamientos en esta variable. El T3 y T5 obtuvieron los mejores promedios 2.92 t/a y 2.98 t/ha respectivamente, seguidos por el T2 el cual obtuvo 2.64 t/a y el T4 el cual alcanzo 2.52 t/a y finalmente el T1 el cual obtuvo 2.06 t/ha siendo este el menor rendimiento.

Al analizar las medias entre los tratamientos podemos reconocer diferencia numérica misma que está directamente relacionada con costos de producción y rentabilidad del cultivo (Figura 9).

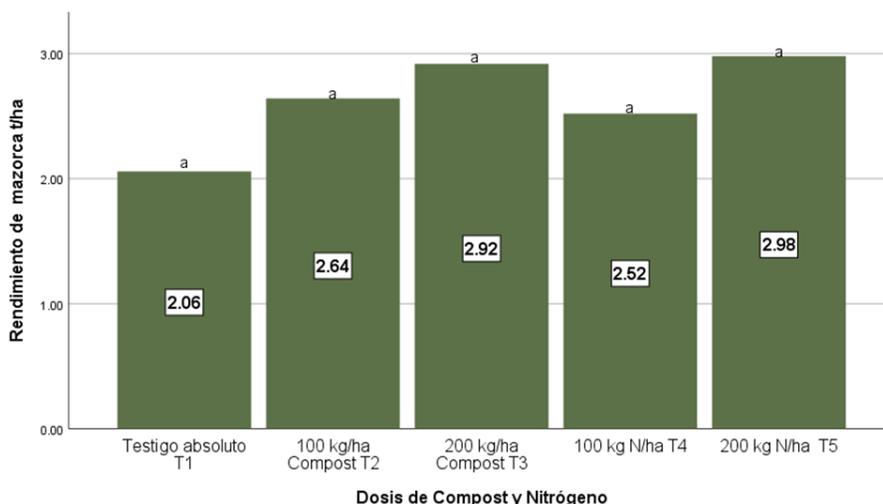


Figura 9: Rendimiento de mazorca (t/a) en diferentes dosis de aplicación Compost y Nitrógeno.

En una investigación realizada por Barrios & Basso., (2018), mencionan que existe un efecto numérico con la fertilización nitrogenada sobre la variable rendimiento mazorca, esto debido a que el nitrógeno ayuda a aumentar el contenido de lisina y esta a su vez mejora la estructura celular dando como resultado mazorcas más sanas y de mayor valor nutricional.

Conclusiones

La fertilización T3 (200 kg/ha Compost) fue mejor en comparación a los demás tratamientos, en las siguientes variables: largo de la hoja, ancho de la hoja y diámetro del tallo; el T2 (100 kg/ha Compost) obtuvo ligeramente cierta diferencia numérica en la altura de la planta a los otros tratamientos, demostrando así que el fertilizante orgánico mejora la estructura fisiológica de la planta y a la vez estimula el desarrollo organoléptico al estar en armonía con un ecosistema libre de contaminación. Por otro lado, el T5 (200 kg N/a) superó numéricamente al tratamiento T3 (200 kg/ha Compost) en las variables: peso de mazorca, peso de semilla y rendimiento mazorca; sin embargo, no se refleja diferencia estadística, el suelo donde se realizó la investigación estuvo por más de 5 años en barbecho, por lo que se encontraba bien abastecido de nutrientes.

Si bien no se observó una diferencia significativa en el rendimiento entre los tratamientos evaluados, sí se identificaron variaciones numéricas. La incorporación de fertilizante mineral a una dosis de 200 kg N/a en rendimiento mazorca obtuvo 2.98 t/ha superado numéricamente al tratamiento de fertilizante orgánico a una dosis de 200 kg/ha (compost) el cual obtuvo 2.92 t/ha,

aunque las diferencias no alcanzaron niveles estadísticamente significativos, es importante reconocer las diferencias numéricas como un aspecto a tener en cuenta al relacionar con costos de producción.

Referencias

1. Alonso-Sánchez, H., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Zaragoza-Esparza, J., López-López, C., Zamudio-González, B., . . . Mora-García, K. (2023). El Population density and fertilization effect on water productivity and yield of corn hybrids in the Mexico Valley. *TIERRA LATINOAMERICANA*.
2. Álvarez, R. S., Chuquiya, J. C., Mendoza, C. C., Sevilla, R., & Sevillano, R. B. (septiembre de 2016). Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. Obtenido de Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-FuentesYDosisDeNitrogenoEnLaProductividadDelMaizAm-6232141.pdf>
3. Barrios, M., & Basso, C. (2018). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre componentes del rendimiento y calidad nutricional del grano de seis híbridos de maíz. *SCIELO*.
4. Deaville, A., & Portnoff, R. (2011). Producción de maíz con compost enmendado con estiércol. Obtenido de Producción de maíz con compost enmendado con estiércol: <https://www.echocommunity.org/es/resources/9685541c-57ae-4b15-8e94-081e19dbc844>
5. Escalona, A., Gavilánez, T., Francisco, A., & Ramírez, H. (2021). Uso de enmiendas en la producción de maíz para ensilaje con riego orgánico mineral. *Agronomía Costarricense*, 177-192.
6. FAOSTAT. (2022). Producción de Maíz verde por país y años. Obtenido de Producción de Maíz verde por país y años.: <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
7. Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á. F., Ulloa Cortázar, S. M., & Romero Salguero, E. J. (2020). Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, 047-056. Obtenido de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196>
8. Hernán, B. O. (2016). LA CALIDAD Y SALUD DEL SUELO INFLUYEN SOBRE LA NATURALEZA Y LA SOCIEDAD. *SCIELO*.

9. INAMHI. (2023). INAMHI Anuarios Meteorológicos en PDF 2023 elyex. Obtenido de INAMHI Anuarios Meteorológicos en PDF 2023 elyex: <https://elyex.com/inamhi-anuarios-metereologicos-en-pdf/>
10. Marin, S., Bertsch, F., & Castro, L. (2017). Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un andisol y el cultivo de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*, 26-46.
11. Medina-Hoyos, A., Narro-León, L. A., & Chávez-Cabrera, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays*L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria*.
12. Munive, R., Loli, O., Azabache, A., & Gamarra, G. (2018). Phytoremediation with corn (*Zea mays* L.) and Stevia compost on soils degraded by contamination with heavy metals. *Scientia agropecuaria*, 551-560.
13. Ortiz, A., Quintana, L., & Scholz, R. (2023). Fertilización del maíz (*Zea mays* L.) sembrado en época alternativa con diferentes fuentes de nitrógeno en el sur de Paraguay. *Revista científica de la UCSA*, 16-22.
14. Rendón, Q., & Katheryn, M. (2019). Análisis económico del rendimiento de los híbridos de maíz INHIAP H-551 y trueno nb 7443 mediante sistemas de labranza convencional y mínima y su impacto ambiental en el Cantón Mocache. Obtenido de Análisis económico del rendimiento de los híbridos de maíz INHIAP H-551 y trueno nb 7443 mediante sistemas de labranza convencional y mínima y su impacto ambiental en el Cantón Mocache: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/4ab3c6f9-1488-41a9-a0eb-a1d24def5480>
15. Subedi, K. D., Ma, B. L., & Smith, D. L. (2006). Response of a Leafy and non-Leafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. *Crop science*, 1860-1869.
16. Torres, k. (2022). EVALUACIÓN DE LA NUTRICIÓN Y DENSIDADES DE. Obtenido de ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18639/1/01073.pdf>