



Uso de aluminosilicato clinoptilolita (ZeoterA) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) controlando antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) bajo diferentes dosis de fósforo

Use of clinoptilolite aluminosilicate (ZeoterA) in the cultivation of beans (Phaseolus vulgaris) controlling anthracnose (Colletotrichum lindemuthianum) under different doses of phosphorus

Edison Marcelo Pazmiño Muñoz ¹ * ; Ángel Lázaro Sánchez Iznaga ² ; José Antonio Realpe Iduarte ³ ; Gregorio Justino Baldeon Prieto ⁴ ; Yomaira Alexandra Romero Troya ⁵ ; Favio Eduardo Herrera Egüez ⁶

Recibido: 20/06/2023 – Recibido en forma revisada: 13/09/2023 -
Aceptado: 09/11/2023 – Publicado: 08 / 12 / 2023

Artículos de
Investigación



Artículos
de Revisión



Artículos
de Ensayos



* Autor para correspondencia.



Resumen:

El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de aluminosilicato clinoptilolita (ZeoterA) en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) controlando antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) bajo diferentes dosis de fósforo. El diseño utilizado fue Bloques Completamente al Azar (DBCA) con seis tratamientos con diferentes dosis de ZeoterA. Se fraccionaron en dos aplicaciones de fertilizantes y ZeoterA durante el ensayo y se evaluaron distintas variables agronómicas. Las diferentes variables agronómicas fueron sometidas al Análisis de Varianza usando la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. La severidad de *C. lindemuthianum* fue evaluada mediante la aplicación de escalas visuales y el software Leaf Doctor. Al finalizar el ensayo se determinó que la aplicación de 70 - 15 - 40 kg/ha (N-P-K) + Zeolita (150 kg/ha) posee un efecto positivo en la sanidad de la vaina del frijol y disminución en la pudrición de la vaina. Este tratamiento presentó el mayor rendimiento 2.45 kg/ha y una mayor respuesta productiva en las variables agronómicas como altura de planta de (30.90 cm) y peso de 100 semillas (68 g). Este tratamiento también presentó una mejor Relación Beneficio/Costo de 36% sobre el control.

Palabras clave: *Colletotrichum lindemuthianum*, Zeolita, fósforo, Leaf Doctor.

Abstract:

The objective of this research was to evaluate the use of clinoptilolite aluminosilicate (ZeoterA) in the bean (*Phaseolus vulgaris*) crop controlling anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) under different doses of phosphorus. The design used was Completely Random Blocks (DBCA) with six treatments with different doses of ZeoterA. They were divided into two applications of fertilizers and ZeoterA during the trial and different agronomic variables were evaluated. The different agronomic variables were subjected to Analysis of Variance using Tukey's test at 95% probability. The severity of *C. lindemuthianum* was evaluated by applying visual scales and the Leaf Doctor software. At the end of the test, it was determined that the application of 70 - 15 - 40 kg/ha (N-P-K) + Zeolite (150 kg/ha) has a positive effect on the health of the bean pod and decreases pod rot. This treatment presented the highest yield 2.45 kg/ha and a greater productive response in agronomic variables such as plant height (30.90 cm) and weight of 100 seeds (68 g). This treatment also presented a better Benefit/Cost Ratio of 36% over the control.

Keywords: *Colletotrichum lindemuthianum*, Zeolite, Phosphorus, Leaf Doctor.

1. Introducción

El Frijol es la Leguminosa de mayor importancia en el mundo, representando el 87% de las leguminosas que son

¹ Instituto Superior Tecnológico Babahoyo, Producción agrícola, Docente, +593 93 968 8731, epazmino@istb.edu.ec, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador; Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-3055-2227>

² Instituto Superior Tecnológico Babahoyo, Producción agrícola, Docente, +593 98 448 1690, asanchez@istb.edu.ec, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0729-8340>

³ Instituto Superior Tecnológico Babahoyo, Producción agrícola, Docente, +593 96 747 1595, jrealpe@istb.edu.ec, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador; Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4321-7133>

⁴ Instituto Superior Tecnológico Babahoyo, Producción agrícola, Docente, +593 99 004 6021, gbaldeon@istb.edu.ec, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador; Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-9722-6007>

⁵ Instituto Superior Tecnológico Babahoyo, Producción agrícola, Docente, +593 96 731 6435, yromero@istb.edu.ec, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador; Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5167-1195>

⁶ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Docente Investigador, +593 95 887 8221, fherrera@uteq.edu.ec, Quevedo, Los Ríos, Ecuador; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1376-423X>



consumidas a nivel internacional [1]. Es considerada la mayor fuente de proteínas debido a su contenido de proteína que se encuentra entre el 25 y 35% del consumo proteínico mundial [2].

Los rendimientos medios a nivel internacional del frijol se han situado en $0,83 \text{ t ha}^{-1}$, mientras que en Estados Unidos, China, Myanmar, Tanzania y Brasil se han reportado valores superiores; sin embargo, en países como México y la India resultaron inferiores, según [3] en Ecuador se reportan rendimientos de frijol seco de entre $0,3$ hasta $2,2 \text{ t ha}^{-1}$ según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [4].

En Ecuador, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa muy consumida por la población, comprendido entre los 22 productos agrícolas con mayor demanda en el país, principalmente por personas con bajos recursos [5].

El frijol se desarrolla mejor en suelos con pH de 6.5 a 7.5, rango en el cual la mayoría de los nutrientes de la planta se encuentran en su máximo grado de disponibilidad. Sin embargo, el frijol puede tolerar bajos niveles de pH entre 4.5 y 5.5, pero a niveles inferiores, generalmente se presenta toxicidad por aluminio y/o manganeso. En suelos alcalinos, puede tolerar niveles de pH, alrededor de 8.2. Se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15 a 27°C , las que generalmente predominan a elevaciones de 400 a $1,200 \text{ msnm}$, existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades [6].

Los requerimientos nutricionales del cultivo de frijol para producir $2.5 \text{ ton/ha/cosecha}$ son de 105 kg/ha de nitrógeno (N), 10 kg/ha de fósforo (P_2O_5), 120 kg/ha de potasio (K_2O) y 1210 kg/ha de magnesio (MgO). Los requerimientos nutricionales de un cultivo serán directamente proporcionales al rendimiento. Por consiguiente, la dosis de fertilización dependerá del potencial de producción o rendimiento esperado, el cual a su vez está determinado por el potencial genético, la productividad del suelo, las condiciones climáticas y el nivel de tecnología aplicado al cultivo [7].

El incremento de la producción de fertilizantes está ocasionando, aceleradamente, el agotamiento de las reservas de fósforo de alta y media calidad a nivel mundial [8].

En Ecuador, es uno de los alimentos preferidos por la población por su alto contenido nutricional [9].

El fósforo (P) es un elemento esencial para la nutrición animal y vegetal.

La zeolita a nivel mundial se ha utilizado en la agricultura desde los años 60 principalmente en países como Japón y Estados Unidos [10].

Dentro de los granos básicos, el frijol es uno de los más importantes por su aporte de proteína en la dieta de la población ecuatoriana. Sin embargo, presenta diversos problemas en la producción relacionados por la alta incidencia de enfermedades y plagas, que al generalizarlo con el inadecuado uso de fertilizantes representa un cultivo susceptible al indiscriminado uso de plaguicidas que traen consigo consecuencias desfavorables para el agricultor y el consumidor.

Así mismo, el manejo inadecuado de fertilizantes es el principal inconveniente en las pérdidas en cuanto al rendimiento, las plagas como la antracnosis repercuten como limitantes al mismo ya que al tener la presencia de la enfermedad se convierte en una pérdida económica para el productor.

Tomando en cuenta lo anterior, se realiza el presente trabajo con el objetivo de Evaluar el efecto del aluminosilicato clinoptilolita en el cultivo del frijol bajo diferentes dosis de fósforo.

2. Materiales y métodos

La presente investigación será realizada en las instalaciones del Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicado en el Km 7 vía Quevedo.

El tipo de investigación será de carácter experimental, debido a que se evaluó la implementación de diferentes dosis de zeolita en el cultivo de frijol; para evaluar el manejo eficiente de fósforo en el cultivo de frijol y control de la antracnosis. Se empleó el método inductivo que permitió delimitar las diferentes variables que se evaluaron en el ensayo. También se empleó el método deductivo ya que por medio de este método permitió partir de diferentes fuentes bibliográficas para analizar el efecto de la zeolita en el desarrollo del cultivo de frijol bajo distintas dosis [11].

El método experimental permitió manipular de las variables de los tratamientos estudiados. Mientras que el método analítico ayudó a interpretar y analizar todos los datos obtenidos mediante el proceso de medición de las diferentes variables en estudio [12].



El diseño utilizado fue Bloques Completamente al Azar (DBCA) donde hubo 6 tratamientos con diferentes dosis de ZeoterA. Se fraccionaron en dos aplicaciones de fertilizantes y ZeoterA durante el ensayo y se evaluaron distintas variables agronómicas y de rendimiento. Se realizó un análisis económico de los tratamientos en función del nivel del rendimiento. Las diferentes variables agronómicas fueron sometidas al Análisis de Varianza usando la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. La severidad de *C. lindemuthianum* fue evaluada mediante la aplicación de escalas visuales y el software Leaf Doctor.

Características climáticas de la zona de estudio

Tabla 1. Características climáticas del cantón Mocache.

Parámetros	Promedio
Humedad (%)	88
Temperatura (°C)	27
Precipitación (mm)	2270
Heliofanía (h/luz/año)	915
Evaporación promedio anual (mm/día)	3

Diseño experimental de la investigación

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza (ADEVA) del diseño de Bloques completamente al azar (BCA).

Parámetros	Promedio
Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tratamientos	5
Error	10

Tabla 3. Tratamientos por aplicarse a cada cultivo en la investigación.

Tratamiento	Descripción
T ₁	N-P-K (70 - 60 - 40 Kg/ha)
T ₂	N-P(100%) -K (70 - 60 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)
T ₃	N-P(75%) -K (70 - 45 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)
T ₄	N-P(50%) -K (70 - 30 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)

T ₅	N-P(25%) -K (70 - 15 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)
T ₆	N-P(0%) -K (70 - 0 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)

Desarrollo de la investigación

Preparación del terreno

Se delimitará el área en donde se realizará el experimento, y se procederá a realizar la medición con la cinta métrica y la distribución de las parcelas de acuerdo con sus dimensiones. La preparación del terreno se la realizará de forma mecanizada, para eliminar materiales vegetales indeseados; además, se realizarán dos pases de rastra para que el terreno quede suelto. Se aplicará un control químico post-emergente, empleando Glifosato, con dosis de 2 L/ha en 200 L de agua.

Siembra

Previo a la siembra se realizará una desinfección de la semilla con Vitavax 300 en dosis de 1 g/kg de semilla para evitar la presencia de enfermedades fungosas que puedan evitar el desarrollo de las semillas.

La siembra se la realizará de forma manual, utilizando un esquepe, depositando dos semillas por agujero, a una profundidad de 2 cm. con una distancia de 0,20 m entre plantas x 0,50 m entre hileras.

Raleo

Una vez pasados los 15 días de la siembra se realizó el respectivo raleo, de tal manera que exista una sola planta por sitio.

Riego y control de malezas

El riego se efectuará de forma localizada mediante aspersión una vez a la semana. Las malezas se eliminarán de forma manual, utilizando machete para evitar la competencia nutricional con el cultivo, la frecuencia será cada 10 días.

Control de plagas

Se realizarán controles con el insecticida de amplio espectro Benfurool a dosis de 4 ml/L. La primera se aplicará a los 15 días después de la siembra (dds) y la segunda a los 45 días.

Aplicación de los tratamientos

La dosis de aplicación será fraccionada en dos partes, al 60% a la primera aplicación y 40% en la segunda, que se realizará a los 15 y 45 dds.

La fertilización será edáfica, y se realizará un agujero a 5 cm de distancia de la planta donde se colocará el fertilizante. En el caso de la zeolita será aplicada al contorno del tallo, a 5 cm de distancia.

• Riego y control de maleza

El riego se efectuará de forma localizada mediante aspersión una vez a la semana. Las malezas serán controladas de forma manual, utilizando machete para evitar la competencia nutricional con el cultivo, la frecuencia será cada 10 días.

• Control de plagas

Se realizaron controles con el insecticida de amplio espectro Benfurool a dosis de 4 ml/L. La primera aplicación será a los 15 días después de la siembra (dds) y la segunda a los 45 días.



Figura 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones en campo para la siembra del cultivo de maní.

3. Resultados

Porcentaje de sobrevivencia

De acuerdo con el análisis de varianza en la variable de porcentaje de sobrevivencia del cultivo de frijol se contabilizó el número de plantas vivas por tratamiento, a los treinta días después de la siembra. No existe ninguna diferencia significativa demostrando obtener valores iguales entre los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 (Tabla 4 y 5).

Altura de planta (cm)

Se escogieron 20 plantas completamente al azar en cada parcela experimental a los 90 días después de la siembra.

Se tomó como referencia la medición desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más joven en respuesta a la

aplicación de diferentes dosis de aluminosilicato clinoptilolita, cuyo análisis de varianza determinó diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Cuando se aplicó la dosis de 150 kg/ha de Zeolita + NPK con un porcentaje de fósforo del 100% para el tratamiento (T2), se registró un mayor incremento en altura de planta con 30,90 cm superando al tratamiento 1 (T1), tratamiento 3 (T3), tratamiento 4 (T4) y tratamiento 6 (T6) con valores que van de 27,47 a 29,80 cm en relación al tratamiento 5 (T5) que mantuvo valores inferiores de 26,40 cm (Tabla 4 y 5).

Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento del cultivo presentó diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados.

Los tratamientos que contienen un porcentaje de fósforo del 75% y 25% (T3 y T2) adicionando la dosis de 150 kg/ha de Zeolita + NPK registraron un mayor rendimiento con 2,45 kg ha⁻¹ en comparación con el resto de los tratamientos evaluados (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Análisis de las variables agronómicas de interés en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris*) bajo la aplicación de zeolita.

Descripción	(T1) N-P-K (70 - 60 - 40 kg/ha)	(T2) N-P(100%)-K (70 - 60 - 40 kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)	(T3) N-P(75%)-K (70 - 45 - 40 kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)
Porcentaje de sobrevivencia	75.33a	76.33a	79.67a
Altura de planta (cm)	28.83ab	30.90b	29.80ab
Rendimiento (kg/ha)	1.56ab	1.27a	2.45b

Tabla 5. Análisis de las variables agronómicas de interés en el cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris*) bajo la aplicación de zeolita.

Descripción	(T4) N-P(50%)-K (70 - 30 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)	(T1) N-P-K (70 - 60 - 40 kg/ha)	(T2) N-P(100%)-K (70 - 60 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha)
Porcentaje de sobrevivencia	76.33a	74.33a	73.33a
Altura de planta (cm)	27.47ab	26.40a	29.73ab
Rendimiento (kg/ha)	1.76ab	2.45b	1.97ab

Para determinar el daño de la enfermedad *C. lindemuthianum*, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), se realizó un análisis de correlación entre la evaluación visual y el programa Leaf Doctor. En la Figura 1 se puede examinar que hay una correlación positiva el factor R o factor de Pearson el cual fue de 0.96.

Correlación Visual vs Programa *Colletotrichum lindemuthianum*

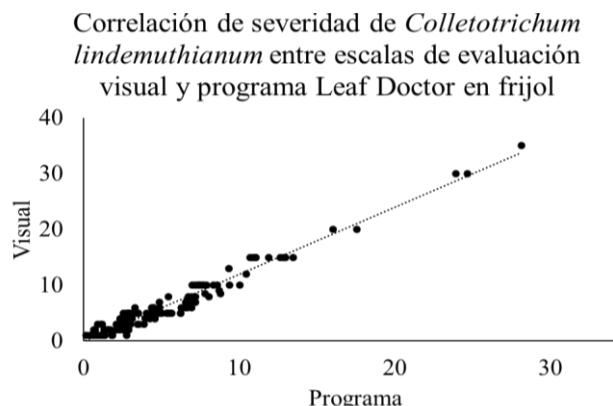


Figura 1. Análisis de la correlación entre dos métodos de evaluación en *Colletotrichum lindemuthianum*

Para determinar el daño de *C. lindemuthianum*, se cosecharon las vainas de cada tratamiento a los 40 días después de la aplicación de los fertilizantes. Tanto la evaluación visual como la del programa registraron similares resultados estadísticos. El tratamiento 2 (N-P(100%) -K (70 - 60 - 40 Kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha), presentó una mayor severidad de la enfermedad de vainas en comparación con el tratamiento 1, 4 y 5 (Figura 2).

Análisis de varianza general Visual vs Programa *C. lindemuthianum*

Comparación entre evaluación visual vs programa Leaf Doctor en la enfermedad *Colletotrichum lindemuthianum*

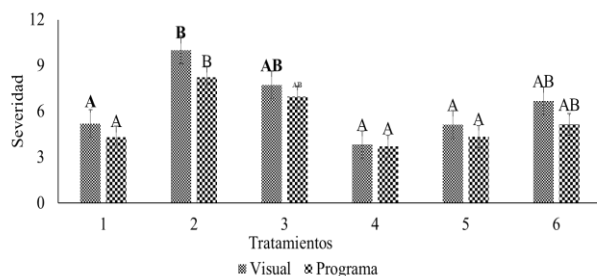


Figura 2. Comparación de la severidad de *Colletotrichum lindemuthianum* usando escalas de evaluación visual y el software Leaf Doctor. Las barras de error indican \pm ES; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios que presentan cada tratamiento (Tukey $p < 0.05$).

Discusión

En la presente investigación se evaluó la capacidad de la Zeolita para el incremento de las características agronómicas, fitosanitarias y de productividad del cultivo de frijol. Teniendo la aplicación de los tratamientos en forma fraccionada, 60% la primera y 40% la segunda aplicación, realizada a los 15 y 45 después de la siembra respectivamente.

En los estudios [11] se resalta que la zeolita contribuye a mejorar la eficiencia en el uso del N en el suelo a 100 kg/ha de urea bajo 3 aplicaciones 15, 25 y 35 kg/ha. Los rendimientos de grano fresco variaron entre 4.21 (T1) y 7.56 mg/ha (T6), mientras que en grano seco (12% de humedad) los rendimientos fueron de 3.72 y 6.65 mg/ha. Concordando por lo propuesto por [12] en el cultivo de maíz, utilizando el fertilizante nitrogenado nitrato de amonio 102 kg/ha, 68 kg/ha, 76.5 kg/ha y Zeolita a la misma proporción de 300, 200, 225 kg/ha la mejor cosecha de maíz en grano se observó en el tratamiento 4 (T4) donde la cosecha en el área de registro alcanzó un promedio de 92,6 kg. En este estudio se obtuvieron resultados superiores cuando N-P se reducía al 25% junto a zeolita.

El aumento de la dosis de zeolita incrementa el contenido de humedad del suelo franco arenoso incrementando de manera eficiente el peso de la mazorca y crecimiento del cultivo de maíz [13]. Según los estudios de [14] se demostró que las zeolitas adsorben significativamente NH_4 y P estableciendo su uso como mejoradores del suelo para tratar la salinidad y tienen un efecto positivo sobre la fertilidad del suelo. Lo anteriormente expuesto coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, en donde se alcanzó la alta eficiencia del fósforo.

Estudio realizado por [15] en arroz detalla que todos los tratamientos con zeolita clinoptilolita G2 20 gr, G3 40 gr y G4 60 gr por Litro de agua aumentaron significativamente la elongación de las raíces de las plántulas en comparación con la arena sola (G1). Con la excepción de la elongación de los brotes, los efectos de todos los tratamientos sobre la tasa de germinación de semillas y el índice de germinación fueron estadísticamente similares. El desarrollo y la aplicación de nuevos fertilizantes utilizando la



nanotecnología innovadora son una de las opciones potencialmente efectivas para mejorar significativamente los rendimientos agronómicos de los cultivos y/o minimizar la contaminación ambiental [15].

4. Conclusiones

- La aplicación de la dosis de Zeolita 150 kg/ha + NPK (70-15-40 kg/ha) produjo plantas más altas a los 40 días después de la aplicación, con una longitud promedio de 30.90 cm, número de vainas por planta 16.43 y mayor incremento en el rendimiento del cultivo de 2.45 kg ha⁻¹.
- La utilización de aluminosilicato clinoptilolita (ZeoterA) está involucrada en la menor incidencia de *C. lindemuthianum* presentando diferencias significativas entre los tratamientos en la incidencia de *C. lindemuthianum*. La zeolita actúa de manera eficiente en la sanidad del cultivo frijol, debido a que presentó el mayor número de vainas sanas.
- El análisis económico demostró que el tratamiento 5 y 3 obtuvieron un mejor análisis beneficio costo con un valor de 1.36. El tratamiento 5 (N-P (25 %)-K (70-15-40 kg/ha) + Zeolita (150 kg/ha) puede tener efectos beneficiosos al suelo al disminuir la cantidad de dosis de fertilizante aplicada.

Referencias.

- [1] M. Pedrosa M, C. Cuadrado, C. Burbano, M. Muzquiz, B. Cabellos, B. Olmedilla Alonso y C. Asensio Vegas, «Effects of industrial canning on the proximate composition, bioactive compounds contents and nutritional profile of two Spanish common dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.)» *Food Chemistry*, vol. 166, pp. 68-75, 2015.
- [2] A. Sánchez Colás, R. Torres Gutiérrez, R. Cupull Santana, A. Rodríguez Urruti, M. Fauvart, J. Michiels y J. Vanderleyden, «Effects of co-inoculation of native *Rhizobium* and *Pseudomonas* strains on growth parameters and yield of two contrasting *Phaseolus vulgaris* L. genotypes under Cuban soil conditions» *European Journal of Soil Biology*, vol. 62, pp. 105-112, 2014.
- [3] H. Cantaro Segura, A. Huaranga Joaquín y D. Zúñiga-Dávila, «Efectividad simbiótica de dos cepas de *Rhizobium* sp. en cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Perú» *Idesia (Arica)*, vol. 37, n° 4, pp. 73-81, 2019.
- [4] «Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC», INEC, 2022. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>. [Último acceso: 19 agosto 2023].
- [5] C. Moya, M. Elena Mesa, M. Vizcaino, M. León y S. Guevara, «Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador» *Cultivos tropicales*, vol. 40, n° 4, pp. 1-9, 2019.
- [6] W. D. Guerrero Mendieta, *Efecto de la fertilización nitrogenada, completa y balanceada sobre dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) sembradas en época seca, sector el Paraíso la 14*, Quevedo, Los Ríos: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2017, p. 81.
- [7] K. A. Segura Carrera, *Evaluación de dosis de NPK vs densidad de siembra en el cultivo de Frijol "cuarentón" (*Phaseolus vulgaris* L.) durante época lluviosa*, Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021.
- [8] B. Alburquerque y G. Velásquez, «Cinética de liberación del fósforo en roca fosfórica» *Revista Cubana de Química*, vol. 20, n° 3, pp. 13-16, 2008.
- [9] F. R. Garcés Fiallos, «Cuantificación de enfermedades en líneas promisorias y variedades de frijol en Quevedo, Ecuador» *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 11, n° 1, pp. 196-207, 2013.
- [10] I. Apaza Espinoza, *Evaluación de niveles de zeolita natural en el comportamiento agronomico del cultivo de la rucula (*Eruca sativa* Mill) en ambiente controlado en la comunidad de kallutaca*, La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2017.
- [11] X. E. Aguayo Morante, A. L. Bravo Córdova Adriana y F. J. Duque-Aldaz, «Modelo de negocio aplicando Lean Cavas para un licor artesanal a base de jengibre» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2020.
- [12] J. A. Luzarraga Pinargote, A. L. Morán Fuentes y F. J. Duque-Aldaz, «Propuesta de mejora en la calidad del servicio de atención al cliente en universidades públicas aplicando el modelo Servperf» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2021.
- [13] N. Obregón Portocarrero, J. E. Díaz Ortiz, M. C. Daza Torres y H. F. Aristizabal Rodríguez, «Efecto de la aplicación de zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz» *Acta agronomica*, vol. 65, n° 1, pp. 24-30, 2016.
- [14] G. Tsintskaladze, L. Eprikashvili, N. Mumladze, V. Gabunia, T. Sharashenidze, M. Zautashvili, T. Kordakhia y T. Shatakishvili, «Nitrogenous zeolite nanomaterial and the possibility of its application in agriculture» *Annals of Agrarian Science*, vol. 15, n° 3, 2017.
- [15] J. A. Ippolito, D. D. Tarkalson y G. A. Lehrsch, «El método de aplicación del suelo de zeolita afecta el nitrógeno inorgánico, la humedad y el crecimiento del maíz» *Ciencia del suelo*, vol. 17, n° 3, pp. 136-142, 2011.
- [16] G. E. Argumanis Sancho-Dávila, *Efecto de zeolita clinoptilolita en la calidad del agua con fines de uso en acuicultura ornamental*, Lima: Universidad Nacional: Agraria La Molina. Facultad de Pesquería, 2021.
- [17] P. Palanivell, O. H. Ahmed, K. Susilawati y N. M. Ab Majid, «Mitigar la volatilización de amoníaco de urea en condiciones de anegamiento utilizando zeolita clinoptilolita» *Internacional de Agricultura y Biología*, vol. 17, n° 1, 2015.