



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EFFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA
INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO
(*MUSA AAB SIMMONDS*)
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR
PÉREZ HARO NAILA LISSETTE

TUTOR
ING. MARTINEZ ALCIVAR FERNANDO M.Sc.

MILAGRO – ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, FERNANDO MARTINEZ ALCIVAR, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*MUSA AAB SIMMONDS*), realizado por la estudiante NAILA LISSETTE PÉREZ HARO; con cédula de identidad N° 0940109812 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

.....
Ing. Fernando Martínez Alcívar, M.Sc.

Milagro, 22 de septiembre del 2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz”
CARRERA DE INGENIERÍA GRONÓMICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*MUSA AAB SIMMONDS*)”, realizado por la estudiante NAILA LISSETTE PÉREZ HARO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Juan Martillo García, M.Sc. PhD.
PRESIDENTE

Ing. Rafael Pluas Pilozo, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Ángel Carrasco Schuldt, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Fernando Martínez Alcívar, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 22 de septiembre del 2022

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios, mi abuelo y a mis padres, pues sin ellos no lo habría logrado. Quienes me protegen y me llevan por el camino del bien, por eso te doy mi trabajo en ofrenda por su amor y paciencia, los amo.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mi, el deseo de superación y de triunfo de la vida lo que ha contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su incondicional apoyo.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo NAILA LISSETTE PÉREZ HARO, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*MUSA AAB SIMMONDS*)” para optar el título de INGENIERA AGRÓNOMA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 22 de septiembre del 2022

.....
NAILA LISSETTE PÉREZ HARO

C.I. 0940109812

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	7
Índice general.....	9
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
FIGURA 7. PLANTAS FERTILIZADAS 61;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
Resumen.....	15
Abstract	16
1. Introducción	17
1.1 Antecedentes del problema.....	17
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema	18
1.2.2 Formulación del problema	18
1.3 Justificación de la investigación.....	18
1.4 Delimitación de la investigación	19
1.5 Objetivo general	19
1.6 Objetivos específicos	19
1.7 Hipótesis.....	20
2. Marco teórico	21
2.1 Estado del arte	21

2.2 Bases teóricas.....	22
2.2.1 Generalidades del plátano.....	22
2.2.2 Origen e importancia del cultivo de plátano	22
2.2.3 Descripción taxonómica y botánica de la planta	23
2.2.4 Valor nutricional del plátano	25
2.2.5 Requerimientos edáficos y climáticos	25
2.2.6 Particularidades del cultivo.....	26
2.2.7 Principales plagas que afectan a la plantación	28
2.2.7.1 Picudo negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>).....	28
2.2.7.2 Picudo rayado y Picudo amarillo (<i>M. hemipterus</i> y <i>hebetatus</i>)	29
2.2.8 Importancia del silicio	29
2.3 Marco legal	30
3. Materiales y métodos.....	33
3.1 Enfoque de la investigación	33
3.1.1 Tipo de investigación	33
3.1.2 Diseño de investigación	33
3.2 Metodología.....	33
3.2.1 Variables	33
3.2.1.1. Variable independiente	33
3.2.1.2. Variable dependiente	33
3.2.1.2.1 Nivel de infestación	33
3.2.1.2.2 Número de manos por racimo.....	33
3.2.1.2.3 Peso de racimo.....	34
3.2.1.2.4 Rendimiento kg/ha	34
3.2.1.2.5 Análisis Costo/Beneficio	34

3.2.2 Tratamientos	34
3.2.3 Diseño experimental	34
3.2.4 Recolección de datos	35
3.2.4.1. Recursos.....	35
3.2.4.2. Métodos y técnicas	35
3.2.4.2.1 Selección de plantas.....	35
3.2.4.2.2 Manejo de plagas	35
3.2.4.2.3 Cosecha	35
3.2.5 Análisis estadístico.....	36
4. Resultados.....	37
4.1 Nivel de infestación de insectos plaga (%)	37
4.2 Número de manos/racimo	38
4.3 Peso del racimo (kg)	39
4.4 Rendimiento del plátano (kg/ha)	40
4.5 Análisis económico entre tratamientos.....	41
5. Discusión.....	42
6. Conclusiones	44
7. Recomendaciones	45
8. Bibliografía	46
9. Anexos.....	54

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio	34
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza	36
Tabla 3. Valoración de promedios del nivel de infestación	37
Tabla 4. Valoración de promedios del número de manos/racimo	38
Tabla 5. Valoración de promedios del peso del racimo (kg)	39
Tabla 6. Valoración de promedios del rendimiento del cultivo (kg/ha)	40
Tabla 7. Análisis beneficio costo	41
Tabla 8. Datos de campo de infestación de insectos (%)	55
Tabla 9. Análisis estadístico de infestación de insectos (%)	55
Tabla 10. Datos de campo de número de manos/racimo	56
Tabla 11. Análisis estadístico de número de manos/racimo	56
Tabla 12. Datos de campo de peso del racimo (kg)	57
Tabla 13. Análisis estadístico de peso del racimo (kg)	57
Tabla 14. Datos de campo de rendimiento del plátano (kg/ha)	58
Tabla 15. Análisis estadístico de rendimiento del plátano (kg/ha)	58

Índice de figuras

Figura 1. Diseño experimental en campo (DCLR)	54
Figura 2. Señalización de plantas	59
Figura 3. Tratamientos establecidos	59
Figura 4. Primera fertilización del cultivo.....	60
Figura 5. Coronado de plantas.....	60
Figura 6. Segunda fertilización a base de Silicato	61
Figura 7. Plantas fertilizadas.....	61
Figura 8. Medidas en el grosor de fuste.....	62
Figura 9. Visita del tutor.....	62

Resumen

El presente ensayo experimental fue ejecutado en la zona agrícola del cantón Milagro, Provincia del Guayas, entre los meses de diciembre del año 2021 a mayo del 2022. El objetivo general fue generar alternativas tecnológicas sobre la nutrición en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*), que permitan al agricultor lograr mayor rendimiento y calidad de cosechas. El estudio se determinó por la aplicación de distinta dosis de silicato de calcio, además un testigo referencial en una plantación de plátano. Los tratamientos son: T1 Silicato de calcio (50 kg/ha), T2 Silicato de calcio (100 kg/ha) y T3 Testigo. Las frecuencias de aplicación son al primer día del ensayo, luego a los 30, 60 y 90. El diseño empleado en el presente ensayo experimental fue cuadro latino y para mayor precisión del ensayo, este se realizó una réplica, lo cual generó un experimento de 18 unidades experimentales o plantas de plátano. Las variables en estudio son: nivel de infestación de insectos plaga, número de manos, peso del racimo, rendimiento y análisis beneficio costo. Los datos fueron valorados estadísticamente mediante el análisis de varianza y la comparación de medidas se realizó con el Test de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados manifestaron que el tratamiento con la dosis más alta del silicato de calcio generó mayor promedio sobre las variables evaluadas con el porcentaje más bajo de infestación (22,67%) y 12 manos por racimo. Además, su rendimiento fue 39331,50 kg/ha; esto generó un valor de B/C alto \$2,13.

Palabras clave: insectos plaga, manos, *Musa AAB Simmonds*, plátano, silicato de calcio.

Abstract

The present experimental trial was carried out in the agricultural area of the Milagro canton, Guayas Province, between the months of December 2021 and May 2022. The general objective was to generate technological alternatives on nutrition in the cultivation of plantain (*Musa AAB Simmonds*), which allow the farmer to achieve higher yield and quality of crops. The study was determined by the application of different doses of calcium silicate, in addition to a reference control in a banana plantation. The treatments are: T1 Calcium Silicate (50 kg/ha), T2 Calcium Silicate (100 kg/ha) and T3 Witness. The application frequencies are on the first day of the test, then at 30, 60 and 90 days. The design used in the present experimental test with a Latin square and for greater precision of the test, a replica was made, which generated an experiment of 18 experimental units or banana plants. The variables under study are: level of pest insect infestation, number of hands, bunch weight, yield and cost-benefit analysis. The data were statistically evaluated by analysis of variance and the comparison of measurements was performed with the Tukey test at 5% probability. The results showed that the treatment with the highest dose of calcium silicate generated a higher average on the variables evaluated with the lowest percentage of infestation (22.67%) and 12 hands per bunch. In addition, its yield was 39,331.50 kg/ha; this generated a high B/C value of \$2.13.

Keywords: pest insects, hands, *Musa AAB Simmonds*, banana, calcium silicate.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El plátano (*Musa AAB Simonds*) se considera un cultivo de alta relevancia económica y seguridad alimenticia en la región de América Central y en Latinoamérica. Se origina en regiones un bajo crecimiento industrial y se vende como un artículo procesado. Tanto Estados Unidos como Europa son los importadores más significativos de este cultivo. El comercio a nivel internacional se efectúa en países que tengan una tradición de exportación de este cultivo (Álvarez, León, Sánchez, y Cusme, 2020).

Dentro del país, el plátano conforma la canasta esencial familiar debido a que se considera la materia prima de diversos platos nacionales, mayormente en la parte de la costa. Los cultivos de cacao pueden notarse a lo largo de todo el Ecuador, esto debido a que el clima en el lugar es favorable (Gómez, 2017).

Asimismo, en los años 1960 se empezó a analizar la conexión que hay entre la nutrición del cultivo y los retoños de plagas, aparte de las modificaciones que se dan en la fisiología del cultivo, no solo por el aplique de fertilizantes, sino además por los plaguicidas de síntesis química. Los análisis realizados orientaron a que se genere una nueva teoría (Mero, 2017).

Es así, la productividad factible de plátano necesita de cifras idóneas de nutrientes que tienen que agregarse al suelo como fertilizante. Este tipo de nutrientes entran en la planta y fomentan el desarrollo vegetativo y la productividad de sus frutos. La cifra de esta extracción se basa en el cultivo, la clase y su control; asimismo, la cantidad de nutrientes asimilados por el cultivo permiten conseguir programas de fertilización muy determinados (Cobeña, y otros, 2020).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Uno de los problemas que presenta el cultivo de plátano en la zona agrícola del cantón Milagro es la inadecuada fertilización que realizan los agricultores, teniendo poca importancia en la valoración de campo, sin contar que el uso de nutrientes minerales como el caso del silicio, es una clave para manejar la regulación de los organismos plaga, además, a consecuencia de elevadas poblaciones de insectos plaga en el cultivo de plátano existe una reducción del peso de racimos y por ende, se reduce la producción.

Ante dicha situación, el presente ensayo experimental tiene como objetivo manejar la presencia de plagas en el cultivo de plátano, bajo una fertilización a base de silicato de calcio, que por sus propiedades nutre a la planta y genera mecanismos de acción ante el daño por plagas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tendrá los niveles de fertilización a base de silicio en la incidencia de plagas en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*)?

1.3 Justificación de la investigación

La productividad de plátano es una actividad convencional de la economía campesina. Sin embargo, la ausencia de metodologías para el control del cultivo equivale a un reto en la sostenibilidad y condición de los mismos. El daño de los cultivos se genera por poco control de las plagas e insuficiente fertilización (Romero, 2017).

El silicio es muy provechoso en diversas plantaciones si se encuentran bajo estrés. Está demostrado que potencia el aguante a sequías y atrasa la defoliación anticipada de ciertos cultivos que no son regados y además es capaz de potenciar la capacidad de aguante de las plantas a las toxicidades existentes en micronutrientes

y de otros metales, tales como: aluminio, hierro, manganeso, etc. De igual manera, el silicio ayuda a aumentar la resistencia del tallo (PROMIX, 2021).

Por lo que, se espera disminuir el número de plagas mediante una fertilización idónea utilizando silicato de calcio, lo cual va a impulsar el crecimiento del cultivo y va a activar un mecanismo de defensa de plantas una vez se dé la aparición de insectos plaga.

1.4 Delimitación de la investigación

El presente ensayo experimental fue ejecutado en la zona agrícola del cantón Milagro, Provincia del Guayas, entre los meses de diciembre del año 2021 a mayo del 2022.

1.5 Objetivo general

Generar alternativas tecnológicas sobre la nutrición en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*), que permitan al agricultor lograr mayor rendimiento y calidad de cosechas.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el nivel óptimo de fertilización a base de silicio utilizando una fuente de liberación controlada.
- Evaluar si el uso de silicato de calcio reduce la presencia de plagas en el cultivo de plátano.
- Valorar la factibilidad económica para el uso de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada, en función del rendimiento del cultivo.

1.7 Hipótesis

Al menos uno de los niveles de fertilización a base de silicio en el cultivo de plátano reducirá la incidencia de plagas en la plantación reflejado en el incremento de la producción.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

Mero, (2017), valoró el efecto de una fertilización balanceada para reducir la incidencia de insectos plaga en el cultivo de plátano, bajo un diseño de bloques completamente aleatorios (DBCA), con el uso de seis tratamientos y tres repeticiones. Los resultados manifiestan que el uso de fertilizantes no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Es decir, la fertilización no influye para contrarrestar su presencia.

Hilario, (2019), valoró el uso de niveles de silicio para reducir la presencia de insectos plaga, sus resultados indicaron que la aplicación de silicato de calcio en el suelo redujo su presencia y mejoró el rendimiento del cultivo y B/C con \$1,13.

(Vivas, Robles, González, Álava, y Meza, 2017), evaluó el uso de nutrientes en la plantación de plátano para incrementar su rendimiento. Los resultados indicaron que, la dosis más alta del fertilizante alcanzó la productividad más alta del plátano con 18 613 kg/ha⁻¹. Además, pudo aprovecharse con mayor intensidad los nutrientes aplicados.

Carrión, (2018), valoró el incremento eficaz del rendimiento de cultivo bajo una adecuada nutrición vegetal con el uso del elemento silicio. Siendo de gran importancia para un sinnúmero de cultivo, debido por su acción, no solamente incrementa la productividad de los mismo, sino, además, reduce la presencia de insectos plaga en las plantaciones por su modo de acción.

Guerra y Linares, (2018), valoró el efecto de silicio para reducir la presencia de organismos que dañan a la planta. Los resultados indicaron que el uso del silicio con la dosis más alta mostró mayor promedio sobre las variables evaluadas y redujeron la presencia de patógenos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del plátano

Ecuador se considera un productor de plátanos a nivel mundial. Aun si su superficie y población no es tan extensa, provee aproximadamente un 10% de la productividad internacional de plátanos. Al año, son cultivados casi seis millones de toneladas de este cultivo, siendo su mayor parte destinada a la exportación. Esa afirmación concluye que el Ecuador ocupa primer lugar a nivel mundial como exportador (Quiroz, 2020).

El cultivo de plátano constituye un relevante sustento en la economía y seguridad alimenticia del país. Viéndolo desde una perspectiva socio económica, este cultivo produce proveedores estables de trabajo, al igual que proporcionar alimentos abundantes en energía a casi toda la población. Hoy en día, se han reportado en Ecuador un promedio de 144981 ha de plátano, siendo 86712 ha se encuentran bajo un sistema de monocultivo (INIAP, 2017).

El plátano se considera un cultivo de alta relevancia puesto que en ciertos países en vías de desarrollo se lo utiliza como materia prima como proveedor de almidón, también es utilizado como vegetal, en la productividad de cerveza con un contenido alcohólico reducido y como alimento a animales (Rumaldo, 2016).

2.2.2 Origen e importancia del cultivo de plátano

El plátano se genera y consume mayormente en países que están en vías de desarrollo. Si se habla de comercio a nivel mundial el plátano únicamente se transa el 1% con respecto a productividad internacional. Estados Unidos y la Unión Europea son los importadores con más relevancia de plátano (El productor, 2018).

Forma parte de la familia *Musáceas* siendo de mayor magnitud y menos dulces que las otras variedades. El área bananera dentro del país produce

aproximadamente 2 a 2,5 millones de trabajos a personas relacionadas a varias fases de la cadena de valor al igual que proporciona al 9% del PIB del país. En el Ecuador se asigna 180 mil hectáreas a la productividad del plátano y se encuentran repartidas en provincias como: Los Ríos, Guayas y El Oro (Guilcapi y Salazar, 2018).

Esta planta fue cultivada hace aproximadamente 10000 años siendo encontrada en Papúa Nueva Guinea en el siglo VII aC. Forma parte de la variedad monocotiledóneas y la familia de las musáceas, se la consideraba salvaje y se aumentaba por medio de semillas. Hoy en día, es capaz de hallarse diversas variedades en una condición salvaje en Papúa Nueva Guinea e Indonesia (Tenesaca, 2019).

Asimismo, debido a su contribución social al ser plantado por productores menores con probabilidades de diversidad con otras labores económicas productivas. El cultivo de plátano constituye una aportación económica, con una productividad que ha sido beneficiada por situaciones edafoclimáticas del sector. La productividad de plátano produce alrededor de 15000 trabajos (Furcal, 2016).

Constituye una elevada variedad geográfica y con alta relevancia social y económica desde la perspectiva de seguridad alimenticia y producción de trabajo. Normalmente, el sector cultivado de plátano se halla como cultivo convencional relacionado al café, cacao, yuca y frutales (Becerra, 2018).

El cultivo de plátano es significativo debido a que es un proveedor de trabajo e importes para las personas que se dedican a su cultivo y generan frutos y una considerable cifra de países a nivel mundial. La productividad del plátano en el año 2011 se elevó a 38.9 millones de toneladas, siendo Uganda, Ghana, Camerún, Ruanda, Colombia los productores más esenciales (Ordoñez, 2021).

2.2.3 Descripción taxonómica y botánica de la planta

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa* (Mendoza, 2015).

La raíz presenta una coloración blanca, siendo tiernas cuando brotan y volviéndose amarillas y duras tiempo después. Tiene un diámetro que varía entre 5 y 8 mm con una longitud que puede llegar a medir de 2,5 a 3 metros de ancho y 1,5 metros de profundo. Su repartición radicular se encuentra asociado con la consistencia del suelo (Ecured, 2016).

El cormo se considera como el tallo verdadero el cual es subterráneo, posee ramificaciones monopódicas las cuales dan paso a las hojas que emergen del meristemo apical; por otro lado, el pseudotallo, el cual es conocido como falso tallo, es un rizoma enorme de forma extensa en la que se asientan las bases de las hojas (Veliz y Bravo, 2016).

La hoja verdadera presenta 5 componentes: vaina, peciolo, lámina, nervadura central y apéndice. La vaina se considera como la sección de la base y envolvente de la hoja, su peciolo posee una apariencia de media luna. La nervadura de la parte del centro es la extensión del peciolo y va hasta el ápice (Mayorga, 2018).

Los frutos poseen una tonalidad verdosa, amarilla, amarillo rojizo o rojiza. Los plátanos que pueden ser ingeridos se consideran de partenocarpia vegetativa, lo que quiere decir que generan una masa que puede comerse sin polinización. Los óvulos son atrofiados rápidamente, sin embargo, pueden ser notados en la parte comestible (Vega, 2017).

2.2.4 Valor nutricional del plátano

El plátano es un cultivo que presenta componentes como cobre, flúor, yodo y magnesio. Los plátanos que pueden ser consumidos son de partenocarpia vegetativa lo que quiere decir que generan una pulpa comestible (Paladines, 2017).

El plátano es altamente conocido por su abundancia en hidratos de carbono, sobre todo en azúcares. Asimismo, es un importe de energía inmediata. Sin embargo, a pesar de existir la creencia de que el plátano engorda, la verdad es que la existencia de grasas es muy baja. Incluso es consumido por deportistas debido a los nutrientes que aporta (Escalante, 2019).

2.2.5 Requerimientos edáficos y climáticos

La temperatura ideal para que comience la floración es de 22 °C, tiene que ser mayor a 16 °C para garantizar un crecimiento apropiado puesto que si baja de los 14 °C, su desarrollo se pausa y el acumulado de materia seca. Si se da un clima frío, el tiempo del ciclo se aumenta, se da una distorsión de racimos, decoloración de epidermis, se pausa su desarrollo, e inclusive es capaz de generar un deterioro de la clorofila (Rodríguez C. , 2020).

El plátano no necesita de circunstancias particulares de conservación, es suficiente con preservarlos en un sitio fresco y seco y que se encuentre protegido de la luz directa, presenta una coloración verde que posteriormente se torna amarilla una vez esté maduro (Rodríguez R. , 2016).

El suelo ideal para el crecimiento de este cultivo es aquel que posee una consistencia franco arenosa, franco arcilloso, franco arcillo limosa y franco limoso, teniendo además que ser fértiles y profundos, drenados idóneamente y abundantes en componentes nitrogenados. El pH adecuado para esta planta es de 6,5 (Romero, 2017).

Debido a la posición próxima al Ecuador tanto en trópicos y subtrópicos la cifra de radiación obtenida basta y solo hay que estar atento en el proceso de sombreo, esto con el fin impedir una captación menor que sea capaz de atrasar la productividad (Intagri, 2018).

El cultivo de plátano se encuentra conformado por un 85% de agua. La cifra de agua que el plátano necesita para un mejor crecimiento es de alrededor de 7 mm al día (equivalente a 210 mm. mensual) para conseguir cosechas económicamente factibles. En sectores con un rango de pluviosidad repartido de manera ideal a lo largo de todo el año tiene que construirse un sistema de drenaje eficaz con el fin de valorar los excesos de agua en tiempos precipitación desproporcionada (Estrada, 2017).

2.2.6 Particularidades del cultivo

El plátano se desarrolla adecuadamente en siembras donde se realiza la labranza reducida. No obstante, en sectores donde la topografía lo consienta, la erosión no genere un inconveniente y exista una disposición de maquinaria agrícola, pueden efectuarse cortes de arado y rastrillado. Si el terreno es inclinado y susceptible a la erosión, se impide el empleo de maquinaria pesada (Díaz, 2017).

El plátano es considerado como una planta resistente que puede ser sembrada en cualquier mes del año, sin embargo, es aconsejable que la plantación se lleve a cabo una vez la temporada seca haya llegado a su fin si se desea comercializarlo, esto debido a que se viene la temporada húmeda con lluvias considerables (AGROCLM, 2022).

Es aconsejable efectuar un manejo idóneo de la sanidad de la planta de plátano, efectuando de forma puntual actividades agronómicas tales como: destronque, desguasque, deshoje, etc. Hay que realizar una fertilización y riego apropiados

impidiendo el aplique desmesurado de insecticidas para preservar la entomofauna benéfica (Invesa, 2020).

La fertilización química se efectúa imponiendo una dosis de Fósforo (P) , 25% de dosis de nitrógeno y Potasio (K), esto se calcula de acuerdo al esquema de fertilización a dos meses posteriores a la siembra, al inicio se coloca el 50% de fertilización y tiempo después el otro 50% (AGROSAVIA, 2017).

El deshije se efectúa con el fin de preservar la densidad de plantas ideales, para impedir una competencia entre ellas y situaciones que beneficien afectaciones a causa de enfermedades. Es esencial que cada plantón presente una serie (madre, hija y nieta) con el objetivo de eludir una competición y conseguir racimos enormes con gran calidad (INTA, 2018).

El deshoje se trata de erradicar las hojas que no proporcionen al crecimiento de la planta. Esta práctica tiene alta relevancia porque se utiliza para el manejo de diseminación difusión de Sigatoka. Mediante esta actividad se quitan las hojas, secas, enfermas o que no proporcionen nada bueno al racimo. Para esta actividad se utiliza un machete afilado, y tener precaución de no perjudicar al racimo (Benítez, 2017).

Hay dos maneras de apuntalamiento de plantas. Una de ellas es usando una piola o paja plástica y la otra es usar cujes de caña guadua. Si se implementa piola debe amarrarse la planta parida a la base de otra planta que se encuentra en dirección contraria al racimo. Si se utiliza cujes, estos se ubican de forma directa al tallo de una manera contraria a la caída del tallo (FENAPROFE, 2022).

El embolsado consta de ubicar encima del racimo una bolsa que preserve el fruto de deterioro generado por insectos y otra clase de animales, por el rozamiento de las hojas o el aplique de artículos químicos. La bolsa genera un microclima que

mantiene una temperatura elevada en torno al racimo e impide que se afecte con el frío (PROMUSA, 2020).

Se conoce como desmane cuando se erradica la última mano también llamado como mano falsa, y las siguientes, todo dependiendo de las circunstancias climáticas y fitosanitarias, que se cree que no van a conseguir el tamaño necesitado, para beneficiar el crecimiento de las manos sobrantes (García, 2018).

2.2.7 Principales plagas que afectan a la plantación

2.2.7.1 Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Superfamilia: Curculionoidea

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Dryophthorinae

Tribu: Sphenophorini

Género: *Cosmopolites*

Especie: *C. sordidus* (NATURALISTA, 2018)

Es una plaga que incide en el cultivo de plátano en países del trópico y subtropical. Esta plaga deteriora las plantas de forma larval y efectúa galerías en el cormo. Estos daños pueden ser afectados por enfermedades que al final pueden causar que la planta muera (Jaramillo, 2019).

Es una planta de relevancia económica en el cultivo de banano. Genera infestaciones severas en todas las diversidades del plátano y de plantas de la familia Musa. El ataque de esta plaga interviene de manera negativa en el crecimiento de

su sistema radicular. Esto restringe la asimilación de nutrientes y disminuye la fortaleza de la planta (AgroProductores, 2020).

2.2.7.2 Picudo rayado y Picudo amarillo (*M. hemipterus* y *hebetatus*)

Orden: coleóptera

Familia: Curculionidae

Género: Metamasius

Especie: hemipterus

Nombre científico: Metamasius hemipterus L.

Fuente: (Espinoza, 2019)

Se consideran plagan secundarias en plantas del género de las musáceas. En un inicio, era una plaga que incidía en la caña y se extendió desde el Caribe hacia la parte central de Sudamérica, ocasiona daños graves debido a que destruye tejidos lo cual vuelve a la planta más débil (Román, Rojas, y Ostaiza, 2017).

Los adultos son capaces de mantenerse en la misma planta por períodos extensos y únicamente una parte diminuta puede trasladarse a una distancia más alta que 25 metros en un tiempo de 6 meses. Su propagación se da mayormente mediante el material de siembra infectado (Infante, 2018).

2.2.8 Importancia del silicio

El silicio es un compuesto esencial de la corteza terrestre, siendo el más numeroso en el planeta posterior al oxígeno. Este componente no presenta síntomas de insuficiencia concretos. Hay que tomar en cuenta que el silicio se considera un fertilizante desde hace poco tiempo, sin embargo, ya cumple un rol esencial en la nutrición vegetal (AEFA, 2019).

Asimismo, generan una incidencia en las secciones bucales de insectos fitófagos: en el momento en que el silicio se almacena en las células epidérmicas, se da un

incremento de la resistencia en los tejidos vegetales de la planta, terminando en una reducción del consumo de plantas por parte de las plagas (InfoAgro, 2019).

Este componente se considera un semiconductor o un metaloide con particularidades intermedias de un dieléctrico al igual que un metal. Esta particularidad ha vuelto al silicio como el elemento con más demanda en la industria, siendo utilizado desde hace muchísimo tiempo para la producción de silicatos (Nascimento, 2021).

El silicato de calcio se considera un aditivo usado en la industria de nutrición de animales y en la industria agrícola como antiapelmazante gracias a su cualidad asimilable de líquidos. Este componente no incide en las condiciones organolépticas y beneficia en la proporción de calcio (Eager century, 2017).

2.3 Marco legal

La presente investigación se apega al Plan Nacional del Buen Vivir en el objetivo 11: Asegurar la soberanía y de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica, ajustado a las políticas y lineamientos estratégicos número 11.5 en donde se promueve impulsar la industria química, farmacéutica y alimentaria, a través del uso soberano, estratégico y sustentable de la biodiversidad (Secretaría Nacional del Buen Vivir, 2016, pag.5).

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Principios generales

Artículo 1. Finalidad. - Esta Ley tiene por objeto establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su obligación y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente (Secretaría Nacional del Buen Vivir, 2016).

El régimen de la soberanía alimentaria se constituye por el conjunto de normas conexas, destinadas a establecer en forma soberana las políticas públicas agroalimentarias para fomentar la producción suficiente y la adecuada conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos, nutritivos, preferentemente provenientes de la pequeña, la micro, pequeña y mediana producción campesina, de las organizaciones económicas populares y de la pesca artesanal así como microempresa y artesanía; respetando y protegiendo la agro biodiversidad, los conocimientos y formas de producción tradicionales y ancestrales, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. El Estado a través de los niveles de gobierno nacional y subnacionales implementará las políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria en función del Sistema Nacional de Competencias 27 establecidas en la Constitución de la República y la Ley (Secretaría Nacional del Buen Vivir, 2016, pag.5).

Artículo 3. Deberes del Estado. - Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado, deberá:

- a) Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuicultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales;
- b) Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra;
- c) Impulsar, en el marco de la economía social y solidaria, la asociación de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores para su participación en mejores condiciones en el proceso de producción, almacenamiento, transformación, conservación y comercialización de alimentos;
- d) Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo

y la utilización de cultivos agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimenticio nacional;

e) Adoptar políticas fiscales, tributarias, arancelarias y otras que protejan al sector agroalimentario nacional para evitar la dependencia en la provisión alimentaria;

f) Promover la participación social y la deliberación pública en forma paritaria entre hombres y mujeres en la elaboración de leyes y en la formulación e implementación de políticas relativas a la soberanía alimentaria (Secretaría Nacional del Buen Vivir, 2016)

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue considerada experimental y valoró el efecto de los niveles de fertilización a base de silicio en la incidencia de plagas en el cultivo de plátano (*Musa AAB Simmonds*)

3.1.2 Diseño de investigación

Para el desarrollo del ensayo se empleó un diseño experimental en cuadro latino, y para mayor precisión el ensayo se realizó por replicado, compuesto por tres tratamientos con un testigo, esto, generó un ensayo experimental de 18 unidades experimentales o plantas de plátano.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

3.2.1.1. Variable independiente

Silicato de calcio

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1 Nivel de infestación

Fue valorado el nivel de infestación, mediante el conteo de insectos plaga que se encontraron en las plantas y los datos obtenidos fueron transformados a porcentaje. Dicha variable fue tomada en cada una de las unidades experimentales.

3.2.1.2.2 Número de manos por racimo

Esta variable se valoró mediante el conteo de manos que presentaron cada uno de los racimos comerciales, para ser promediados por tratamiento.

3.2.1.2.3 *Peso de racimo*

Esta variable fue valorada al momento de la cosecha, pesando cada racimo al llegar a la empacadora y sus valores se expresaron en kg.

3.2.1.2.4 *Rendimiento kg/ha*

El rendimiento fue determinado por el peso de los racimos recolectados en cada tratamiento, dichos datos tomados anteriormente fueron transformados a Kg/ha.

3.2.1.2.5 *Análisis Costo/Beneficio*

Al finalizar el ensayo experimental, se valoró el presupuesto total en base a los costos empleados en la producción, en el experimento, rendimiento obtenido y valores de venta, entre otros.

3.2.2 **Tratamientos**

El estudio se determinó por la aplicación de distinta dosis de silicato de calcio, además un testigo referencial en una plantación de plátano. Las dosis establecidas fueron establecidas por la recomendación de casa comercial y las frecuencias de aplicación son al primer día, luego a los 30, 60 y 90. Los tratamientos son detallados a continuación en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1. Tratamientos en estudio

N	Tratamiento	Dosis/ha	Aplicaciones (Días)
1	Silicato de calcio	50 kg	1 - 30 - 60 - 90
2	Silicato de calcio	100 kg	1 - 30 - 60 - 90
3	Testigo	Sin aplicación	0

Pérez, 2022

3.2.3 **Diseño experimental**

El diseño empleado en el presente ensayo experimental con un cuadro latino y para mayor precisión del ensayo, este se realizó una réplica, compuesto por tres

tratamientos, lo cual generó un experimento de 18 unidades experimentales o plantas de plátano.

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Se recopiló información de tesis de grado, monografía sitio web, revistas científica, ficha técnica, tesis doctoral, entre otros. Los materiales empleados son: silicato de calcio, bomba de fumigar, bomba de riego, machetes, lupa, letrero, equipo de medición, cintas, libreta de apuntes, bolígrafo, computadora, cámara fotográfica, etc.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1 Selección de plantas

Se realizó la señalización de plantas de plátano de acuerdo al diseño de campo (Figura 1), cada planta fue constituida como una unidad experimental. Dónde se colocó un letrero especificando el número de tratamiento perteneciente.

3.2.4.2.2 Manejo de plagas

El control de plagas fue realizado con la aplicación de los tratamientos a base de silicato de calcio, con las dosis 50 kg/ha y 100 kg/ha, además se consideró un testigo absoluto que no fue fertilizado. Además, se realizaron las labores culturales correspondientes al cultivo de plátano.

3.2.4.2.3 Cosecha

Al finalizar el ensayo se realizó la respectiva cosecha, tomando los racimos comerciales y fueron pesados en la empacadora, para expresar los datos en kg. Luego se realizó la respectiva labor del desmane.

3.2.5 Análisis estadístico

Los datos fueron valorados estadísticamente mediante el análisis de varianza y la comparación de medidas se realizó con el Test de Tukey al 5% de probabilidad en el software InfoStat y los datos fueron registrados en Excel.

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	2
Filas	2
Columnas	2
Réplica	1
Error experimental	10
Total	17

Pérez, 2022

4. Resultados

4.1 Nivel de infestación de insectos plaga (%)

La valoración de promedios bajo la Prueba de Tukey indica letras diferentes, es decir, existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Se observa que, el tratamiento 3 comprendido por la dosis más alta de silicato de calcio (100 kg/ha) presentó el promedio más bajo de nivel de infestación con 22,67%. Mientras, el tratamiento 1 comprendido por la dosis (50 kg/ha Silicato de calcio) redujo su infestación al 34,83%. Se compara con el testigo, el cual presentó un valor mayor de insectos con 47,50%. El coeficiente de variación obtenido en la variable nivel de infestación fue 10,38%.

Tabla 3. Valoración de promedios del nivel de infestación

Tratamientos	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	34,83 b
T2: Silicato de calcio (100 kg)	22,67 c
T3: Testigo	47,50 a
CV (%)	10,38

Pérez, 2022

4.2 Número de manos/racimo

La valoración de promedios bajo la Prueba de Tukey muestra letras iguales en la fertilización a base de silicato de calcio, es decir, no existe significancia; A diferencia del testigo. Las dosis utilizadas del silicato de calcio aumentaron el número de manos por racimo con 10 manos para el tratamiento 1 Silicato de calcio (50 kg/ha) y 12 manos para el tratamiento 2 Silicato de calcio (100 kg/ha). Mientras, el testigo generó ocho manos promedio. El coeficiente de variación obtenido en la presente variable número de manos fue 12,88%.

Tabla 4. Valoración de promedios del número de manos/racimo

Tratamientos	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	10,00 a
T2: Silicato de calcio (100 kg)	12,00 a
T3: Testigo	8,00 b
CV	12,88

Pérez, 2022

4.3 Peso del racimo (kg)

La valoración de promedios mediante la Prueba de Tukey indica letras diferentes, es decir, existe significancia entre los tratamientos estudiados. Se visualiza que, el tratamiento 3 comprendido por la dosis más alta de silicato de calcio (100 kg/ha) presentó el valor más alto del peso del racimo con 50,01 kg. Mientras, el tratamiento 1 comprendido por la dosis (50 kg/ha Silicato de calcio) produjo un racimo de 44,61 kg promedio. En comparación con el testigo, que, presentó un valor inferior con 38,01 kg. El coeficiente de variación obtenido en la variable peso del racimo fue 3,64%.

Tabla 5. Valoración de promedios del peso del racimo (kg)

Tratamientos	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	44,61 b
T2: Silicato de calcio (100 kg)	50,01 a
T3: Testigo	38,01 c
CV	3,64

Pérez, 2022

4.4 Rendimiento del plátano (kg/ha)

La comparación de promedios bajo la Prueba de Tukey indica letras diferentes, es decir, existe significancia entre los tratamientos en estudio. Indica que, el tratamiento 3 comprendido por silicato de calcio (100 kg/ha) presentó el valor más alto del peso de producción con 39331,50 kg/ha del rendimiento. Mientras, el tratamiento 1 comprendido Silicato de calcio (50 kg/ha) generó un rendimiento 35694,67 kg/ha. Comparado con el testigo, que, su valor fue más bajo 28507,50 kg/ha. El coeficiente de variación obtenido en la variable rendimiento del plátano fue 3,10%.

Tabla 6. Valoración de promedios del rendimiento del cultivo (kg/ha)

Tratamientos	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	35694,67 b
T2: Silicato de calcio (100 kg)	39331,50 a
T3: Testigo	28507,50 c
CV	3,10

Pérez, 2022

4.5 Análisis económico entre tratamientos

El análisis beneficio costo entre los tratamientos indicaron que el tratamiento 2 comprendido por Silicato de calcio (100 kg/ha) generó mayor ingreso bruto \$13009,32; con un beneficio neto \$8849,32 y su valor B/C \$2,13; siendo un valor rentable para el agricultor. De la misma manera, el tratamiento 1 comprendido por silicato de calcio (50 kg/ha) generó valores altos en ingreso bruto \$11806,40; con un beneficio neto \$7826,40 y su valor B/C \$1,97.

Tabla 7. Análisis beneficio costo

COMPONENTES	T1: Silicato de calcio (50 kg)	T2: Silicato de calcio (100 kg)	T3: Testigo
Rendimiento kg/ha	35694,67	39331,50	28507,50
Rendimiento Cajas (18,14 kg)	1968	2168	1572
Precio de caja \$	6,00	6,00	6,00
Costo fijo (\$)	3800	3800	3800
Costo Variable (\$)	180	360	0
Costo Total	3980	4160	3800
Ingreso Bruto (\$)	11806,40	13009,32	9429,16
Beneficio Neto (\$)	7826,40	8849,32	5629,16
Relación BENEFICIO/COSTO	1,97	2,13	1,48

Pérez, 2022

5. Discusión

Se valoró si el uso de silicato de calcio reduce la presencia de plagas en el cultivo de plátano, donde se observó el tratamiento 3 comprendido por la dosis más alta de silicato de calcio (100 kg/ha) presentó el promedio más bajo de nivel de infestación con 22,67%. Mientras, el tratamiento 1 comprendido por la dosis (50 kg/ha Silicato de calcio) redujo su infestación al 34,83%.

También, Carrión (2018), comparte dicho resultado, que el uso de silicio no solamente se utiliza como fertilización, sino posee doble acción para brindar nutriente a la planta e intervenir con la presencia de insectos plaga que atacan a la misma. Dicha mención, no comparte Mero (2017), sino, explica que, la fertilización no influye en contrarrestar la presencia de plagas en las plantaciones de plátano, de acuerdo a su ensayo realizado.

Además, se determinó el nivel óptimo de fertilización a base de silicio que beneficie a la planta, siendo el tratamiento 3 comprendido por la dosis más alta de silicato de calcio (100 kg/ha) mostró el valor más alto del peso del racimo con 50,01 kg, por lo tanto, dicho tratamiento generó la productividad más alta del plátano con 39331,50 kg/ha del rendimiento.

Así, Vivas *et al.*, (2017), enunciaron a mayor dosis de fertilizantes aplicados a la plantación del plátano, mayor aumenta su productividad con 18 613 kg/ha⁻¹ del rendimiento de acuerdo a su experimento. Así, Guerra y Linares (2018), concuerdan que, a mayor dosis de fertilización, la planta estará nutrida y fuerte ante la presencia de insectos plaga.

Fue valorada la factibilidad económica para el uso de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada, en función del rendimiento del cultivo, siendo el tratamiento 3 el rendimiento más alto, generó mayor valor económico sobre el

ingreso bruto \$13009,32; beneficio neto \$8849,32 y su valor B/C \$2,13; siendo un valor rentable para el agricultor. Mientras, Hilario (2019), indicó que el uso de silicio no solamente reduce la presencia de plagas en las plantaciones sino, además, aumenta el beneficio costo para el agricultor \$1,13.

6. Conclusiones

Con base en la interpretación de resultados se puede concluir:

La dosis más alta del fertilizante a base de silicato de calcio (100 kg/ha) generó mayor beneficio sobre las variables evaluadas con promedios altos (12 manos) y (50,01 kg) en peso del racimo.

El uso de silicato de calcio influye en la presencia de insectos plaga y contrarresta su infestación con valores que oscilan entre 22,67% y 34,83%.

El tratamiento 3 comprendido por Silicato de calcio (100 kg/ha) generó mayor producción de plátano al agricultor, con un promedio 39331,50 kg/ha en rendimiento.

Las diferentes dosificaciones de silicato de calcio influyeron en aumentar la relación beneficio costo del plátano con valores que oscilaron entre \$1,97 y \$2,13.

7. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede recomendar:

Realizar monitoreos frecuentes en las plantaciones de plátano para determinar el nivel de infestación frecuente de insectos plaga y tomar medidas preventivas con el uso silicato de calcio.

Incluir en los programas de fertilización el empleo de silicato de calcio con diferentes dosificaciones, en vista que aumentan la productividad del cultivo e interviene en el manejo fitosanitario del cultivo.

Realizar un análisis económico de la plantación y los insumos a utilizarse antes del manejo fitosanitario y fertilización, con la finalidad de utilizar productos que brinden ambas acciones y pueda abaratar costos el agricultor.

8. Bibliografía

- AEFA. (2019). *El silicio como fertilizante y bioestimulante agrícola*. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/el-silicio-como-fertilizante-y-bioestimulante-agricola>
- AGROCLM. (2022). *El cultivo del plátano: Época de siembra, crecimiento, abono, riego, plagas y enfermedades*. Obtenido de <https://www.agroclm.com/2022/03/26/el-cultivo-del-platano-epoca-de-siembra-crecimiento-abono-riego-plagas-y-enfermedades/>
- AgroProductores. (2020). *Picudo negro del banano (Cosmopolites sordidus)*. Obtenido de <https://agroproductores.com/picudo-negro-del-banano-cosmopolites-sordidus/>
- AGROSAVIA. (2017). *Recomendaciones de fraccionamiento de la fertilización integrada para la producción de plátano*. Obtenido de <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/frutales/tecnolog%C3%ADa/0404-recomendaciones-de-fraccionamiento-de-la-fertilizaci%C3%B3n-en-pl%C3%A1tano#:~:text=El%20fraccionamiento%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n>
- Álvarez, E., León, S., Sánchez, M., & Cusme, B. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Revista de Estudios Empresariales y Empresariales*, 4(2). doi:<https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Becerra, D. (2018). *Implementación de un cultivo de plátano hartón (Musa paradisiaca l) como modelo de producción tecnificada en la vereda El Naranjal de San Vicente del Caguán – Dpto. del Caquetá*. Universidad de la Salle, El

- Yopal. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1099&context=ingenieria_agronomica
- Benítez, P. (2017). *Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda María Antonieta*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25053#:~:text=En%20conclusi%C3%B3n%2C%20las%20enfermedades%20m%C3%A1s,la%20Cochinilla%20con%20un%20%25>.
- Carrión, A. (2018). *Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de banano (Musa acuminata triploide A), aplicando un fertilizante a base de silicio en el cantón El Guabo, provincia de El Oro*. Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://201.159.223.180/handle/3317/10345>
- Cobeña, N., Espinosa, J., Avellán, L., Cedeño, J., Vaca, D., Chica, D., . . . López, F. (2020). *Nutrición vegetal exportación y eficiencia del uso de nutrientes en plátano*. Área de Innovación y Desarrollo,S.L. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2020/03/Nutrici%C3%B3n-vegetal-exportaci%C3%B3n-y-eficiencia-del-uso-de-nutrientes-en-pl%C3%A1tano.pdf>
- Díaz, M. (2017). *Manual Práctico para el cultivo sustentable del banano*. Manual, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico. Obtenido de <https://www.uprm.edu/cms/index.php?a=file&fid=15184>
- Eager century. (2017). *Silicato de calcio*. Obtenido de <https://eagercentury.com/producto/silicato-de-calcio/31>

- Ecured. (2016). *Plátano*. Obtenido de ecured.cu/Plátano
- El productor. (02 de Abril de 2018). *Manejo del cultivo de plátano*. Obtenido de <https://elproductor.com/2018/04/manejo-del-cultivo-de-platano/>
- Escalante, J. (2019). *Plátano: propiedades, beneficios y valor nutricional*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190110/4451/platano-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Espinoza, Y. (2019). *Determinación de la eficiencia de diferentes trampas para el control de picudo negro (cosmopolites sordidus g.) en banano orgánico*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13848>
- Estrada, L. (2017). *Diseño de drenajes para la siembra de plátano; empresa TOP GREEN S.A.; Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/publijrcifuentes/TESIS/2018/06/17/Estrada-Lusvin.pdf>
- FENAPROFE. (2022). *Manual de cultivo de plátano de exportación*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/272166398_Manual_para_el_cultivo_de_platano_de_exportacion
- Furcal, P. (2016). *Respuesta agronómica del plátano a la fertilización con boro, zinc y calcio en San Carlos, Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6835>
- García, L. (2018). *Análisis del proceso de desmane en el cultivo de banano, Banasam Coatepeque, Quetzal Tenango*. Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/06/14/Garcia-Luis.pdf>

- Gómez, J. (2017). *Validación de soluciones nutritivas alternativas en el cultivo del plátano Musa paradisiaca L.* Universidad de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21564>
- Guerra, A., & Linares, E. (2018). *Adquisición de silicio en banano (musa sp. var. williams) inoculados con micorrizas arbusculares bajo condiciones controladas.* Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral., Guayaquil. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51516>
- Guilcapi, M., & Salazar, V. (2018). *Plan de negocios para la producción y comercialización de harina de plátano saborizada de la empresa Prodicereal S.A. al norte de la ciudad de Quito.* Universidad de Guayaquil , Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29310>
- Hilario, J. (2019). *Fuentes y niveles de silicio en el rendimiento y en la incidencia de ojo de gallo (Stillbum flavidum C.) en la variedad de café catimor.* Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1644>
- Infante, P. (2018). *Evaluación de la presencia del picudo negro (cosmopolites sordidus), amarillo (metamasius hebetatus) y rayado (metamasius hemipterus) del plátano mediante trampas tipo sandwich, en i cuatro veredas del municipio de albán cundinamarca, con 1 el apoyo de la.* Universidad de Cundinamarca, Fusagasuga. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1340>
- InfoAgro. (2019). *El Silicio contra plagas y enfermedades: Insectos fitófagos frente al silicio en agricultura.* Obtenido de

- https://www.infoagro.com/documentos/el_silicio_plagas_y_enfermedades__insectos_fitofagos_frente_al_silicio_agricultura__.asp
- INIAP. (2017). *Banano, plátano y otras musáceas*. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- INTA. (2018). *Recomendaciones para la producción de Plátano en el ciclo productivo 2018*. Obtenido de https://issuu.com/intanicaraguense/docs/recomendaciones_produccion_-_pl__ta
- Intagri. (2018). *Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de Banano*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>
- Invesa. (2020). *Plátano*. Obtenido de <https://www.invesa.com/product/platano/>
- Jaramillo, J. (2019). *Evaluación de cuatro cepas de Beauveria bassiana producidas en dos medios diferentes y su eficacia en el control sobre adultos de Cosmopolites sordidus (Picudo negro del plátano)*. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras: Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6693>
- Mayorga, A. (2018). *Evaluación de la función del gen MaRAR1 de plátano en la resistencia al estrés biótico en tabaco*. Centro de investigación científica de Yucatán, A.C. México: CICY. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1198/1/PCB_D_Tesis_2018_Mayorga_Angeles.pdf
- Mendoza, L. (2015). *Estudio de dos niveles de N, tres de CaO y aplicaciones adicionales de S, Ca+ Zn+B+ Mn, en el rendimiento y calidad de fruto en el*

cultivo de plátano Musa paradisiaca L. Universidad de Guayaquil, Guayas.
Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8633>

Mero, G. (2017). *Niveles de fertilización de la incidencia de plagas en el cultivo del plátano (Musa. AAB)*. Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/123/1/ULEAM-AGRO-0014.pdf>

Nascimento, K. (2021). *Influencia del silicio en la respuesta a estreses abióticos y bióticos en plantas leñosas*. Universidad de Córdoba. UCOPress. Obtenido de <https://helvia.uco.es/handle/10396/21213>

NATURALISTA. (2018). *Picudo Negro del Plátano (Cosmopolites sordidus)*. Obtenido de <https://www.naturalista.mx/taxa/305001-Cosmopolites-sordidus>

Ordoñez, V. (2021). *Evaluación de la actividad radicular del cultivo de banano (Musa acuminata AAA) mediante el uso de enraizadores, El Triunfo, Guayas*. Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORDO%C3%91EZ%20CABRERA%20VICENTE%20JAIR.pdf>

Paladines, M. (2017). *Evaluación de tres productos eliminadores de látex en el manejo poscosecha del plátano barraganete en el cantón El Carmen, provincia de Manabí*. Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7716>

PROMIX. (2021). *Rol del silicio en el cultivo de plantas*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-silicio-en-el-cultivo-de-plantas/>

- PROMUSA. (2020). *Embolsado*. Obtenido de <https://www.promusa.org/Embolsado>
- Quiroz, I. (2020). *Aprovechamiento de la producción de plátano en la hacienda de las Marías y sus respectivas de comercialización en la ciudad de Manta*. Tesis de grado, Universidad Estatal del sur de Manabí, Jipijapa. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2233>
- Rodríguez, C. (2020). *Efecto de la aplicación del bioestimulante Nutrisorb® G sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano (Musa AAA subgrupo Cavendish cv. Gran Enano), en Parrita, Puntarenas*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Puntarena. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12243>
- Rodríguez, R. (2016). *Conservación de chifles artesanales de plátano (Musa paradisiaca.) fritos en cuatro tipos de aceites de origen vegetal*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2269>
- Román, V., Rojas, J., & Ostaiza, J. (2017). Evaluación de cuatro tipos de trampas para el monitoreo de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae) en plátano barraganete. *Revista Centro agrícola*, 44(3), 91-93. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300013
- Romero, R. (2017). *Estrategia conjunta para mejorar los procesos de emprendimiento y manejo agronómico del cultivo de plátano (Musa paradisiaca) variedad hartón en el municipio de Mesetas - Meta*. Universidad de la Salle, El Yopal. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1068&context=ingenieria_agronomica

- Rumaldo, J. (2016). *Multiplicación IN VITRO de plátano Musa paradisiaca (var. curare enano), a partir de apices meristematicos, utilizando dos concentraciones de 6- Benzilaminopurina y diferentes volúmenes de solución madre en medio líquido*. Tesis de grado, Universidad de El Salvador, El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13718/1/PLATANO%20TERMINADA.pdf>
- Secretaria Nacional del Buen Vivir. (2016). *Objetivos Nacionales para el Buen Vivir*.
- Tenesaca, S. (2019). *Determinación de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (musa x paradisiaca) clon williams*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15165>
- Vega, L. (2017). *Extracción de pectina de la cáscara de plátano de dos variedades con dos índices de madurez. Quevedo 2016*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2273>
- Veliz, H., & Bravo, M. (2016). *Estudio de asociatividad basada en economía popular y solidaria para mejorar los ingresos de los pequeños productores de plátano barraganete del recinto la Esperanza, cantón el Carmen- Manabí, zona 4*. Universidad Laica de Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/1089>
- Vivas, J., Robles, J., González, I., Álava, D., & Meza, M. (2017). Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido. *Revista científica Dominio de las Ciencias*, 4(1), 633-647.

9. Anexos

T1	T2	T3
T2	T3	T1
T3	T1	T2
T1	T2	T3
T2	T3	T1
T3	T1	T2

Figura 1. Diseño experimental en campo (DCLR)
Pérez, 2022

Tabla 8. Datos de campo de infestación de insectos (%)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	32	38	29	41	36	33	34,83
T2: Silicato de calcio (100 kg)	27	26	21	20	23	19	22,67
T3: Testigo	46	51	52	43	48	45	47,50

Pérez, 2022

Tabla 9. Análisis estadístico de infestación de insectos (%)**Nivel de infestación**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nivel de infestación	18	0,94	0,89	10,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1927,89	7	275,41	20,85	<0,0001
Tratamientos	1850,33	2	925,17	70,03	<0,0001
Filas	22,33	2	11,17	0,85	0,4580
Columnas	44,33	2	22,17	1,68	0,2353
Réplica	10,89	1	10,89	0,82	0,3853
Error	132,11	10	13,21		
Total	2060,00	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,75261

Error: 13,2111 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3: Testigo	47,50	6	1,48 A
T1: Silicato de calcio (50..	34,83	6	1,48 B
T2: Silicato de calcio (10..	22,67	6	1,48 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pérez, 2022

Tabla 10. Datos de campo de número de manos/racimo

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	9	10	9	11	12	10	10
T2: Silicato de calcio (100 kg)	13	12	12	10	11	12	12
T3: Testigo	8	9	6	7	8	9	8

Pérez, 2022

Tabla 11. Análisis estadístico de número de manos/racimo**Número de manos/racimo**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de manos/racimo	18	0,75	0,57	12,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,56	7	6,79	4,19	0,0207
Tratamientos	44,78	2	22,39	13,80	0,0013
Filas	0,78	2	0,39	0,24	0,7912
Columnas	1,78	2	0,89	0,55	0,5946
Réplica	0,22	1	0,22	0,14	0,7190
Error	16,22	10	1,62		
Total	63,78	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,01581

Error: 1,6222 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: Silicato de calcio (100 kg)	11,67	6	0,52 A
T1: Silicato de calcio (50 kg)	10,17	6	0,52 A
T3: Testigo	7,83	6	0,52 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pérez, 2022

Tabla 12. Datos de campo de peso del racimo (kg)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	43,56	45,75	43,08	43,67	45,73	45,85	44,61
T2: Silicato de calcio (100 kg)	49,46	53,89	51,97	46,24	48,63	49,86	50,01
T3: Testigo	36,32	39,56	37,42	36,69	39,53	38,54	38,01

Pérez, 2022

Tabla 13. Análisis estadístico de peso del racimo (kg)**Peso del racimo (kg)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso del racimo (kg)	18	0,95	0,91	3,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	461,16	7	65,88	25,49	<0,0001
Tratamientos	433,31	2	216,65	83,82	<0,0001
Filas	0,62	2	0,31	0,12	0,8889
Columnas	25,05	2	12,53	4,85	0,0338
Réplica	2,18	1	2,18	0,85	0,3796
Error	25,85	10	2,58		
Total	487,01	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,54446

Error: 2,5846 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2: Silicato de calcio (100..	50,01	6	0,66	A
T1: Silicato de calcio (50..	44,61	6	0,66	B
T3: Testigo	38,01	6	0,66	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pérez, 2022

Tabla 14. Datos de campo de rendimiento del plátano (kg/ha)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	VI	Promedios
T1: Silicato de calcio (50 kg)	34848	36653	34464	34936	36584	36683	35694,67
T2: Silicato de calcio (100 kg)	39589	39112	41576	36932	38904	39876	39331,50
T3: Testigo	27240	29670	28065	27517	29647	28905	28507,50

Pérez, 2022

Tabla 15. Análisis estadístico de rendimiento del plátano (kg/ha)**Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	18	0,97	0,95	3,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	375088352,89	7	53584050,41	46,73	<0,0001
Tratamientos	364081794,78	2	182040897,39	158,75	<0,0001
Filas	1824145,19	2	912072,60	0,80	0,4780
Columnas	9098089,36	2	4549044,68	3,97	0,0539
Réplica	84323,56	1	84323,56	0,07	0,7918
Error	11467099,72	10	1146709,97		
Total	386555452,61	17			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1694,81368

Error: 1146709,9722 gl: 10

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2: Silicato de calcio (100 kg)	39331,50	6	437,17 A
T1: Silicato de calcio (50 kg)	35694,67	6	437,17 B
T3: Testigo	28507,50	6	437,17 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pérez, 2022



Figura 2. Señalización de plantas
Pérez, 2022



Figura 3. Tratamientos establecidos
Pérez, 2022



Figura 4. Primera fertilización del cultivo
Pérez, 2022



Figura 5. Coronado de plantas
Pérez, 2022



Figura 6. Segunda fertilización a base de Silicato
Pérez, 2022



Figura 7. Plantas fertilizadas
Pérez, 2022



Figura 8. Medidas en el grosor del fuste
Pérez, 2022



Figura 9. Visita del tutor
Pérez, 2022