

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i2.2220>

## **Tierra de diatomeas como enmienda silíceas en maíz (*Zea mays L.*): respuesta agronómica, suelo y rentabilidad en Los Ríos, Ecuador**

*Diatomaceous earth as a siliceous amendment in maize (*Zea mays L.*): agronomic response, soil and profitability in Los Ríos, Ecuador*

**Camilo Alexander Mestanza Uquillas**

[cmestanza@uteq.edu.ec](mailto:cmestanza@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9299-170X>

Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ)  
Quevedo – Ecuador

**José Rafael Santana Chávez**

[jose.santana2014@uteq.edu.ec](mailto:jose.santana2014@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5249-9876>

Facultad de Postgrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ)  
Quevedo – Ecuador

**Diana Verónica Véliz Zamora**

[dvveliz@uteq.edu.ec](mailto:dvveliz@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-2039-8741>

Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ)  
Quevedo – Ecuador

**Byron Raúl Merchan Sánchez**

[byron.merchan@uteq.edu.ec](mailto:byron.merchan@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5552-2277>

Facultad de Postgrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ)  
Quevedo – Ecuador

*Artículo recibido: 18 marzo 2026- Aceptado para publicación: 20 abril 2026*  
*Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

### **RESUMEN**

El uso de enmiendas minerales silíceas constituye una alternativa para mejorar el manejo agronómico del maíz en sistemas tropicales donde la acidez, la fertilidad del suelo y la eficiencia de uso de nutrientes limitan la productividad. El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta agronómica, los cambios físico-químicos del suelo y la rentabilidad del maíz (*Zea mays L.*) con tierra de diatomeas como complemento del manejo convencional. El ensayo se realizó en la Finca “Lolita”, cantón Mocache, Los Ríos, Ecuador, entre junio y septiembre de 2023. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones: testigo (T1), manejo convencional (T2) y manejo convencional + tierra de diatomeas (T3). Se evaluaron altura de planta, diámetro de tallo, peso total de planta, rendimiento de grano, textura, materia orgánica, pH, NH<sub>4</sub>, P, K y relación beneficio/costo. T3 registró los mayores valores absolutos de altura a 120 días (2.46 m), diámetro (1.70 cm), peso total de planta (2150.03 g) y rendimiento (10.69 t ha-

1). En suelo, T3 presentó pH 4.9, P de 21 ppm y K de 0.50 meq 100 mL<sup>-1</sup> a 120 días. La relación beneficio/costo fue mayor en T3 (2.34). Los resultados sugieren que la tierra de diatomeas puede ser una enmienda complementaria promisoriosa; sin embargo, se requiere validación multisitio y análisis inferencial de suelo.

*Palabras clave:* diatomita, silicio, maíz tropical, fertilidad del suelo, rendimiento

### ABSTRACT

Siliceous mineral amendments are an alternative to improve maize agronomic management in tropical systems where soil acidity, fertility and nutrient-use efficiency constrain productivity. This study aimed to evaluate the agronomic response, soil physicochemical changes and profitability of maize (*Zea mays* L.) under diatomaceous earth application as a complement to conventional management. The field trial was conducted at “Lolita” farm, Mocache, Los Ríos, Ecuador, from June to September 2023. A randomized complete block design with three treatments and five replications was used: control (T1), conventional management (T2), and conventional management + diatomaceous earth (T3). Plant height, stem diameter, total plant weight, grain yield, soil texture, organic matter, pH, NH<sub>4</sub>, P, K and benefit/cost ratio were evaluated. T3 recorded the highest absolute values for plant height at 120 days (2.46 m), stem diameter (1.70 cm), total plant weight (2150.03 g), and grain yield (10.69 t ha<sup>-1</sup>). In soil, T3 showed pH 4.9, P of 21 ppm and K of 0.50 meq 100 mL<sup>-1</sup> at 120 days. The benefit/cost ratio was highest in T3 (2.34). The results suggest that diatomaceous earth may be a promising complementary amendment; however, multi-location validation and inferential soil analysis are required.

*Keywords:* diatomite, silicon, tropical maize, soil fertility, yield

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos de mayor relevancia para la seguridad alimentaria, la alimentación animal y la agroindustria. A escala global, la producción de cereales continúa dependiendo de incrementos sostenidos de rendimiento debido a la presión combinada de demanda alimentaria, variabilidad climática y necesidad de sistemas productivos más eficientes. La FAO reportó que la producción mundial de cereales aumentó 27% entre 2010 y 2024, hasta alcanzar 3.1 Gt, principalmente por mejoras de rendimiento (FAO, 2025). En 2023, el incremento global de cereales estuvo impulsado por la producción de maíz y, junto con trigo y arroz, este cultivo representó el 91% de la producción cerealera mundial (FAO, 2024).

En Ecuador, el maíz duro seco representa un componente estratégico de los cultivos transitorios y de la economía rural de la región Costa. La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua indicó que, en 2024, arroz en cáscara, maíz duro seco y papa fueron los cultivos transitorios de mayor producción nacional (INEC, 2025a). En el mismo año, la superficie cosechada de maíz duro seco fue de 273835 ha; el cultivo se localizó principalmente en la región Costa, y las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas concentraron el 82.5% de la superficie cosechada. Además, Los Ríos aportó el 43.8% de la producción nacional de maíz duro seco (INEC, 2025b).

La productividad del maíz tropical está regulada por la interacción entre genotipo, nutrición, densidad, clima, humedad del suelo, textura, acidez, materia orgánica y disponibilidad de macronutrientes. Estudios desarrollados en Ecuador han demostrado que la evaluación de híbridos bajo condiciones tropicales es necesaria porque el desempeño productivo depende de la interacción genotipo por ambiente y de la estabilidad en localidades como Mocache, Los Ríos (Limongi Andrade et al., 2024). En ese contexto, el manejo de suelos franco-arcillosos y ácidos requiere estrategias que aporten nutrientes y, al mismo tiempo, mejoren la eficiencia de uso de recursos.

La fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio continúa siendo una herramienta central para alcanzar altos rendimientos en maíz, debido a su papel en la expansión foliar, la acumulación de biomasa, el desarrollo de órganos fotosintéticos y el llenado del grano. Sin embargo, la fertilización convencional puede presentar eficiencia variable cuando se aplica en suelos con limitaciones de pH, baja materia orgánica, alta fijación de fósforo o pérdidas por lixiviación. Un metaanálisis reciente mostró que las prácticas de fertilización modifican el rendimiento de maíz, los nutrientes del suelo, la humedad y la eficiencia de uso del agua, lo que evidencia la necesidad de enfoques integrados y ajustados al sitio (Jiang et al., 2024).

En los últimos años, el silicio (Si) ha recibido creciente atención como elemento benéfico en plantas cultivadas. Aunque no se considera esencial para todas las especies, su papel se ha asociado con el fortalecimiento estructural de tejidos, la regulación de relaciones hídricas, la

mitigación del estrés abiótico, la eficiencia fotosintética, la modificación de la disponibilidad de nutrientes y la reducción de daños por plagas o patógenos (Prado, 2024; Schaller et al., 2024). En maíz, se ha reportado que el Si puede contribuir a mejorar la tolerancia a deficiencia de K, el estado nutricional de P y la producción de materia seca bajo estrés nutricional (Costa et al., 2023), además de favorecer atributos fisiológicos y productivos bajo limitación hídrica (Lamlom et al., 2024; Liang et al., 2025).

La tierra de diatomeas o diatomita es una roca sedimentaria biogénica compuesta por frústulas fosilizadas de diatomeas, con alto contenido de sílice amorfa, elevada porosidad y potencial uso como enmienda mineral. Su aplicación agrícola se ha explorado por su posible contribución a la disponibilidad de Si, a la retención de agua, a la aireación y a la modificación gradual de propiedades químicas y físicas del suelo. En maíz, Fabila-Martínez et al. (2013) evaluaron tierra de diatomeas sobre propiedades químicas del suelo, mientras que Nascimento et al. (2021) estudiaron la eficiencia e índice de recuperación del Si de un fertilizante basado en tierra de diatomeas en suelos cultivados con caña de azúcar y maíz.

A pesar del interés creciente por las enmiendas silíceas, todavía existe limitada información de campo sobre la respuesta agronómica y económica del maíz tropical a dosis comerciales de tierra de diatomeas en la Costa ecuatoriana. Además, muchos estudios se concentran en condiciones controladas o variables de laboratorio, por lo que se requiere evidencia de campo que integre crecimiento, rendimiento, suelo y rentabilidad. Esta integración es importante porque una práctica agrícola solo puede recomendarse al productor si demuestra viabilidad agronómica, consistencia edáfica y retorno económico.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la tierra de diatomeas, aplicada como complemento del manejo convencional, sobre variables agronómicas, rendimiento de grano, propiedades físico-químicas del suelo y relación beneficio/costo del cultivo de maíz en condiciones tropicales del cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. Se planteó como hipótesis que la incorporación de tierra de diatomeas al manejo convencional mejora el desempeño agronómico y económico del maíz respecto al testigo y al manejo convencional sin esta enmienda.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

La investigación se desarrolló en la Finca “Lolita”, ubicada en el kilómetro 5 de la vía San Carlos-Mocache, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador, con coordenadas 1°11'32" S y 79°27'51" O. El ensayo se ejecutó durante cuatro meses, desde junio hasta septiembre de 2023. La zona corresponde a bosque húmedo tropical, con temperatura media de 26.47 °C, humedad relativa media de 80.24%, heliofanía de 766 horas luz mes<sup>-1</sup> y precipitación

anual aproximada de 2223.78 mm, según registros de la estación meteorológica Pichilingue del INAMHI.

### Material vegetal y manejo del cultivo

Se utilizó maíz variedad Emblema. La siembra se realizó a espeque bajo cero labranza, con distancia de 0.50 m entre hileras y 0.20 m entre plantas, equivalente a una población aproximada de 100000 plantas ha<sup>-1</sup>. El manejo de arvenses se realizó con glufosinato de amonio a los 25 días después de la siembra (dds). Las fertilizaciones edáficas se efectuaron a los 15 y 45 dds, mientras que las aplicaciones foliares se realizaron a los 15 y 35 dds. La tierra de diatomeas se aplicó según recomendación comercial del fabricante, en el rango de 10-12 kg ha<sup>-1</sup>, únicamente en el tratamiento correspondiente.

### Diseño experimental y tratamientos

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones, para un total de 15 parcelas experimentales. Cada parcela tuvo 25 m<sup>2</sup>, con separación de 4 m entre tratamientos. Se evaluaron 150 plantas en total. Los tratamientos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Tratamientos evaluados en maíz variedad Emblema*

Tratamiento	Descripción	Repeticiones	Unidades evaluadas
T1	Testigo	5	50
T2	Manejo convencional	5	50
T3	Manejo convencional + tierra de diatomeas	5	50

*Nota.* La dosis aplicada en T3 fue de 10-12 kg ha<sup>-1</sup>, de acuerdo con la recomendación comercial.

### Variables agronómicas, suelo y análisis económico

La altura de planta se midió con cinta métrica desde la base del tallo hasta la parte más alta de la planta a los 30, 60, 90 y 120 dds. El diámetro de tallo se determinó con calibrador en el tercio inferior de la planta en los mismos momentos. A la cosecha se registró el peso total de planta y el rendimiento de grano procedente del área útil de cada parcela. El rendimiento se expresó en g m<sup>-2</sup> y se transformó a t ha<sup>-1</sup> para facilitar la interpretación agronómica, considerando que 1 g m<sup>-2</sup> equivale a 0.01 t ha<sup>-1</sup>.

Las muestras de suelo se colectaron en tres momentos: inicio del ensayo, 60 dds y 120 dds. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Aguas del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se determinaron clase textural, materia orgánica, pH en KCl, NH<sub>4</sub>, fósforo y potasio. Para estas variables se aplicó estadística descriptiva, por lo que los cambios observados se interpretan como tendencias y no como diferencias inferenciales entre tratamientos.

Las variables agronómicas y productivas se sometieron a análisis de varianza. Cuando se detectaron diferencias significativas, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al

5% de probabilidad, previa verificación de supuestos de normalidad y homocedasticidad. El análisis se realizó en InfoStat. Para la evaluación económica se calculó la relación beneficio/costo mediante la razón entre ingresos totales y costos totales por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento vegetativo

La altura de planta presentó diferencias estadísticas entre tratamientos en todos los momentos evaluados. A los 120 dds, T3 registró el mayor valor absoluto (2.46 m), seguido de T2 (2.37 m) y T1 (2.10 m). No obstante, T2 y T3 compartieron la misma letra de Tukey, por lo que la interpretación debe enfocarse en la superioridad de ambos manejos respecto al testigo y no en una diferencia estadística directa entre T2 y T3 (Tabla 2; Figura 1).

**Tabla 2**

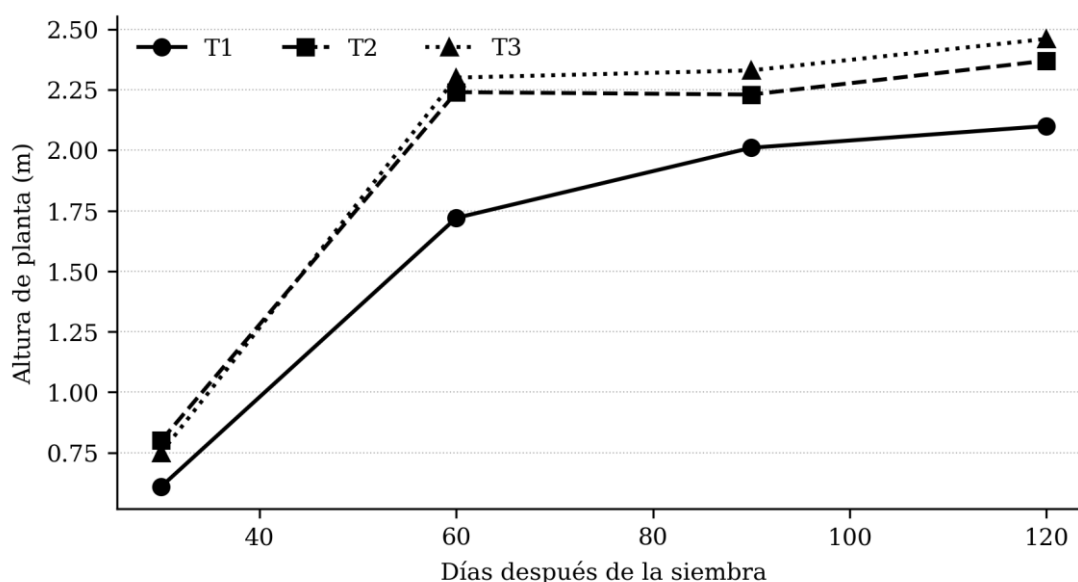
*Altura de planta (m) a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra*

Tratamiento	30 dds	60 dds	90 dds	120 dds
T1	0.61 b	1.72 b	2.01 b	2.10 b
T2	0.80 a	2.24 a	2.23 a	2.37 a
T3	0.75 a	2.30 a	2.33 a	2.46 a
CV (%)	5.75	3.70	4.73	4.37
p-valor	0.0002	0.0001	0.0033	0.0014

*Nota.* Medias con letras distintas en una misma columna difieren según Tukey ( $p \leq 0.05$ ). dds: días después de la siembra.

**Figura 1**

*Dinámica de altura de planta por tratamiento durante el ciclo del cultivo*

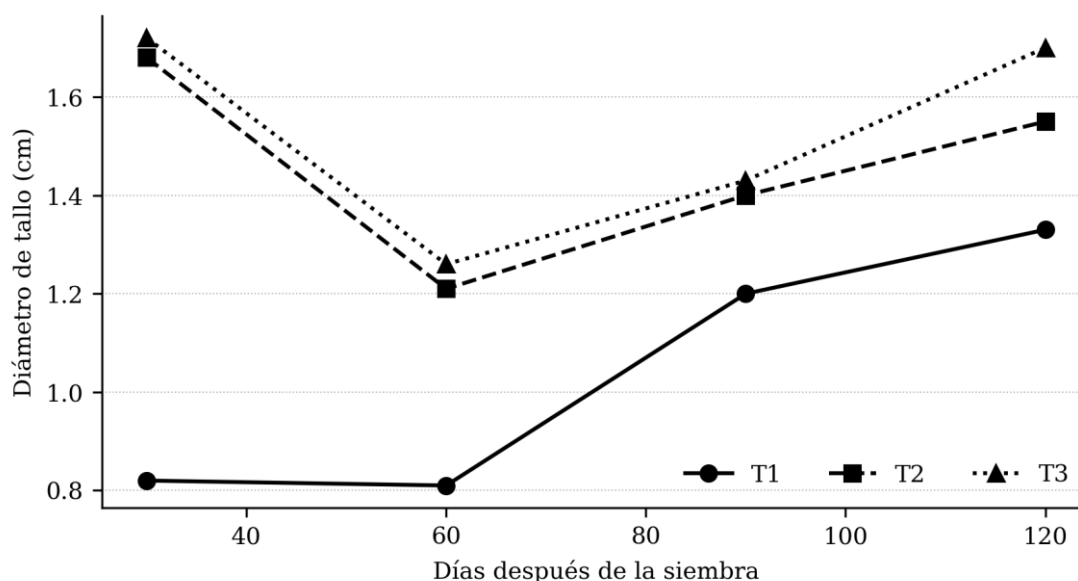


El diámetro de tallo también mostró diferencias significativas en las cuatro evaluaciones. A los 120 dds, T3 alcanzó 1.70 cm, T2 registró 1.55 cm y T1 1.33 cm. Al igual que en altura, T2 y T3 no siempre se separaron estadísticamente, pero ambos tratamientos superaron al testigo en la mayor parte del ciclo, evidenciando mayor vigor vegetativo bajo manejo convencional y manejo convencional complementado con tierra de diatomeas (Tabla 3; Figura 2).

**Tabla 3***Diámetro de tallo (cm) a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra*

Tratamiento	30 dds	60 dds	90 dds	120 dds
T1	0.82 b	0.81 b	1.20 b	1.33 b
T2	1.68 a	1.21 a	1.40 ab	1.55 ab
T3	1.72 a	1.26 a	1.43 a	1.70 a
CV (%)	6.73	11.54	9.05	12.84
p-valor	0.0001	0.0009	0.0394	0.0468

Nota. Medias con letras distintas en una misma columna difieren según Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

**Figura 2***Dinámica del diámetro de tallo por tratamiento durante el ciclo del cultivo*

Los resultados muestran que el manejo convencional y el manejo convencional complementado con tierra de diatomeas generaron mayor crecimiento vegetativo que el testigo. Esta respuesta era esperable porque la productividad del maíz depende de la disponibilidad de nutrientes durante el crecimiento vegetativo y reproductivo. La fertilización con N, P y K tiene efectos directos sobre la expansión foliar, el desarrollo de órganos fotosintéticos, la acumulación de biomasa y el llenado de grano (Jiang et al., 2024). Por ello, la diferencia entre T1 y los tratamientos con manejo agronómico sugiere que el testigo estuvo limitado por disponibilidad nutricional y/o menor intensidad de manejo.

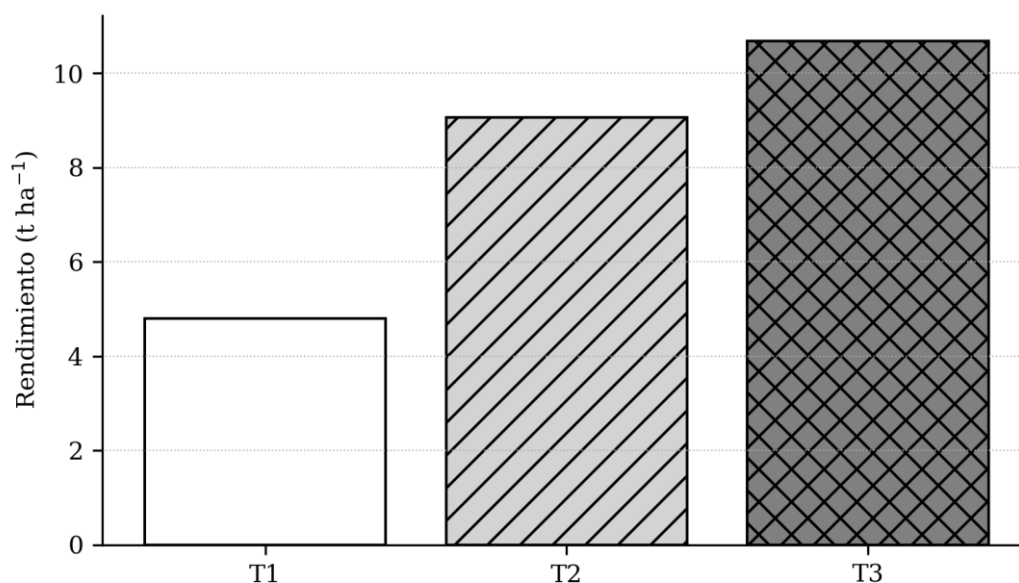
### Peso de planta y rendimiento

El peso total de planta y el rendimiento de grano presentaron diferencias significativas. T3 mostró el mayor peso total de planta (2150.03 g), seguido de T2 (1877.87 g) y T1 (1324.92 g). En rendimiento de grano, T3 alcanzó 1068.80 g m<sup>-2</sup>, equivalente a 10.69 t ha<sup>-1</sup>; T2 obtuvo 906.60 g m<sup>-2</sup> (9.07 t ha<sup>-1</sup>) y T1 479.60 g m<sup>-2</sup> (4.80 t ha<sup>-1</sup>). Aunque T3 tuvo el mayor valor absoluto, T2 y T3 compartieron la misma letra estadística, por lo que la evidencia permite afirmar que ambos manejos incrementaron el rendimiento frente al testigo, con tendencia favorable de T3 (Tabla 4; Figura 3).

**Tabla 4***Peso total de planta y rendimiento de grano a cosecha*

Tratamiento	Peso total de planta (g)	Rendimiento (g m <sup>-2</sup> )	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
T1	1324.92 b	479.60 b	4.80
T2	1877.87 a	906.60 a	9.07
T3	2150.03 a	1068.80 a	10.69
CV (%)	16.99	19.51	-
p-valor	0.0074	0.0011	-

Nota. Medias con letras distintas en una misma columna difieren según Tukey ( $p \leq 0.05$ ). El rendimiento en t ha<sup>-1</sup> se calculó a partir de g m<sup>-2</sup>.

**Figura 3***Rendimiento de grano estimado por tratamiento*

La tendencia favorable de T3 coincide con estudios donde fuentes de Si o enmiendas silíceas mejoran el crecimiento y la productividad del maíz bajo determinadas condiciones. Nascimento et al. (2021) evaluaron un fertilizante basado en tierra de diatomeas y reportaron diferencias en eficiencia y recuperación de Si según tipo de suelo y cultivo, lo que confirma que el efecto de estas fuentes depende fuertemente del ambiente edáfico. La literatura reciente también asocia la fertilización silícica con mejoras en rendimiento, eficiencia fisiológica y tolerancia a estrés hídrico (Lamlom et al., 2024; Liang et al., 2025).

Sin embargo, para una revista científica es importante no sobreinterpretar la diferencia numérica entre T2 y T3. El resultado más riguroso es que T3 presentó la mayor tendencia productiva y que ambos tratamientos con manejo agronómico superaron al testigo. Esta precisión estadística fortalece la credibilidad del manuscrito y evita concluir superioridad absoluta cuando las letras de Tukey no separan los tratamientos.

### Propiedades físico-químicas del suelo

Todos los tratamientos mantuvieron textura franco-arcillosa. La ausencia de cambios texturales era esperable porque la textura es una propiedad inherente del suelo y no suele

modificarse por aplicaciones bajas o puntuales de una enmienda durante un solo ciclo. Por tanto, no debe señalarse que la tierra de diatomeas cambió la textura del suelo, sino discutir su posible contribución al microambiente edáfico, la retención de humedad, la superficie específica, la porosidad o la disponibilidad de Si, aspectos que requieren mediciones específicas para ser confirmados (Głab et al., 2025).

**Tabla 5**

*Clase textural, materia orgánica y pH del suelo por tratamiento y momento de muestreo*

Tratamiento	Textura	M.O. inicio (%)	M.O. 60 dds (%)	M.O. 120 dds (%)	pH inicio	pH 60 dds	pH 120 dds
T1	Franco-arcilloso	1.5	4.3	4.1	4.4	4.8	4.8
T2	Franco-arcilloso	2.2	3.5	2.6	4.6	4.9	4.6
T3	Franco-arcilloso	1.1	2.0	3.6	4.5	4.7	4.9

*Nota.* M.O.: materia orgánica. Los datos de suelo corresponden a estadística descriptiva.

**Tabla 6**

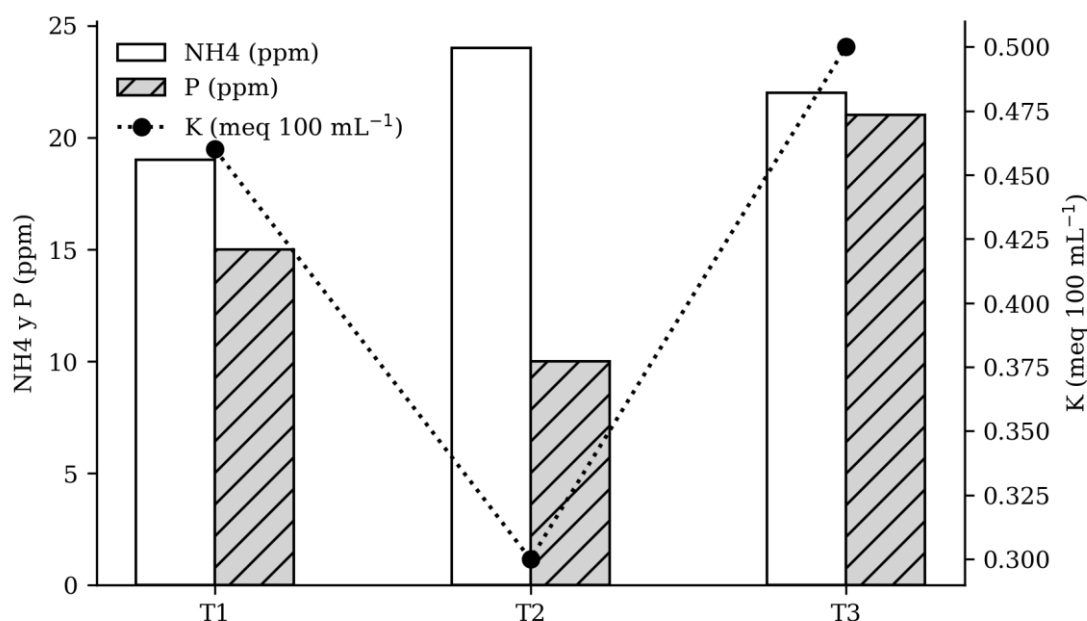
*Contenido de NH<sub>4</sub>, fósforo y potasio del suelo por tratamiento y momento de muestreo*

Trat.	NH <sub>4</sub> inicio	NH <sub>4</sub> 60 dds	NH <sub>4</sub> 120 dds	P inicio	P 60 dds	P 120 dds	K inicio	K 60 dds	K 120 dds
T1	26	24	19	20	2	15	0.38	0.32	0.46
T2	12	33	24	17	7	10	0.41	0.43	0.30
T3	29	18	22	12	2	21	0.38	0.44	0.50

*Nota.* NH<sub>4</sub> y P se expresan en ppm; K se expresa en meq 100 mL<sup>-1</sup>. Los datos de suelo corresponden a estadística descriptiva.

**Figura 4**

*Contenido de NH<sub>4</sub>, P y K del suelo a los 120 días después de la siembra*



El pH del suelo permaneció en rango ácido, con valores finales entre 4.6 y 4.9. Aunque T3 mostró el mayor valor al final del ciclo, la magnitud del cambio fue limitada y el análisis fue descriptivo. En suelos tropicales ácidos, pequeños cambios de pH pueden influir en la

disponibilidad de P, K, Ca, Mg y micronutrientes; sin embargo, atribuir el cambio únicamente a tierra de diatomeas sería metodológicamente débil sin réplicas analíticas de suelo, determinación de acidez intercambiable y análisis estadístico edáfico. Fabila-Martínez et al. (2013) también evaluaron el efecto de tierra de diatomeas sobre propiedades químicas del suelo en maíz, lo que respalda la pertinencia de analizar estas variables, pero no sustituye la necesidad de inferencia estadística local.

Respecto a macronutrientes, T3 presentó al final del ciclo mayor P y K, mientras que T2 registró mayor NH<sub>4</sub>. El incremento relativo de P en T3 resulta interesante porque el Si puede interactuar con la dinámica del fósforo en el suelo y en la planta. Schaller et al. (2024) propusieron que la restauración de ciclos reactivos de Si podría contribuir a mejorar la sostenibilidad agrícola y reducir dependencia de fertilizantes fosfatados bajo determinadas condiciones. No obstante, en suelos ácidos, la disponibilidad de P está condicionada por fijación con Fe y Al, pH, materia orgánica y humedad; por tanto, la interpretación debe mantenerse como tendencia compatible con una posible mejora de disponibilidad o conservación de P, no como demostración mecanística.

### **Rentabilidad y alcance práctico**

La relación beneficio/costo fue mayor en T3, con un valor de 2.34, seguido de T2 con 2.00 y T1 con 1.45. En términos prácticos, los resultados sugieren que la incorporación de tierra de diatomeas al manejo convencional generó el mayor retorno bruto por unidad monetaria invertida bajo las condiciones del ensayo. Sin embargo, esta interpretación debe validarse considerando variaciones del precio del maíz, costo local de la tierra de diatomeas, mano de obra, transporte y estabilidad del rendimiento en ciclos adicionales (Tabla 7; Figura 5).

**Tabla 7**

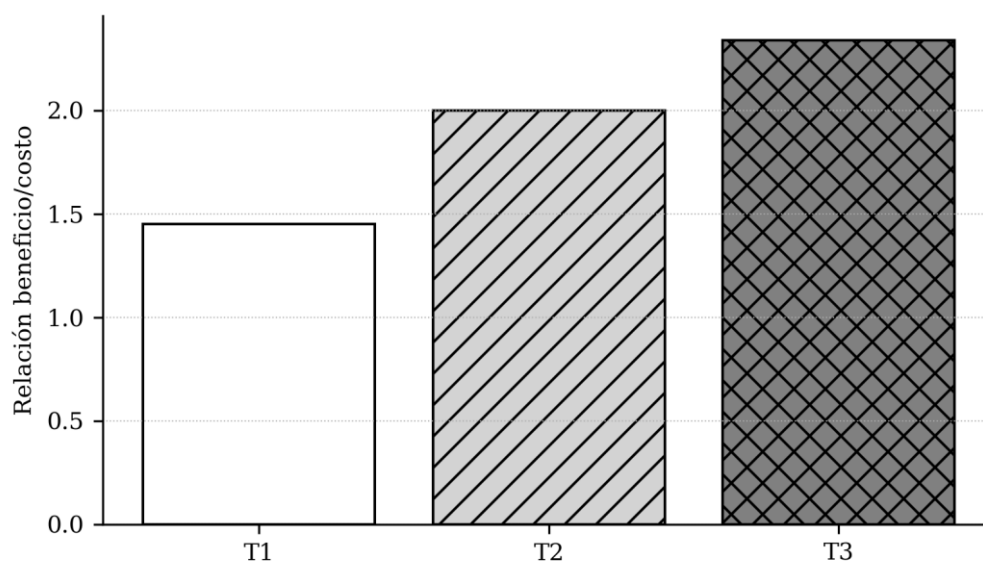
*Relación beneficio/costo de los tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (qq ha-1)</b>	<b>Ingreso bruto (USD)</b>	<b>Costo total (USD)</b>	<b>B/C</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>
T1	106	1730.98	1190.00	1.45	145
T2	200	3266.00	1629.00	2.00	200
T3	250	4082.50	1744.00	2.34	234

*Nota.* B/C: relación beneficio/costo calculada como ingresos totales/costos totales.

**Figura 5**

*Relación beneficio/costo por tratamiento*



Una fortaleza del estudio es que integra variables de crecimiento, rendimiento, suelo y rentabilidad en una localidad representativa de la producción maicera ecuatoriana. Sin embargo, el manuscrito reconoce sus limitaciones: un solo ciclo agrícola, una sola localidad, ausencia de análisis estadístico para variables de suelo, falta de medición de Si disponible y ausencia de variables fisiológicas como clorofila, área foliar, humedad del suelo o absorción de nutrientes por tejido. Estas limitaciones no invalidan el trabajo, pero obligan a presentar las conclusiones como evidencia preliminar de campo y no como recomendación definitiva.

En conjunto, los resultados respaldan que la tierra de diatomeas puede ser considerada una enmienda complementaria dentro del manejo del maíz en condiciones tropicales de Los Ríos. El efecto más sólido corresponde a la mejora de rendimiento de los tratamientos manejados frente al testigo y a la tendencia favorable de T3 en variables agronómicas, suelo y economía. Para avanzar hacia una recomendación técnica robusta, se requieren ensayos multisitio, más de un ciclo, dosis crecientes de tierra de diatomeas, medición de Si disponible, análisis foliar y evaluación de variables hídricas y físicas del suelo.

### CONCLUSIONES

El manejo convencional y el manejo convencional complementado con tierra de diatomeas mejoraron significativamente el crecimiento y rendimiento del maíz respecto al testigo.

El tratamiento con manejo convencional + tierra de diatomeas presentó los mayores valores absolutos de altura, diámetro de tallo, peso total de planta y rendimiento de grano; sin embargo, en varias variables compartió grupo estadístico con el manejo convencional, por lo que se interpreta como tendencia favorable y no como superioridad estadística absoluta.

Las variables fisico-químicas del suelo mostraron tendencias positivas en T3 para pH, fósforo y potasio al final del ciclo, pero no deben asumirse como efectos estadísticamente comprobados porque se evaluaron mediante estadística descriptiva.

La relación beneficio/costo fue mayor en el tratamiento con tierra de diatomeas, lo que sugiere potencial económico de la práctica bajo las condiciones del ensayo.

La tierra de diatomeas puede considerarse una enmienda complementaria promisorio para maíz tropical, siempre que su recomendación sea validada con estudios multisitio, ciclos adicionales y mediciones específicas de silicio en suelo y planta.

### **Financiamiento**

Este trabajo se realizó como parte de la maestría en Biotecnología Agropecuaria de José Rafael Santana Chávez y Byron Raúl Merchán Sánchez. Los autores agradecen el apoyo brindado a través de los programas de becas y ayuda financiera de SENESCYT.

## REFERENCIAS

- Agegnehu, G., et al. (2025). Response of maize to different nutrient sources under different landscape positions. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. <https://doi.org/10.1002/agg2.70164>
- Apáez-Barrios, P., Lara-Chávez, M. B. N., Apáez-Barrios, M., & Raya-Montaño, Y. A. (2023). Aplicación foliar de *Ascophyllum nodosum* y tierra de diatomeas en la producción de frijol chino y maíz. *E-CUCBA*, 10(20), 103-113. <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi20.302>
- Aziz, T., et al. (2017). Silicon: A beneficial nutrient for maize crop to enhance photochemical efficiency of photosystem II under salt stress. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(5), 599-611.
- Below, F. E. (2002). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. *Informaciones Agronómicas*, 54, 7-12.
- Caviedes-Cepeda, M., Carvajal-Larenas, F., & Zambrano-Mendoza, J. L. (2022). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1). <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>
- Chen, X., et al. (2024). Enhancing maize yield and nutrient utilization through optimized fertilization practices. *Agriculture*, 14(9), 1482. <https://doi.org/10.3390/agriculture14091482>
- Costa, M. G., et al. (2023). Silicon mitigates K deficiency in maize by modifying C, N, and P stoichiometric homeostasis. *Scientific Reports*, 13, 17790. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44301-5>
- Cotrina-Cabello, V. R., Alejos-Patiño, I. W., Cotrina-Cabello, G. G., Córdova-Mendoza, P., & Córdova-Barrios, I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Deras-Flores, H. (2020). Guía técnica: El cultivo del maíz. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Fabila-Martínez, L., Adame-Martínez, S., & Serrato-Cuevas, R. (2013). Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2), 197-206.
- FAO. (2024). Agricultural production statistics 2010-2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agricultural-production-statistics-2010-2023/en>
- FAO. (2025). Agricultural production statistics 2010-2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agricultural-production-statistics-2010-2024/en>

- Głab, T., et al. (2025). Enhancing soil physical quality with diatomite amendments. *Agronomy*, 15(2), 424. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020424>
- Guamán-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*, 7(2), 47-56. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- INEC. (2025a). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2024: Presentación de resultados. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador.
- INEC. (2025b). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2024: Boletín técnico. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ecuador.
- Jiang, M., et al. (2024). Effects of different fertilization practices on maize yield, soil nutrients, soil moisture, and water use efficiency in northern China based on a meta-analysis. *Scientific Reports*, 14, 7757. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57031-z>
- Kardasz, P., et al. (2024). Silicon as a predictor of sustainable nutrient management in maize cultivation. *Sustainability*, 16(23), 10677. <https://doi.org/10.3390/su162310677>
- Lamlom, S. F., et al. (2024). Revitalizing maize growth and yield in water-limited environments through silicon and zinc application. *Heliyon*, 10, e31149. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31149>
- Liang, X., et al. (2025). Silicon nanoparticles enhance maize yield and water productivity under deficit irrigation. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1691443. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1691443>
- Limongi Andrade, R., Sánchez-Mora, F. D., Mora Yela, R. V., Pico Mendoza, J., Navarrete Cedeño, B., Alarcón Cobeña, D., Peña Monserrate, G., Ochoa Ramos, J., Pérez-Almeida, I., & Garcés-Fiallos, F. R. (2024). Agronomic performance, adaptability, and stability of maize hybrids for tropical conditions in Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(3), e3501. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol25\\_num3\\_art:3501](https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num3_art:3501)
- Lugo-Pereira, W. D., López-Ávalos, D. F., Florencio-González, L. R., Morel-López, E., Sánchez-Jara, R., & Mongelos-Barrios, C. A. (2023). Aplicación de nitrógeno en el cultivo de maíz en diferentes estadios fenológicos. *Revista Alfa*, 7(19), 240-254. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.213>
- Marcos-Solorio, B., Martínez-Campos, Á. R., López-Urquidez, G. A., López-Orona, C. A., & Arteaga-Reyes, T. T. (2016). La biomasa de los sistemas productivos de maíz nativo (*Zea mays*) como alternativa a la captura de carbono. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(3), 361-367. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.03.10>
- Nascimento, C. W. A., Silva, F. B. V., Araújo, P. R. M., Araújo, J. C. T., & Lins, S. A. S. (2021). Efficiency and recovery index of silicon of a diatomaceous earth-based fertilizer in two

- soil types grown with sugarcane and maize. *Journal of Plant Nutrition*, 44(16), 2347-2358. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1918157>
- Novillo-Espinoza, I. D., Carrillo-Zenteno, M. D., Cargua-Chávez, J. E., Moreira, V. N., Albán-Solarte, K. E., & Morales-Intriago, F. L. (2018). Propiedades físicas del suelo de diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas Agrarios*, 23(2), 177-187.
- Prado, R. M. (2024). Editorial: New advances of silicon in the soil-plant system. *Frontiers in Agronomy*, 6, 1535125. <https://doi.org/10.3389/fagro.2024.1535125>
- Rachappanavar, V., et al. (2024). Silicon-derived benefits to combat biotic and abiotic stresses in fruit crops. *Plant Physiology and Biochemistry*, 215, 109016. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.109016>
- Salas Gonzáles, E. (2023). Efecto de tierras diatomeas en el rendimiento y calidad de granos de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de campo, Andenes-Zurite, Anta. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Schaller, J., Webber, H., Ewert, F., Stein, M., & Puppe, D. (2024). The transformation of agriculture towards a silicon-improved sustainable and resilient crop production. *npj Sustainable Agriculture*, 2, 27. <https://doi.org/10.1038/s44264-024-00035-z>
- Shoukat, A., et al. (2024). Zinc and silicon fertilizers in conventional and nano-forms: A promising strategy for improving maize growth under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 187(2), 220-234. <https://doi.org/10.1002/jpln.202300267>
- Silva, J. R., et al. (2020). Cadmium, silicon and nutrient accumulation by maize grown on a contaminated soil amended with silicon sources. *Ciência Rural*, 50(9), e20190872.
- Ullah, M. S., et al. (2025). Silicon-mediated modulation of maize growth, metabolic attributes, and antioxidant response under water deficit. *BMC Plant Biology*, 25, 37.
- Wang, N., et al. (2024). Impacts of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers on maize yields, nutrient use efficiency, and soil nutrient balance. *Field Crops Research*, 318, 109572. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109572>