



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE
JENGIBRE (*Zingiber officinale*) CON APLICACIONES FOLIAR Y EDÁFICO DE
TIERRA DE DIATOMEAS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónomo

AUTORAS:

Palacios Cedeño Jennifer Beatriz

Vera Laje Maday Marcela

TUTORA:

Ing. Natalia Zambrano Cuadro MSc.

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2022**


DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Palacios Cedeño Jennifer Beatriz C.C. 0929754810 y Vera Laje Maday Marcela con C.C. 0504056235, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) CON APLICACIONES FOLIAR Y EDÁFICO DE TIERRA DE DIATOMEAS”, siendo la Ing. Natalia Zambrano Cuadro MSc. tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Palacios Cedeño Jennifer Beatriz
C.I: 0929754810



Vera Laje Maday Marcela
C.I: 0504056235

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) CON APLICACIONES FOLIAR Y EDÁFICO DE TIERRA DE DIATOMEAS” de Palacios Cedeño Jennifer Beatriz y Vera Laje Maday Marcela, de la carrera de Agronomía considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Extensión La Maná de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.


Ing. Natalia Zambrano Cuadro MSc. .
C.I: 1206241422
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, por cuanto las postulantes: Palacios Cedeño Jennifer Beatriz y Vera Laje Maday Marcela, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) CON APLICACIONES FOLIAR Y EDÁFICO DE TIERRA DE DIATOMEAS”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2022


Para constancia firman:



Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean MSc.
C.I: 1206384586
PRESIDENTE



Ing. Quinatoa Lozada Eduardo MSc.
C.I: 1804011839
LECTOR 1 MIEMBRO


~~Ing. Macias Pettao Ramón Klever MSc.~~
C.I: 0910743285
LECTOR 2 SECRETARIO

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, gracias a su bendición divina se pudo culminar con el presente trabajo de investigación.

A mis padres Eulogio Palacios y Angelica Cedeño por toda la ayuda brindada durante mi formación profesional.

Al Ing. Armando Paz por toda la amistad, el apoyo y enseñanza brindada durante mi formación profesional.

Agradecida con Maday, mi compañera de tesis a pesar de las circunstancias siempre estuvimos unidas, luchando por culminar con nuestra formación profesional.

A la Sra. Rocio Laje por darme la confianza de compartir este trabajo investigativo, por su apoyo y comprensión para culminar con éxito esta tesis.

Jennifer

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, creador de todo por mantenerme en pie y poder cumplir con esta meta tan anhelada.

A mis padres: Franklin y Rocio por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera profesional, espero no defraudarlos y llegar a ser una profesional con los valores que me inculcaron.

A mis hermanos Marcelo y Alisson por ser un pilar fundamental para culminar mis estudios, por la confianza que depositaron en mí.

A Jahaira por la amistad de todos estos años y el apoyo incondicional brindado en el trascurso de mi vida.

Mi agradecimiento especial a Jennifer, una excelente compañera de tesis, por la amistad y la confianza para superar todas las adversidades.

Maday

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación al creador de todas las cosas, a Jehová Dios, por permitir culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, Angelica Cedeño y Eulogio Palacios, por todo el apoyo, la educación y valores que forjaron en mí, que me permitirán cumplir este momento tan anhelado.

A mi tía Eufemia Cedeño por ser siempre ese apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A mis hijos Madeline e Ignacio quienes Dios puso en mi vida para que fuesen ese impulso y motivo de seguir adelante día a día.

A mis hermanos Stalin, Stefanny, Juddy y Gregory por el apoyo y aliento brindado para seguir adelante.

Jennifer

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a Dios por enseñarme a lo largo del camino que les da las peores batallas a sus mejores guerreros.

A mi querida madre Angela Rocio, por ser mi pilar donde me apoye en mis momentos difíciles y mi fortaleza en mi vida.

A mí padre por ser mi apoyo constante cuando más lo requería, por su esfuerzo y dedicación pude llegar al final de la meta.

A mis hermanos Marcelo y Alisson por estar junto a mí siempre, demostrando su cariño y su apoyo emocional.

A mis abuelos: Jesús y Marcia, que de una u otra manera supieron apoyarme y confiar en mí.

Maday

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: “EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) CON APLICACIONES FOLIAR Y EDÁFICO DE TIERRA DE DIATOMEAS”

Autoras:

Palacios Cedeño Jennifer Beatriz
Vera Laje Maday Marcela

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el sector Chipe Hamburgo 2, de la parroquia El Triunfo, perteneciente al cantón La Maná, con el fin de evaluar la respuesta agronómica de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas, para ello se establecieron los siguientes objetivos: Identificar los efectos de las diferentes distancias de siembra del cultivo de jengibre con la aplicación de tierra de diatomeas, determinar el método de aplicación de tierra de diatomeas con mejores resultados de producción y analizar económicamente los tratamientos para conocer los resultados óptimos en cuanto a los beneficios económicos. Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al azar, con siete tratamientos correspondientes a la interacción entre distancias de siembra y métodos de aplicación de diatomeas, más un testigo. Las variables evaluadas fueron: variables de desarrollo vegetativo: días a la emergencia de plantas, porcentaje de emergencia y altura de planta; variables de producción: número de hijuelos, longitud y peso de rizomas, rendimiento por hectárea y análisis de costos. En cuanto a los resultados se obtuvo menor días a la emergencia a los 19 días después de la siembra con T3 (40 cm/planta-aplicación foliar); mayor porcentaje de emergencia T4 (40 cm/planta con aplicación edáfica) con 94.00% de plantas emergidas. El mejor resultado en altura de planta se presentó con T1 (20 cm/planta con aplicación foliar) con 31.57 cm, en los 30 días, a los 60 días de evaluación T3 (40 cm/planta con aplicación foliar) obtuvo mayor altura de planta con 62.31 y a los 90 días con el mismo tratamiento con 83.98 cm de altura. En cuanto al número de hijuelos T4 (40 cm/planta con aplicación edáfica), presentó mayores resultados con 20.50 hijuelos por planta. El número de rizomas fue superior en T4 (40 cm/planta con aplicación edáfica) con 10.63 rizomas en promedio, mientras la mayor longitud de rizomas se presentó en T4 (40 cm/planta con aplicación edáfica) con 24.50 cm, se obtuvo rizomas de mayor peso con T4 (40 cm/planta con aplicación edáfica) con 259.43 g. dando un rendimiento de 13.21 tn/ha. En el análisis económico se determinó que las aplicaciones de diatomeas en distancias de siembra de 60 cm, con los dos métodos de aplicación presenta altos costos de producción USD. 9.31 por tratamiento, mientras que T4 (40 cm/planta con aplicación edáfica), obtuvo los mayores ingresos con USD. 15.38 y una relación beneficio/costo de USD. 0.74 por cada dólar invertido en la producción de jengibre.

Palabras clave: jengibre, diatomeas, distancia de siembra, métodos de aplicación

ABSTRACT

This research was carried out in Chipe Hamburgo 2 in El Triunfo parish of La Maná canton to evaluate the agronomic response of three planting distances of the ginger crop with foliar and edaphic applications of diatomaceous earth. For which, the following objectives are considered: To identify the effects of different planting distances of the ginger crop with the diatomaceous earth application. To determine the method of diatomaceous earth application for better production results and economically, and to analyze the treatments to know the optimal results in terms of economic benefits. A completely randomized block design was applied, with seven treatments corresponding to the interaction between planting distances and diatomaceous earth application methods, plus a control. The variables evaluated were: vegetative development variables: days to plant emergence, percentage of emergence, and plant height; production variables: number of tillers, length and weight of rhizomes, yield per hectare, and cost analysis. As a result, the lowest days to emergence were obtained 19 days after planting with T3 (40 cm/plant - foliar application), and the highest percentage of emergence was obtained with T4 (40 cm/plant with edaphic application) with 94.00% of plants emerged. The best results in plant height were obtained with T1 (20 cm/plant with foliar application) with 31.57 cm in 30 days, and after 60 days of evaluation T3 (40 cm/plant with foliar application) obtained the higher plant height with 62.31 cm and at 90 days with the same treatment with 83.98 cm in height. As for the number of tillers, T4 (40 cm/plant with soil application) showed higher results with 20.50 tillers per plant. The number of rhizomes was higher in T4 (40 cm/plant with edaphic application) with 10.63 rhizomes on average, while the higher length of rhizomes was in T4 (40 cm/plant with edaphic application) with 24.50 cm. The heaviest rhizomes were obtained with T4 (40 cm/plant with edaphic application) with 259.43g, giving an efficiency of 13.21 ton/ha. The economic analysis determined that the applications of diatomaceous earth at planting distances of 60 cm, with two application methods, presented high production costs USD. 9.31 per treatment, while T4 (40 cm/plant with edaphic application) obtained the highest income with USD. 15.38 and a benefit/cost ratio of USD. 0.74 for each dollar invested in ginger production.

Keywords: ginger, diatoms, planting distance, application methods

ÍNDICE

Contenido	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Origen del jengibre	7
8.2. Descripción botánica	7
8.2.1. Planta	7
8.2.2. Hojas.....	8
8.2.3. Flor	8

8.2.4. Rizomas	8
8.3. Clasificación taxonómica	9
8.4. Usos	9
8.5. Adaptación ecológica	10
8.5.1. Clima	10
8.5.2. Precipitación	11
8.5.3. Temperatura.....	11
8.5.4. Suelos	11
8.5.5. pH	12
8.6. Manejo agronómico.....	12
8.6.1. Propagación	12
8.6.2. Preparación del terreno.....	13
8.6.3. Nivelación y distanciamiento de siembra.....	13
8.6.4. Siembra.....	13
8.6.5. Fertilización.....	14
8.6.6. Riego.....	15
8.6.7. Control de malezas	15
8.6.8. Aporque	15
8.6.9. Cosecha.....	16
8.6.10. Distancia de siembra.....	16
8.7. Requerimientos nutricionales	17
8.8. Variedades	17
8.9. Variedades cultivadas en Ecuador.....	18

8.9.1. Variedad Alpinia galanga	18
8.10. Tierra de diatomeas	19
8.10.1. Funciones.....	19
8.10.2. Diatomita como fertilizante	20
8.10.3. Diatomita en el control de plagas	20
8.10.4. Dosis de aplicación.....	21
8.11. Investigaciones realizadas	22
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:	23
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	24
10.2. Tipo de investigación	24
10.3. Condiciones agrometeorológicas.....	25
10.4. Materiales y equipos.....	25
10.5. Diseño experimental.....	26
10.6. Esquema del experimento.....	27
10.7. Factores en estudio	27
10.8. Tratamientos	28
10.9. Análisis de varianza.....	28
10.10. Manejo de la investigación.....	28
10.11. Variables evaluadas	31
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
11.1. Efecto simple	33
11.1.1. Efecto simple por distancia de siembra	33

11.1.2. Efecto simple por métodos de aplicación de diatomeas	36
11.2. Interacciones distancia de siembra – métodos de aplicación.....	40
11.3. Análisis por tratamientos	45
11.4. Análisis de costos	51
12. IMPACTOS	52
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	53
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
15. BIBLIOGRAFÍA	55
16. ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos.	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del jengibre	9
Tabla 3. Condiciones agrometeorológicas del lugar del experimento.....	25
Tabla 4. Características del jengibre variedad <i>Alpina galanga</i>	25
Tabla 5. Ficha técnica de la tierra de diatomeas.....	26
Tabla 6. Materiales y equipos.....	26
Tabla 7. Esquema del experimento.....	27
Tabla 8. Factores en estudio.	27
Tabla 9. Esquema de tratamientos	28
Tabla 10. Esquema del análisis de varianza.	28
Tabla 11. Efecto simple de días a la emergencia de plantas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	33
Tabla 12. Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	33
Tabla 13. Efecto simple de la altura de planta por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.....	34
Tabla 14. Efecto simple del número de hijuelos por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	34

Tabla 15. Efecto simple del promedio de numero de rizomas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	35
Tabla 16. Efecto simple de la longitud de rizomas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	35
Tabla 17. Efecto simple del peso de rizomas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	36
Tabla 18. Efecto simple del rendimiento por hectárea por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	36
Tabla 19. Efecto simple de días a la emergencia de plantas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.....	37
Tabla 20. Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.	37
Tabla 21. Efecto simple de la altura de planta por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.....	38
Tabla 22. Efecto simple del número de hijuelos por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.	38
Tabla 23. Efecto simple del promedio de número de rizomas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.....	38
Tabla 24. Efecto simple de la longitud de rizomas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.	39
Tabla 25. Efecto simple del peso de rizomas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.....	39

Tabla 26. Efecto simple del rendimiento Tn/ha por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.....	40
Tabla 27. Días a la emergencia de plantas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	46
Tabla 28. Porcentaje de emergencia de plantas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	46
Tabla 29. Altura de planta en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	47
Tabla 30. Número de hijuelos en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	48
Tabla 31. Número de rizomas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	48
Tabla 32. Longitud de rizomas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	49
Tabla 33. Peso de rizomas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	50
Tabla 34. Rendimiento por hectárea en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.....	51
Tabla 35. Análisis de costos en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.	51
Tabla 36. Presupuesto de la investigación.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de días a la emergencia de plantas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.	40
Figura 2. Interacción del porcentaje de emergencia entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.	41
Figura 3. Interacción de altura de planta entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.	42
Figura 4. Interacción del número de hijuelos entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.....	43
Figura 5. Interacción del promedio de numero de rizomas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.	43
Figura 6. Interacción de longitud de rizomas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.....	44
Figura 7. Interacción del peso de rizomas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.....	44
Figura 8. Interacción del rendimiento por hectárea entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesación de derechos	59
Anexo 2. Certificado reporte de Urkund	62
Anexo 3. Aval de ingles	63
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor	64
Anexo 5. Hoja de vida de las estudiantes investigadoras	65
Anexo 6. Evidencias fotográficas	67
Anexo 7. Reporte de análisis de suelos	71
Anexo 8. Distribución de parcelas experimentales	72

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: “Evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas”.

Fecha de inicio: Octubre del 2021

Fecha de finalización: Agosto del 2022

Lugar de ejecución: Recinto Chipe Hamburgo 2, parroquia El Triunfo, cantón La Mana, provincia Cotopaxi.

Unidad académica que auspicia: Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Al sector agrícola

Equipo de trabajo: Palacios Cedeño Jennifer Beatriz

Vera Laje Maday Marcela

Ing. Natalia Zambrano Cuadro MSc. (Tutora)

Área de conocimiento: Agricultura

Línea de investigación: Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub líneas de investigación de la carrera: Tecnología para la agricultura

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo a Acuña y Torres, (2010) el jengibre es uno de los cultivos no tradicionales con mayor significancia en el Ecuador, es por ello que esta especie ha cobrado importancia en los últimos años desarrollándose en zonas agrícolas ocupadas anteriormente como monocultivos tradicionales de cacao, café o cultivos de ciclo corto como maíz y arroz, sin embargo, por el manejo y fertilización convencional con productos químicos, es necesario reducir las aplicaciones de estos productos nocivos, con el fin de llevar una agricultura más amigable con el medio ambiente. De acuerdo a Martínez, (2013), en la actualidad el manejo con fertilizantes mineralizados se convierte en una de las principales alternativas para lograr una buena producción respetando al medio ambiente y produciendo alimentos sanos. En cuanto al manejo del cultivo se viene realizando de manera empírica, sin definir las distancias adecuadas de siembra, ni el manejo técnico apropiado, por ello al utilizar distancias de siembras relativamente altas se disminuye en rendimiento del cultivo.

El proyecto tiene como objetivo evaluar tres distancias de siembra, con dos métodos de aplicación de tierra de diatomeas en el cultivo de jengibre. Los tratamientos comprenden a las plantas de jengibre que fueron plantadas en 3 distancias de siembra: 20, 40 y 60 cm. entre plantas, se utilizó la distancia de 50 cm entre plantas como un testigo, manteniendo 50 cm. entre hileras para las todas las distancias. La aplicación de tierra de diatomeas se realizó de manera foliar en dosis de 50 g/litro de agua y en la aplicación edáfica se estableció una dosis de 50 g/m², tomando en cuenta la dosificación sugerida por Espinoza, (2016) en aplicaciones de silicato de calcio. El Diseño Experimental utilizado corresponde a un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con arreglo factorial de 3x2+1, dando como resultado siete tratamientos, incluido un testigo, con cinco repeticiones y cuatro unidades experimentales para su evaluación.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Cevallos, (2012) menciona que el jengibre al ser uno de los cultivos no tradicionales con mayor representación en el mundo, la mayoría de su producción se enmarca en países del continente asiático, siendo China el mayor productor con más de 270.000 tn. Mientras que entre los países que más importan y consumen este cultivo esta Japón con 90.000 tn. En el Ecuador la producción de jengibre se ha incrementado paulatinamente, debido a sus múltiples beneficios. Por otro lado, según Chavarría *et al.* (2016), la producción de alimentos orgánicos ha retomado

importancia en los últimos años, debido a los daños que causa el uso excesivo de productos químicos en la producción agrícola, tanto a la salud humana como al ambiente en el componente suelo.

Es así que para Puentes y Silva (2020), el jengibre a más de ser utilizado en la alimentación por sus altos contenidos de A, C, B1 y B2, se emplea para la medicina tradicional, en el tratamiento de múltiples enfermedades. Es así que el Ecuador al contar con una diversidad de pisos climáticos que lo vuelven idóneo para todo tipo de cultivos en comparación con otros países, la producción de jengibre se da en la mayoría de la región litoral, centrándose en las zonas de las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, Los Ríos, y la parte subtropical de Bolívar y Cotopaxi. De esta manera el jengibre a más de convertirse en un cultivo no tradicional rentable, su producción se está incrementando, por sus propiedades medicinales y nutricionales en las personas que las consumen. Además en estudios efectuados por Estrella *et al.*, (2021) durante la época de pandemia producto del Covid-19, su consumo se incrementó por ser considerado como un alimento que es capaz de reforzar el sistema inmunológico, reduciendo los efectos causados por el coronavirus.

En síntesis, según Iza, (2016), los compuestos minerales como las diatomitas incrementales la actividad microbiana del suelo, descomponiendo la materia orgánica de manera más efectiva, siendo asimiladas de mejor manera por las plantas, las cuales pueden desarrollarse con mayor vigor, además sumado al efecto insecticida de las diatomeas las vuelven con mayor resistencia a ataques de plagas y enfermedades. Con estos antecedentes y con la ejecución del presente proyecto de investigación se pretende comprobar el accionar de los dos métodos de aplicación de tierra de diatomeas en el cultivo de jengibre, con distintas distancias de siembra, tanto en el desarrollo fisiológico de la planta, como en la producción y la factibilidad económica para el agricultor.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos: Estudiantes investigadores, docentes responsables del proyecto.

Beneficiarios indirectos: Población, moradores cercanos al ensayo.

5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En todo el mundo el jengibre es conocido por sus propiedades nutricionales, según estimaciones de la FAO, (2019), en el mundo se producen más de 67.823 toneladas anuales de este cultivo. Impulsado por la pandemia del COVID-19, el jengibre se posiciono en uno de los principales productos alimenticios, debido a sus propiedades para fortalecer el sistema inmunológico, de hecho existen estudios médicos que validan estas hipótesis, por lo cual la producción del cultivo se intensifico notablemente, sin embargo al no existir un manejo técnico apropiado no se evidencia un buen rendimiento del cultivo.

Para Him y Páez, (2014) en Ecuador el cultivo se desarrolla de una manera tradicional, aunque su cultivo se intensifico en los últimos años, el manejo como distancia de siembra, fertilización y labores culturales no se realiza de manera apropiada. Debido a esto en la agricultura actual uno de los más grandes desafíos es evitar el uso indiscriminado de insumos químicos, los cuales al ser utilizados de manera irresponsable deterioran el medio ambiente, estos daños se evidencian en los suelos cuya fertilidad se ve afectada y condicionada a la aplicación de dosis más intensivas de fertilizantes, así como la contaminación de las fuentes hídricas por el efeto residual de estos productos químicos, ocasionando alteraciones en el suelo como erosión, saturaciones y enfermedades a quienes consumen los productos contaminados.

En la zona de La Mana, según el PDYOT 2015-2019, pocos son los agricultores que se dedican a la producción del jengibre, debido a la escasa información local, la tecnología aplicada en el cultivo de jengibre es deficiente, principalmente en lo referente a los requerimientos de fertilización, ya que los pequeños y medianos agricultores de la zona, en los cuales está concentrada la producción, atraviesan serios problemas en lo referente a la cantidad y tipo de fertilizante a utilizar para mejorar su productividad. Por ello es necesario establecer parámetros como distancia de plantación, para obtener una buena producción en espacios que no sean tan extensivos, ya que se desconocen los parámetros de fertilización orgánico, especialmente el uso de productos órgano-biológicos como una alternativa a la agricultura tradicional.

Entre los temas de estudio más populares, Méndez y Castellanos, (2019), destacan el uso de abonos a base de tierra de diatomeas o diatomitas como es comúnmente conocido este fertilizante, no han sido ampliamente estudiadas, lo ha permitido diversificar sus usos, sin embargo, a pesar de sus propiedades químicas y su alto contenido en micronutrientes esenciales, su acción como fertilizante en la producción de alimentos no ha sido estudiada.

Por ello, el estudio sobre el tema del uso de productos de origen orgánico, biológico y mineral, como alternativa al uso de productos de síntesis química, para satisfacer las necesidades de nutrición de los cultivos, así como para combatir las diversas plagas y enfermedades que les afectan.

6. OBJETIVOS

General

- Evaluar la respuesta agronómica de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas en el sector Chipe Hamburgo 2.

Específicos

- Identificar los efectos de las diferentes distancias de siembra del cultivo de jengibre con la aplicación de tierra de diatomeas.
- Determinar el método de aplicación de tierra de diatomeas con mejores resultados de producción.
- Analizar los costos de producción por tratamiento, en relación a los mejores resultados económicos en cuanto a la inversión en la producción del cultivo de jengibre.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	VERIFICACIÓN
Identificar los efectos de las diferentes distancias de siembra del cultivo de jengibre con la aplicación de tierra de diatomeas.	Registro de datos experimentales. Recopilación de datos de las variables en estudio	Identificación de los parámetros de evaluación del desarrollo de las plantas de jengibre. *Altura de planta *Días a la emergencia *Porcentaje total de emergencia.	Medición de datos experimentales. Análisis estadístico
Determinar el método de aplicación de tierra de diatomeas con mejores resultados de producción.	Incorporación de las diatomitas en los tratamientos. Evaluar los dos métodos de aplicación de tierra de diatomeas.	Conocimiento del método de aplicación de diatomitas que presenten resultados positivos en su producción. *Número de rizomas. *Longitud de rizomas *Peso de rizomas	Datos experimentales de campo. Análisis estadístico.
Analizar los costos de producción por tratamiento, en relación a los mejores resultados económicos en cuanto a la inversión para la producción de jengibre.	Determinación de costos de producción del cultivo de jengibre, así como su rentabilidad y relación beneficio costo.	Conocimiento del aspecto económico del cultivo, si presenta una buena rentabilidad. *Rendimiento *Costos de producción	Cálculo del análisis económico. Relación beneficio costo

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Origen del jengibre

El origen del jengibre se remonta a las regiones tropicales del sur de Asia, el desarrollo del cultivo se inició en las zonas de Japón, China y Filipinas específicamente, desde ahí su cultivo se expandió hasta llegar a Jamaica, África, por la India occidental y a lo largo de Europa. Según Silva, (2018), el origen del jengibre no está definido totalmente, esto debido a su distribución por el mundo y al ser una especie poca conocida no hay investigaciones que se concentren en aspectos como su origen.

Por ello Silva, (2018), sostiene que, aunque no se conoce a ciencia cierta donde empezó su producción, varios autores mencionan que es un cultivo muy antiguo, y su uso ya se daba en estado silvestre en las primeras colonizaciones de Japón y China. Fue introducido al continente europeo por los griegos y romanos, en sus constantes expediciones al interior de Asia, de ahí deriva su nombre, en lenguaje sanscrito se lo conocía como sringavera que posterior a la conquista por los persas se modificó a dzungebir, con la llegada de los griegos al sur de Asia, su nombre se modificó a ziggibris, en latín se convirtió en zingiber y ya establecido en Europa, específicamente en la península ibérica y el norte de Italia adopto el nombre de jengibre.

8.2. Descripción botánica

8.2.1. Planta

La planta de jengibre de acuerdo a Oscullo, (2014), la identifica como una planta perenne de hasta 1 metro de altura con un rizoma subterráneo ramificado en forma de rizomas del que crece un tallo cubierto de vainas de hojas. Planta herbácea que puede alcanzar un metro de longitud, las raíces son ramificadas y de ella los brotes cubiertos de vainas se convierten en hojas, y las flores suelen desarrollarse en las axilas de las hojas, aunque existen muchas variedades.

En cuanto a la zona vegetativa, Gerdane *et al.* (2020), describe a la planta de jengibre de la siguiente manera: Presenta hojas que son independientes del árbol principal, de la raíz emergen una especie de brotes que pueden constituir una nueva planta, siempre y cuando este destinada a la propagación y no al consumo. En torno a las variedades en los últimos años se vienen manejando cruces genéticos para incrementar la producción y adaptabilidad del jengibre a condiciones desfavorables, así como de obtener plantas con mayor resistencia a plagas y enfermedades.

8.2.2. Hojas

Orellana, (2014), describe a las hojas del jengibre de coloración verde, de tipo lanceoladas, con forma puntiaguda en el ápice. Presentan tallos florales normalmente sin hojas, siendo los tallos florales son más cortos que las hojas, en la cual puede estar rodeada por un tipo de bráctea de consistencia lisa, ubicada en el eje de brácteas, formando una estructura de color amarillo verdoso al final del ciclo vegetativo, las cuales se encuentran aglomeradas en la parte final del tallo floral, manteniendo la forma generalmente como una espiga larga y ovalada.

8.2.3. Flor

Mientras Oscullo, (2014), manifiesta que posee flores asimétricas presentan un cáliz tubuloso, hendido hasta la mitad por uno de los lados; corola de color amarillo anaranjado que consta de un tubo dividido en la parte superior en tres lóbulos oblongo lineales y redondeados en el borde; estaminodios 6 en dos filas, la externa insertada en la boca de la corola con dos pequeños estaminodios posteriores con córneos y petaloide internos, de color púrpura, manchado o dividido en tres lóbulos redondeados. En algunas especies que han sido mejoradas mediante cruces genéticos, las flores emergen como un hijuelo más desde la base del rizoma.

8.2.4. Rizomas

Para Velez, (2019), en el jengibre los rizomas son tallos monocotiledóneos, pueden llegar a alcanzar 50 cm de largo, son aplanados, entero o puede subdividido como un dedo. Tiene nudos prominentes, que son la base de las hojas en forma de escamas; de la parte inferior de los rizomas viejos sobresalen muchas raicillas. Al realizar un corte transversal de los rizomas se pudo constatar que este compuesto de tres partes esenciales los cuales son, el corcho, la región cortical y el cilindro central. Las capas de corcho se producen en la parte de la epidermis, formando entre 4 a 8 capas de células parenquimáticas, las cuales se extienden en sentido de la tangente, renovándose frecuentemente, lo que le da ese aspecto seco y arrugado y rugoso, esta capa debe ser eliminada durante la elaboración del producto comercial. La región cortical consta de parénquima, es de color gris oscuro y contiene muchas células de resina y haces vasculares. El cilindro central es de color amarillo pálido y lo separa el cilindro anterior por una banda de color más claro, la parte de endodermis se encuentra constituida por parénquima rico en almidón, de igual manera es rico en oleorresina.

El mismo autor menciona que los rizomas del jengibre son tallos monocotiledóneos, de hasta 50 cm de largo, aplanado, entero o subdividido como un dedo. Tiene nudos prominentes, que son la base de las hojas en forma de escamas; de la parte inferior de los rizomas viejos sobresalen muchas raicillas. Por dentro del rizoma está compuesto de tres partes principales que son: el corcho, la región cortical y el cilindro central. Las capas de corcho se producen en la epidermis y forman de cuatro a ocho capas de células de parénquima, extendiéndose en sentido tangencial, renovándose continuamente y dándole su característico aspecto seco y rugoso, esta capa debe ser eliminada durante la elaboración del producto comercial. La región cortical consta de parénquima, es de color gris oscuro y contiene muchas células de resina y haces vasculares. En la parte central está constituida por un cilindro de color amarillo pálido siendo el borde más claro correspondiente a la endodermis, la cual contiene un parénquima rico en almidón, lo que es una fuente de oleoresina.

8.3. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Brunner, (2019), el jengibre es una planta medicinal y de alto valor nutricional, muy consumida en regiones de Asia, como Japón y Corea, a continuación, se detalla la clasificación taxonómica del jengibre.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del jengibre

Reino	Plantae
Subreino	Embriobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Zingiberidae
Orden	Zingiberales
Familia	Zingiberaceae
Género	Zingiber
Especie	<i>officinale</i>
Nombre científico	Zingiber <i>officinale</i> R.
Nombre común	jengibre, castilanchile, kion

Fuente: (Brunner, 2019).

8.4. Usos

En cuanto a los usos del jengibre Brunner, (2019), afirma que se extrae la esencia de jengibre, conocida como zingibereno el cual corresponde al grupo de los sesquiterpenos monocíclicos, los rizomas son la parte que más se emplea, al igual que la espiga como medicina casera. Se reportan para el jengibre los siguientes usos: Como especia, por su aroma delicado y su sabor

picante, además para la preparación de bebidas o licores muy conocidos en los países anglosajones como el ginger ale en los Estados Unidos, el ginger beer en Inglaterra y la preparación de una cerveza especial en Alemania.

Otro de los usos según la FAO, (2019), se da con la esencia del rizoma corresponde al grupo de los sesquiterpenos monocíclicos y se denomina zingibereno, siendo los rizomas las partes que más se emplean, así como la espiga para fines de medicina casera. Por otro lado, Núñez *et al.* (2021), reportan para el jengibre los siguientes usos: Como especia, por su aroma delicado y su sabor picante, además para la preparación de bebidas o licores muy conocidos en los países anglosajones como el ginger ale en los Estados Unidos, el ginger beer en Inglaterra y la preparación de una cerveza especial en Alemania.

En la medicina según Reyes *et al.* (2016), se usa como odontálgico (contra dolores dentales), sialagogo (para aumentar la saliva), dispepsido (contra la digestión difícil y dolorosa), como sudorífero y contra afecciones pulmonares ligeras. Del mismo modo, La Torre (2020), menciona que el jengibre está siendo utilizada con excelentes resultados para reforzar el sistema inmunológico, protegiendo al ser humano del Covid-19. En perfumería se utiliza su esencia para dar aromas tropicales y de gran fragancia. En China con las hojas del jengibre hacen el té llamado Tee Ginger, y su uso es cada vez más común en el adobado y conservas de carnes.

8.5. Adaptación ecológica

8.5.1. Clima

Para obtener un buen resultado en cuanto a la productividad, Blanco, (2015), indica que se requiere un clima tropical húmedo, con precipitaciones que superen los 2,000 mm anuales, para esto es de suma importancia realizar una buena distribución, continuamente durante todo el periodo vegetativo. Se recomienda realizar las siembras en la estación relativamente seca que es desde diciembre a abril, una estación intermedia que es de mayo a septiembre y la estación húmeda de octubre a noviembre. El jengibre es un cultivo que se adapta a una gran variedad de condiciones de humedad, existen variedades que pueden crecer en regiones que han reportado precipitaciones anuales de 1200 mm, siempre que no se encharque agua en la zona radical de la planta se puede adaptar hasta los 4500 mm.

Además, Velez, (2015), menciona que el jengibre requiere un tipo de clima entre tropical y húmedo, cuyas precipitaciones oscilen entre 1800 y 2000 mm por año, al mismo tiempo el

cultivo requiere de riegos durante toda la etapa del periodo vegetativo. El jengibre necesita una estación relativamente seca que va de diciembre a abril y una estación intermedia de mayo a septiembre y otra más húmeda de octubre a noviembre, se adapta bien a una variedad de condiciones de humedad, algunas de las variedades pueden crecer en regiones con una precipitación anual de 1200 mm, algunas otras se adaptan a regiones hasta de 4500 mm; siempre que no se acumule agua en la zona radical de la planta.

8.5.2. Precipitación

Al ser una planta que requiere de riegos frecuentes, sobre todo en la etapa inicial, López y Colorado, (2013), consideran que la precipitación anual promedio óptima para el crecimiento del jengibre es de 1800 a 2000 mm. Como nativo de la India, donde el clima es característico de sitios tropicales, el jengibre requiere un clima tropical o subtropical en el que las temperaturas sean altas durante al menos una parte del año. Es por ello que Espinoza, (2016), afirma que en el Ecuador debido a los diferentes pisos climáticos, este cultivo puede adaptarse fácilmente a los climas cálidos, como a zonas templadas y subtropicales.

8.5.3. Temperatura

En cuanto a la temperatura requerida por el cultivo, Silva, (2018), establecen que los límites aproximados para el cultivo de jengibre son de 30° de latitud norte y 30° de latitud sur; sin embargo, para lograr mayores rendimientos, el área se limita entre los 13° latitud norte y 13° de latitud sur. La mejor temperatura es entre los 25 y 30 °C. En general se ha demostrado que una temperatura de 24 °C sin grandes fluctuaciones es favorable para el crecimiento de las plantas. El jengibre se puede producir beneficiosamente a temperaturas entre 16 y 34 °C. La provisión de sombra favorece su producción.

8.5.4. Suelos

La mejor tierra para cultivar jengibre según Blanco, (2015) es la tierra arcilla y suelta. Para obtener buenos resultados es recomendable utilizar suelos ricos en materia orgánica, por este motivo es por el cual permite que los rizomas crezcan libremente y reduce la posibilidad de que se llegue a podrir. No se debe usar suelos arenosos demasiado gruesos ni arcillas muy compactas, ya que contribuyen al subdesarrollo de la plantación y por lo tanto los rizomas se obtienen en cantidad y peso limitados.

8.5.5. pH

El jengibre puede adaptarse sin problemas a casi cualquier nivel de pH entre 6 a 8, aunque Brunner, (2019), menciona que el pH óptimo es de 6.5 a 7.5. En las condiciones culturales requeridas por el cultivo se localizan en algunas áreas que, de acuerdo a la clasificación, sin embargo, se puede emplear aplicaciones de carbonato de calcio para corregir y regular este factor.

8.6. Manejo agronómico

8.6.1. Propagación

Según Brunner, (2019), el jengibre es una planta perenne que generalmente se cultiva una vez al año. La reproducción asexual es una regla general para el jengibre, ya que rara vez produce semillas. No hubo diferencias morfológicas obvias entre los diferentes materiales de propagación, pero los rendimientos variaron entre clones de diferentes fuentes. La esterilización de rizomas plantados no está familiarizada con esta práctica y se recomienda. Los rizomas restantes después de la siembra deben conservarse en un lugar seco para evitar infecciones bacterianas, principalmente hongos. En condiciones secas, el jengibre se puede almacenar hasta por 6 meses, en condiciones húmedas, las semillas germinarán y eventualmente se pudrirán. Se deben sembrar alrededor de 1000 a 1300 kg de rizomas por hectárea y mantenerlos sanos en un lugar fresco y bien ventilado, cuidando siempre los daños fisiológicos que puedan ocurrir.

Sin embargo, Molina *et al.* (2020), sostienen que, a pesar de ello aún no se realiza una desinfección de rizomas antes de la siembra, sin embargo esta práctica se debe efectuar para garantizar que la semilla se adapte, sin el ataque de insectos plaga. Para evitar la contaminación, especialmente por hongos y bacterias, los rizomas destinados a la siembra se deben almacenar los lugares secos, sin humedad ni en contacto con el agua. Los rizomas destinados a la propagación en condiciones secas pueden mantenerse hasta por seis meses en condiciones de viabilidad, si existe humedad relativa o contacto con el agua los rizomas empiezan a emerger y el material propagativo se pudre.

Por ello Silva (2018), recalca en que la propagación como material vegetativo se utiliza pedazos de rizomas o bulbos subterráneos entre 2.50 a 5.00 cm de longitud, con al menos dos o tres yemas propagativas, en cuanto al peso se recomienda tener de 20.00 a 30.00 gramos, los cuales deben presentar condiciones pregerminativos aptas, es decir fenológicamente maduros de entre

9 a 10 meses de edad, la comercialización del jengibre depende por ello del propósito para lo cual se cultiva, si es para consumo fresco se cosecha entre 5 a 6 meses de edad en variedades mejoradas, mientras para la propagación es de 7 a 9 meses.

8.6.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno es fundamental en la producción de jengibre, por esto Velez, (2019), menciona que en el manejo tradicional se acostumbra a hacer las labores de arado y rastra se efectúan a una profundidad de 40 cm aproximadamente, de manera que se pueda aflojar el suelo que en la mayoría de casos se encuentra compactado, para que exista una óptima circulación de aire, esta labor se la puede realizar una sola vez al iniciar el cultivo. Mientras que la actividad de arado del suelo debe realizarse hasta una profundidad de 20 cm, se debe desmenuzar el suelo compacto, dejando unas finas partículas, de una textura fina y suave, para colocar el material vegetativo previo a la siembra las labores de arado y rastra se la debe realizar dos veces.

8.6.3. Nivelación y distanciamiento de simbra

En este punto de acuerdo a la FAO, (2019), cuando ya se tenga el suelo listo para la siembra se debe realizar una delineación y señalar los sitios donde se realicen los hoyos o aperturas. En terrenos con pendientes pronunciadas se debe considerar las curvas de nivel, para evitar erosiones o escorrentías en el suelo. Según el manejo que se dé al cultivo, en plantaciones manejadas tradicionalmente las distancias varían de 0.80 metros entre hileras y 1.0 metros entre golpes, en suelos de topografía regular se puede sembrar en distancias de 0.00 metros entre plantas por 1.20 metros entre hileras. Al utilizar este distanciamiento de siembra se puede alcanzar una densidad de 10750 plantas por hectárea, lo cual no justifica el espacio utilizado al desperdiciar extensiones de terreno útil.

8.6.4. Siembra

Blanco, (2015), afirma que el método de propagación es por material vegetativo, los rizomas deben estar sanos, sin daños fisiológicos, ni presencia de plagas o enfermedades y tener entre 3 a 4 yemas, deben contar con un peso aproximado entre 50 a 75 gramos. En términos de densidades, para sembrar una hectárea se necesita alrededor de 1000 kilogramos de semilla. Antes de la siembra siempre se debe desinfectar el suelo de siembra, para evitar la proliferación de gusanos, insectos y nematodos que podrían atacar el cultivo, debido a la consistencia fibrosa el rizoma siempre esta propenso al ataque de insectos, sobre todo en los primeros días de

siembra, si se realiza la desinfección por medios químicos, sobre todo en cultivos extensivos, se utilizará furadan en una dosis de 30 Kg/ha, el producto se puede aplicar directamente al suelo, espolvoreándolo por todo el surco, posteriormente se tapa con una capa de suelo ligera y se siembra el rizoma.

En cuanto a Brunner, (2019), aduce que la siembra se la realizará después de la desinfección del suelo y la fertilización. Para la siembra se plantan segmentos de entre 3 a 5 cm de largo, los rizomas con tamaños superiores suelen descomponerse por la secreción de líquidos, ya que por su tamaño son fuentes hospederas de insectos y nematodos. El material vegetativo se puede desinfectar con fungicidas a base de oxido cúprico en dosis de 1 kg/200 lt de agua, se sumerge los rizomas por 10 a 15 minutos y se procede a la siembra.

8.6.5. Fertilización

Silva, (2019), menciona en lo que se refiere a la fertilización, la primera aplicación en caso de usarse la fertilización convencional se debe aplicar en el momento de la siembra, en dosis de 184 kg por hectárea de NPK 10-30-10. La segunda fertilización es recomendable a los 45 días, con 138 kg/ha de urea 46% N, a los 90 días se debe efectuar la tercera fertilización en dosis de 184 kg/ha, con una formulación de 18-5-15-6, para estimular el desarrollo de la planta, en los 135 días del cultivo se realiza una cuarta aplicación de urea 46% de N, finalmente se realiza la última fertilización con 184 kg/ha de NPK en formulación de 15-3-31, para incrementar el desarrollo y crecimiento de los rizomas. Como complemento es necesario mejorar el suelo con aplicaciones de estiércol descompuesto, o cualquier enmienda orgánica en dosis de 2 kg /planta, en la etapa intermedia y final de cultivo, cuando empieza la emisión floral se debe incrementar 1 kg/planta, así mismo se debe realizar un aporte al finalizar la fertilización, para que la planta pueda asimilar los nutrientes presentes en los fertilizantes.

Para su correcto desarrollo de acuerdo a López y Blanco, (2013), el jengibre necesita de una nutrición completa, al ser un rizoma concentra la mayor cantidad de nutrientes en la raíz. Las necesidades nutricionales del jengibre están condicionada al tipo de suelo, elementos disponibles, textura y estructura del suelo donde se cultive. Al mismo tiempo el jengibre al ser un rizoma almacena todos sus nutrientes en la raíz, siendo la parte productiva y alimenticia de la planta. De igual manera Brunner, (2019) menciona que la fertilización se debe realizar posterior a la desinfección del suelo, siguiendo la siguiente secuencia: al inicio de la siembra se aplica los fertilizantes fosforados, la roca fosfórica es una excelente alternativa para la

fertilización, también se puede aplicar una parte de nitrógeno, complementado con muriato de potasio, así como enmiendas orgánicas en la época inicial y al momento de sembrar; posteriormente se debe realizar aplicaciones de fertilizantes con formulaciones altas de nitrógeno y potasio, por último se recomienda la incorporación de materia orgánica en enmienda o cualquier otra presentación, esto ayudara a recuperar y equilibrar el contenido nutricional del suelo, alguna enmienda orgánica para recuperar el suelo, las enmiendas se aplicarán de manera fraccionada y en mezcla, con intervalos de 3 meses.

8.6.6. Riego

El jengibre es una planta que requiere una gran cantidad de agua en sus rizomas, por ello Medina, (2016) afirma que es necesario controlar bien el riego, pues es una de las necesidades más importantes a tener en cuenta en el desarrollo vegetativo del cultivo, se puede decir que el riego es una de las actividades primordiales en las fases de crecimiento de la planta. Es importante siempre controlar el riego porque si nos excedemos podemos provocar que nuestro jengibre se pudra y si no se lo realiza frecuentemente los rizomas quedan de tamaño pequeño y no son aptos para el consumo ni la comercialización. En este cultivo es preferible hacer el riego en horas de la mañana o la tarde para evitar que la planta presente estrés hídrico, especialmente en los primeros días de la siembra, donde el cuidado en cuanto al riego es fundamental.

8.6.7. Control de malezas

Para Brunner, (2019) el control de malezas se debe realizar de preferencia manualmente, hay que tener cuidado con no afectar las condiciones fisiológicas de la planta, sin perjudicar los rizomas hojas o tallos de la planta. La frecuencia del control de malezas depende de la incidencia de las malezas, aunque es preferible realizarlo mensualmente para evitar competencia por nutrientes o luminosidad del jengibre con las malezas. En cuanto al control de malezas de forma química es recomendable realizarlo antes de la siembra, o con herbicidas selectivos antes de la emisión de plantas, se recomienda el uso de herbicidas de contacto en el pre siembra o en su caso herbicidas selectivos, además de aplicar herbicidas orgánicos como los elaborados a partir de extractos de eucalipto.

8.6.8. Aporque

En esta labor Silva, (2018) recalca que se debe realizar para evitar el estrés o deterioro fisiológico en las yemas que emergen de la parte radicular de la planta, al mismo tiempo se debe

aporcar para retener la humedad en la parte radicular de la planta y evitar que los rizomas estén expuestos al sol y factores desfavorables. Al cultivar en camellones, estos se deben elaborar de aproximadamente 15 cm de alto, en efecto se debe sembrar en la parte interior del surco, para acumular la tierra de la parte exterior del camello, logrando realizar un aporque cada 30 días con el mismo suelo del camellón donde se siembra. Para el aporque se debe considerar la distancia de siembra, sobre todo entre hileras para evitar dañar los rizomas de las plantas cercanas. Se recomienda realizar el aporque manual para no causar perjuicios a la planta.

8.6.9. Cosecha

De acuerdo a Blanco, (2015) en variedades nativas el jengibre se cosecha a partir de los 8 a 9 meses, sin embargo en variedades como *Alpina galanga*, cuya producción y consumo se lo realiza en estado fresco varían entre 4 a 5 meses a partir de la siembra. Los rizomas se recolectan cuando la parte vegetal se seca, y antes que adquieran una consistencia fibrosa seca, los tallos presentan una coloración amarilla pálida en el exterior y de coloración amarillo verdoso en el interior. En cuanto a los rendimientos en plantaciones establecidas y manejadas convencionalmente alcanzan los 4.50 toneladas por hectárea, dando un rendimiento neto de 0.7 tu/ha de jengibre seco, cuando su destino es la comercialización en mercados locales; estos rendimientos están influenciados por la variedad que se cultive, manejo, condiciones ambientales, entre otros factores.

En variedades mejoradas como la variedad Alpina se puede obtener de 10 a 12 tn/ha, mientras que en variedades silvestres los rendimientos son bajos con 1 a 4 tn/ha. En esta variedad los rizomas alcanzan longitudes de entre 12 a 15 cm, son de color marrón y de consistencia suave y fibrosa, aunque existen variedades de rizoma claro o con tonos azulados. Para el consumo es preferible el rizoma fresco, mientras que para la venta como material de propagación es preferible el rizoma seco.

8.6.10. Distancia de siembra

La distancia de siembra en el cultivo de jengibre aún no ha sido establecida con certeza, en el manejo tradicional se plantean distanciamientos de 1 m entre planta y 1.20 m entre hileras, debido a su rápido crecimiento del rizoma que en ocasiones pueden llegar a 0.50 m de longitud. Uno de los limitantes para la producción de jengibre es precisamente el distanciamiento de siembra, esto conlleva a que los rendimientos de este cultivo son bajos, siendo una de las

razones para que su cultivo no se desarrolle a gran escala, así lo afirma Brunner, (2019). El mismo autor menciona que, muchos agricultores prefieren cultivar otra especie al jengibre, por la gran cantidad de terreno que esta especie requiere, además al sembrar a distancias tan grandes la proliferación de maleza es mucho mayor, por lo que su manejo requiere mayor mano de obra en cuanto a las labores culturales, sin contar con los altos requerimiento en cuanto a fertilización, por lo que debería existir estudios que traten de determinar la adecuada distancia de siembra que permita obtener altos rendimientos, sin emplear insumos químicos que causen contaminación al medio ambiente.

8.7. Requerimientos nutricionales

Al ser una planta que se aprovechan los rizomas, Orellana, (2014) recomienda que al sembrar se recomienda aplicar 200 kg/ha 10-30-10, 150 kg/ha de 18-5-15-6-2 a los 140 días. El alto costo y la escasez de fertilizantes hacen que los usuarios reevaluaran las cantidades que venían utilizando. En cuanto al nitrógeno, Salazar (2021), menciona que es de vital importancia para la nutrición de las plantas y los seres humanos pueden controlar los suministros de nitrógeno. Este elemento, para ser absorbido por la mayoría de las plantas (excepto las leguminosas), debe estar en una forma distinta al nitrógeno elemental, es decir debe ser absorbido en formas de nitritos o nitratos. Es así que Castillo y Hembra (2015), resaltan la importancia de los microelementos en el desarrollo de la planta de jengibre, por lo que la planta requiere calcio para mantener un buen vigor de plantas, por lo que los fertilizantes sobre todo los de tipo mineral, deben incorporar este elemento como un complemento para su correcta asimilación por parte de la planta.

8.8. Variedades

Blanco, (2015) establece que la diversidad genética del jengibre es escasamente estudiada, al ser una especie que se propaga con partes vegetativas el estudio de su genoma está condicionado a la zona donde se desarrolla, las variedades más conocidas tienen lugar especialmente en el continente asiático destacan variedades que se clasifican según el lugar donde se realice su diversidad varietal. Es así que en países con mayor diversidad de jengibre como China se conocen las siguientes variedades de jengibre: Dense-Ringed Delicate Fleshy, Tongling White, Zunyi Big White, mientras en India destacan variedades propias del lugar como: Amaravathy, Ambalavayalan, Assam, Swathing Pui, Thingladium, Thingpui.

8.9. Variedades cultivadas en Ecuador

Dentro de las variedades más cultivadas en nuestro país Silva, (2018), señala que está el típico jengibre chino, de origen asiático con un sabor picante, planta de baja altura, resistente a las condiciones ambientales de la región litoral del Ecuador. Esta variedad es la comúnmente utilizada por ser una especie robusta que no requiere de tantos cuidados, sin embargo, su producción depende de la fertilización y riego constante, su producción se centra en los pisos climáticos tropicales y subtropicales. Por otro lado, existen variedades que han sido introducidas en los últimos años, como la variedad galanga proveniente de Filipinas, con característica productivas y adaptabilidad a las condiciones climatológicas adversas.

8.9.1. Variedad *Alpinia galanga*

En cuanto a esta variedad, Orellana, (2014), sostienen que es una variedad concentrada solo en algunos países de Asia meridional, aunque por su sabor particular ha adquirido mayor demanda en los últimos años, con origen en Filipinas, es también conocida como jengibre azul, es una variedad mejorada genéticamente, se diferencia por ser un genotipo independiente de su lugar de origen, la particularidad de esta variedad en comparación con las demás especies del género *Z. officinale*, es la ausencia del sabor picante, o si bien la conserva pero en menor proporción que las demás variedades. Esto la hace muy apetecible para el consumo en fresco, como pastas o incluso como condimento directo en forma de polvo, en la medicina tradicional es altamente recomendable para tratar problemas de hipertensión arterial e inflamaciones en general.

Dentro del mercado más demandante Oscullo, (2014), indaga que la concentración de esta variedad está el continente europeo, donde su consumo es más elevado, en zonas del mediterráneo como la península ibérica o Italia. En América del Norte es apetecido en los restaurantes gourmet de Estados Unidos y Canadá, por lo que su producción es altamente rentable. En el territorio ecuatoriano el cultivo de esta variedad no está popularizado, al ser una especie poca conocida, muchos agricultores prefieren no implementar su producción extensiva, sin embargo, al ser una variedad altamente rentable su manejo e implementación se está dando a conocer de manera paulatina.

Entre las principales características de *Alpinia galanga* Blanco (2015), describe como una planta que presenta un rizoma es de consistencia suave, con una piel fina donde se concentra el sabor ligeramente picante como la de las demás especies de jengibre, en la gastronomía se

acostumbra a retirar esta piel para lograr la concentración de su sabor, sobre todo en fresco, cuando es sumamente aromático, con leves toques picantes y dulces. A diferencia de otras variedades que se comercializan en seco, el jengibre azul se consume en fresco, es en este estado donde el rizoma se encuentra con mayor cantidad de fibra, sin perder el aroma y sabor concentrado que tiene.

8.10. Tierra de diatomeas

De acuerdo a Viteri (2019), menciona que la tierra de diatomeas o diatomita es una roca sedimentaria compuesta de restos fosilizados de algas unicelulares llamadas diatomea que surgen la deposición de esqueletos. Tiene una estructura única con baja densidad, alta absorbencia, superficie específica alta y abrasión relativamente baja. Para Li Lujiu *et al.* (2019), la extracción comercial de diatomitas comenzó hace aproximadamente 200 años y han sido utilizadas para diversos productos debido a su alto contenido de silicio y textura suave. Las diatomitas tienen una gran variedad de usos modernos, sin embargo, su importancia en la reproducción de cambios ambientales no ha sido bien estudiada.

Avalos *et al.* (2016), establecen que las diatomeas juegan un papel importante en la bioquímica del silicio y la fijación global de dióxido de carbono (CO₂). Estos organismos unicelulares, toman el ácido silícico soluble en agua y lo precipitan en forma de Si para formar sus grumos o paredes celulares, es conocido que el elemento calcio presente en gran cantidad en las tierras de diatomeas, fortalece la pared celular, evitando que la planta tenga malformaciones. Mientras para Navarro y Avellan (2015), las diatomeas son organismos fotosintéticos involucrados en la producción primaria de la cadena alimenticia. Un aspecto importante a destacar, es que la tierra de diatomeas aporta nutrientes; esto sucede porque su composición es óptima en micro minerales como; aluminio, antimonio, fósforo, hierro, manganeso, magnesio, mercurio, níquel, plata, potasio, sílice, sodio, talio, zinc, entre otros, elementos que afectan el metabolismo de los tejidos; por lo general estas sustancias son escasas en terrenos poco degradadas.

8.10.1. Funciones

Dentro de las funciones principales de la agricultura Molina *et al.* (2020), son nutrir el suelo y con él los cultivos debido a su alta composición en minerales y micronutrientes vitales para el metabolismo de los tejidos vegetales y su papel como biocida, pesticida y fungicida para las plantas. Tiene un origen vegetal, por lo que es un producto seguro, natural que no daña el medio

ambiente ya que no presenta ningún tipo de toxicidad a diferencia de los pesticidas químicos tradicionales. La FAO, (2019) establece que la tierra de diatomeas es un mineral extraído de la diatomita, que es una roca sedimentaria silíceas formada por la acumulación de diatomeas fósiles en lagos y mares del pasado. Esta roca sedimentaria es fácilmente extraíbles y pulverizables y actualmente tiene gran número de usos tanto en procesos industriales como en la agricultura.

Cermeño (2020), sostiene que una de las características principales de estas algas diatomeas es que sus células están rodeadas por un exoesqueleto duro y poroso llamado frústula que está formado casi en su totalidad por cristales de sílice, y a su vez, esta estructura está rodeada por varios tipos de polisacáridos y proteínas. Normalmente esta tierra de diatomeas de utilidad en la agricultura nos la podemos encontrar de dos maneras, molida, especialmente recomendada para espolvoreo para su uso en pulverizaciones diluida en agua.

8.10.2. Diatomita como fertilizante

Es por ello que Viteri, (2019) menciona que las diatomeas se utilizan también como amortiguador de pH eficaz que facilita la conversión enzimática de bicarbonato en CO₂, un paso importante en la absorción de carbono inorgánico por las plantas. La tierra de diatomeas aporta a las plantas oligoelementos o trazas de minerales que son vitales para la interacción metabólica de sus tejidos, es un fertilizante eficaz y seguro ya que no es tóxico ni fitotóxico, así mismo no presentan incompatibilidad con otros abonos orgánicos, aunque su método de aplicación no ha sido estudiado a profundidad en el cultivo de jengibre.

8.10.3. Diatomita en el control de plagas

Molina *et al.* (2020), afirma que la tierra de diatomeas es un insecticida natural, eficaz contra multitud de plagas como pulgón, hormigas, chinches o cucarachas, entre otros. El papel del silicio que es del mineral que está compuesto la tierra de diatomeas ayuda a reforzar la estructura de la pared celular, creando una doble capa protectora para proteger a las en las células epidérmicas de hojas y raíces. Actúa como barrera contra la invasión de parásitos y patógenos dificultando la penetración del micelio. En cuanto a los insectos, la tierra de diatomeas tiene una función abrasiva ya que desgarras el exoesqueleto y absorbe todos sus fluidos hasta que mueren por deshidratación.

Otro de los usos más comunes según Martínez, (2013), es como fertilizante natural para todos los cultivos, debido a su alto contenido de minerales de origen vegetal que son beneficiosos para el crecimiento especialmente durante el período de crecimiento. Además, el silicio aumenta el contenido de iones, reduce el contenido de aluminio y hierro, actúa como regulador del pH del suelo. De esta forma Jaramillo, (2021), afirma que el sistema radicular, al absorber más fácilmente los elementos, incrementa la biomasa radicular de la planta, donde a mayor crecimiento del sistema radicular, mayor capacidad de absorción de nutrientes y por tanto mayor vitalidad y producción, lo que se traduce como incremento en el rendimiento del cultivo, sobre todo en condiciones de suelos desfavorable para la correcta producción de los cultivos.

8.10.4. Dosis de aplicación

Fernández (2018), recomienda aplicar directamente al suelo, en cobertura de 6 a 8 kilos por hectárea, o diluido en agua a razón de 1 a 2 kg por cada 100 a 200 litros de agua. Los principales componentes de la tierra de diatomeas son sílice amorfa (SiO₂) y pequeñas cantidades de minerales como aluminio, óxido de hierro, hidróxido de calcio, magnesio y sodio. Sin embargo, Fabila *et al* (2013), mencionan que los macronutrientes presentes en el suelo son importantes para el crecimiento y la producción de las plantas; sin embargo, su acción se ve limitada cuando la disponibilidad de micronutrientes en el suelo es insuficiente. La tierra de diatomea, mezclada con fertilizantes químicos u orgánicos, proporciona los micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, al mismo tiempo incrementa su producción, lo que se ve reflejado en los rendimientos por hectárea del cultivo.

Aunque Reyes *et al.* (2016), sostienen que las aplicaciones foliares tienen excelentes resultados, más aún si se pretende integrar al manejo de plagas, las aplicaciones foliares estimulan la división celular, incrementando la masa foliar, mejorando las características morfométricas de las plantas, sobre todo en altura y emisión de hojas. Aunque las aplicaciones foliares solo se dan con fines de control de plagas, el aporte del silicio presente en las diatomeas es de relevancia para la nutrición vegetal, se ha demostrado su acción nutricional en el reforzamiento de la pared celular, impidiendo el ataque masivo de enfermedades vasculares. La dosis de aplicación foliar varía entre los cultivos, en plantaciones perennes se recomienda de 1-2 kilos/ha, mientras en hortalizas se puede aplicar hasta 1 kg/200 l. de agua, para cultivos donde se aprovecha la parte radicular se recomienda seguir una dosificación acorde a las necesidades del cultivo, en caso de contar con un plan de fertilización.

8.11. Investigaciones realizadas

En ensayos realizados por (Silva, 2018), para determinar el manejo del jengibre y su establecimiento, comportamiento agronómico, cosecha y postcosecha, utilizando dos distanciamientos de siembra, en la zona de Lago Agrio, donde se evaluaron variables como porcentaje de germinación, emergencia, número de hijuelos, altura de planta y peso de rizomas por planta, para ello se estableció un Diseño de Bloques al Azar con dos distancias de siembra T1:25 cm. y T2 30 cm. y 6 repeticiones. Al concluir la investigación se obtuvieron los siguientes resultados: mayor porcentaje de germinación con distancias de siembra de 25.00 cm entre planta alcanzando el 97.00% de germinación a los 23 días, en cuanto al número de hijuelos la distancia de 30 cm entre plantas registro un promedio de 15.00 hijuelos por planta, el número de rizomas se dio en T2 con 10.86 rizomas por planta para la altura de planta el tratamiento de 25.00 cm presento valores significativos con 92.62 cm a los 90 días, la variable peso de rizomas por planta alcanzo el mayor resultado en T2 234.82 gramos por planta.

La presente investigación realizada por Orellana, (2014), en donde se utilizaron 3 tratamientos y 6 repeticiones para evaluar el efecto de la fertilización orgánica (gallinaza) e inorgánica (urea 46%) sobre dos distancias de siembra de jengibre correspondientes a 30 y 60 cm, se planteó un Diseño de Parcelas Divididas, en cuanto a las variables evaluadas se estudió el número de hijuelos y peso del rizoma. En los resultados se comprobó que el mayor número de hijuelos se presentó con aplicaciones de gallinaza en distancias de siembra de 30.00 cm, con valores de 17.97 hijuelos por planta, mientras el promedio más bajo se registró con el testigo 5.33 hijuelos. El tratamiento con mayor peso de rizoma se presentó con la incorporación de gallinaza y urea en parcelas sembradas a 30.00 cm entre planta, cuyos resultados fueron de 378.28 gramos.

Mientras, Velez (2019), estableció un ensayo para determinar los efectos de los abonos orgánicos extracto de algas, humus y citoquininas en el rendimiento del cultivo de jengibre. En cuanto al diseño experimental, se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cinco tratamientos en cuatro repeticiones. Los resultados demostraron que aplicación de humus presento mayor porcentaje de emergencia de plantas con un 97.00% a los 29 días, mientras en el mayor número de brotes se registró con el extracto de algas a los 120 días con 19.30 brotes. Para la variable longitud de rizomas se obtuvieron resultados prominentes con el uso de fitohormonas, alcanzando 30.64 cm de largo. Los rendimientos más altos se presentaron con citoquininas con 11.87 Tn/ha.

Con el objetivo de incrementar el rendimiento y manejo técnico del jengibre Brunner (2019), implementó su investigación utilizando diferentes distancias de siembra, constituido de 3 tratamientos: T1 30 cm, T2 40 cm y T3 50 cm, cada uno con 3 repeticiones. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, evaluando las variables de longitud, peso y número de rizomas y el rendimiento por hectárea. A partir de los resultados se puede establecer que T2 presentó rizomas con mayor longitud 21.62 cm, del mismo modo T2 obtuvo peso de rizoma elevado con 178.15 gramos y finalmente la densidad de siembra de 30 cm entre plantas alcanzó el mayor rendimiento con 12.87 Tn/ha. En cuanto al manejo técnico el autor menciona que el cultivo tendrá mejores rendimientos al incrementar la densidad de siembra por el efecto de competencia por luminosidad y nutrientes, sin embargo, la fertilización tendrá un papel importante y se debe utilizar la fertilización de manera orgánica o mineralizada.

Para evaluar la eficacia de productos a base de silicio y su eficacia sobre la pudrición de rizomas de jengibre, Espinoza (2016), planteó una investigación con un Diseño Completamente al Azar, constituido por 6 tratamientos de distintas dosis de silicatos, siendo T1: 20 g/m², T2: 30 g/m², T3: 40 g/m² y T4: 50 g/m² de silicatos por litro de agua, más un tratamiento testigo. Las variables evaluadas fueron: emergencia desde la siembra, número de brotes, longitud y peso del rizoma. Se obtuvieron los siguientes resultados: menor días a la emergencia a los 16 días posterior a la siembra con el tratamiento de 20 g./m² de silicatos en cada litro de agua, para el número de brotes se observó mejores resultados 22.87 brotes por planta con aplicaciones de 20 g./m². El mismo tratamiento obtuvo un mayor peso de rizomas con 286.28 gramos por planta.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:

Ha. Al menos un determinado distanciamiento de siembra en específico, con un método de aplicación de tierra de diatomeas mostrará mejores características agronómicas y alta productividad en el cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*).

Ho. Ningún distanciamiento de siembra en específico, con un método de aplicación de tierra de diatomeas mostrará mejores características agronómicas y alta productividad en el cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*).

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Ubicación y duración del ensayo

La presente investigación se realizó en el sector Chipe Hamburgo 2, perteneciente a la parroquia El Triunfo del cantón La Mana, ubicación geográfica WGS Latitud 0°59'09.5"S, Longitud 79°18'32.7"W. Con una altitud de 143 msnm. El sitio del experimento presenta precipitaciones anuales de 517 mm/año, temperaturas promedio de 24-32 °C. La presente investigación tuvo una duración de 120 días, de las cuales 5 días fueron de establecimiento del ensayo y 115 de trabajo experimental.

10.2. Tipo de investigación

10.2.1. Experimental

La investigación tiene carácter experimental, debido a que se basó en un ensayo experimental, con el estudio de diversas variables para conocer el efecto de los métodos de aplicación de tierra de diatomeas en el desarrollo de la planta. Del mismo modo se pudo determinar a través del experimento el distanciamiento de siembra con mayor rendimiento en la producción de jengibre.

10.2.2. Analítica

Es de tipo analítica porque se determinaron los resultados a partir del análisis de datos de campo obtenidos del cultivo de jengibre, en base al análisis estadístico se establecieron los resultados conforme a las variables evaluadas, esto permitió conocer las similitudes y diferencias estadísticas entre los tratamientos. El análisis estadístico permitió conocer los tratamientos con mejores resultados, en base a las variables evaluadas.

10.2.3. Bibliográfica

La investigación tuvo como base los antecedentes investigativos en torno al cultivo de jengibre y la aplicación de tierra de diatomeas, se realizó la investigación bibliográfica de artículos científicos, folletos técnicos y tesis de grado que tengan relación con el tema planteado. De igual manera se aplicó la investigación bibliográfica para determinar la dosis apropiada y los métodos más utilizados para la aplicación de la tierra de diatomeas en el cultivo de jengibre, sobre todo en investigaciones efectuadas en la zona del proyecto.

10.2.4. De campo

La investigación de campo se da en el sitio mismo del ensayo, es en el campo donde se miden las variables en estudio y a partir de la investigación de campo se obtienen los resultados estadísticos datos que permitieron establecer la distancia y método de aplicación de diatomeas que presente mejores resultados en la investigación.

10.3. Condiciones agrometeorológicas

Las condiciones agrometeorológicas presentes en el sitio del experimento son:

Tabla 3. Condiciones agrometeorológicas del lugar del experimento.

Parámetros	Equivalentes
Altitud (ms.n.m.)	143
Temperatura (°C)	24-32
Humedad relativa (%)	65
Heliofanía (horas-luz/año)	11.90
Presión atmosférica (hPa)	1015
Precipitación (mm/año)	2853
Topografía	regular
Textura	Franco limoso

Fuente: Datos meteorológicos de la Estación de Hidrología del INAMHI San Juan

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.4. Materiales y equipos

10.4.1. Material vegetal

Para la siembra del jengibre se utilizó la variedad *Alpina galanga*, de acuerdo a Yépez, (2021) es una variedad mejorada a partir del cruce del jengibre criollo y el kion asiático de alto rendimiento, es resistente a enfermedades radiculares y a condiciones climatológicas adversas.

Tabla 4. Características del jengibre variedad *Alpina galanga*.

Nombre científico	<i>Zingiber officinale</i> L
pH tolerable	2.2 – 6.5
Altura	100- 900 m.sn.m.
Densidad de siembra	43.290 plantas/ha
Distancia de siembra	0.33 * 0.70 m
Producción	10-12 t/ha
Presentación para exportación	Cajas de 33 libras
Temperatura de almacenamiento	12-16 °C
Resistencia a enfermedades	Radicular (media) Foliar (alta)

Fuente: (Yepez, 2021).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.4.2. Tierra de diatomeas

La tierra de diatomeas se fue adquirida de manera comercial, es un fertilizante mineral extraída de las rocas sedimentarias silicia, formada mediante la acumulación de microfósiles de diatomeas producto de la descomposición de algas unicelulares compuestas de un esqueleto silíceo, formando un compuesto de Dióxido de silicio (SiO_2). Para la aplicación en la agricultura se emplea como silicato de potasio.

Tabla 5. Ficha técnica de la tierra de diatomeas.

Presentación comercial	Polvo soluble
Granulometría	50% (8401 μm)
Toxicidad	Leve
Densidad a 20 °C (g/m L)	1.07
Silicio (SiO_2)	63.50 %
Calcio (CaO)	10.05 %
Azufre (S)	0.65 %
Potasio (K_2O)	0.88 %
pH en 10%	9.97 %

Fuente: (Husqvarna, 2021).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.4.3. Otros materiales y equipos

El presente proyecto de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

Tabla 6. Materiales y equipos.

Materiales	Cantidad	Unidad de medida
Bombas manuales de aspersión	1	Unidad
Estacas	65	Unidad
Material vegetativo	560	Unidad
Tierra de diatomeas	20	Kg.
Identificaciones	1	Unidad
Rastrillos	2	Unidad
Cinta métrica	2	Unidad
Flexómetro	2	Unidad
Calibrador digital	1	Unidad
Balanza de precisión	1	Unidad

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.5. Diseño experimental

En el presente ensayo se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial A*B, de la unión de los factores se obtuvieron siete tratamientos, se utilizó un testigo sin aplicación de diatomeas, el cual fue plantado según la distancia de siembra empleada por el agricultor (50*50 cm), en todos los tratamientos se replicaron cinco repeticiones, de las cuales

se tomaron cuatro unidades experimentales para la evaluación. La tabulación de datos se realizó en el programa informático Microsoft Excel versión 2021, en la distribución LTSC, en cuanto al análisis estadístico se efectuó con el software Infostat, propietario de la Universidad de Córdoba, en su versión estudiantil, se aplicó el método de Tukey, el cual se utiliza en investigaciones experimentales que implican efectuar comparaciones entre tratamientos, con una probabilidad de 5 %.

10.6. Esquema del experimento

El ensayo estuvo constituido por 6 tratamientos comprendidos por las 3 distancias de siembra, con 2 métodos de aplicación de tierra de diatomeas más un testigo correspondiente al distanciamiento entre plantas utilizado por el agricultor, sin aplicación de fertilizantes.

Tabla 7. Esquema del experimento.

Tratamiento	Descripción	Rep.	U. E.	Total
T 1	Distancia 1 + Método de aplicación 1	5	4	20
T 2	Distancia 1 + Método de aplicación 2	5	4	20
T 3	Distancia 2 + Método de aplicación 1	5	4	20
T 4	Distancia 2 + Método de aplicación 2	5	4	20
T 5	Distancia 3 + Método de aplicación 1	5	4	20
T 6	Distancia 3 + Método de aplicación 2	5	4	20
T 7	Testigo	5	4	20
Total				140

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.7. Factores en estudio

La presente investigación estuvo conformada por dos factores, el Factor A: Distancias de siembra de 20, 40 y 60 cm entre plantas, manteniendo una distancia entre hileras de 50 cm para todos los tratamientos. El factor B estuvo constituido por dos métodos de aplicación de tierra de diatomeas, correspondientes a las aplicaciones foliar y edáfica.

Tabla 8. Factores en estudio.

Factor A (Distancias de siembra)	Factor B (Métodos de aplicación)
D1: 20 cm/planta *50 cm/hilera	Método 1 Aplicación Foliar (50 g/L)
D2: 40 cm/planta *50 cm/hilera	
D3: 60 cm/planta *50 cm/hilera	Método 2: Aplicación Edáfica (50 g/m ³)

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.8. Tratamientos

Los tratamientos en estudio comprendieron a cada una de las distancias de siembra de jengibre combinado con cada método de aplicación, dando un total de 7 tratamientos, incluido el testigo y 5 repeticiones, para la recopilación de datos se escogieron las 4 plantas centrales como unidad de estudio.

Tabla 9. Esquema de tratamientos

Tratamiento	Descripción	Rep.	U. E.	Total
T 1	Distancia 1: 20 cm + Aplicación Foliar	5	4	20
T 2	Distancia 1: 20 cm + Aplicación Edáfica	5	4	20
T 3	Distancia 2: 40 cm + Aplicación Foliar	5	4	20
T 4	Distancia 2: 40 cm + Aplicación Edáfica	5	4	20
T 5	Distancia 3: 60 cm + Aplicación Foliar	5	4	20
T 6	Distancia 3: 60 cm + Aplicación Edáfica	5	4	20
T 7	Testigo	5	4	20
Total				140

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.9. Análisis de varianza

Tabla 10. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	6
Factor A: (Distancias de siembra)	(a-1)	2
Factor B: (Métodos de aplicación)	(b-1)	1
Interacción (A.B)	(a-1) (b-1)	2
Testigo		1
Error experimental	(r-1) (t-1)	24
Total	(r.t-1)	34

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

10.10. Manejo de la investigación

10.10.1. Preparación del terreno

Al inicio del experimento se realizó la eliminación de las malezas del sitio, la limpieza fue manual con machetes y herramientas como azadones y rastrillos, se procedió a limpiar toda el área y perímetro del ensayo, posteriormente se midió el perímetro del terreno para la elaboración de las parcelas experimentales. Las parcelas experimentales se realizaron en diferentes medidas: Longitud para la distancia de siembra: de 1.20 m, distancia de siembra 2: 2.20 m y distancia de siembra 3: 3.20 m, testigo: 2.70 m; todas con un ancho de 1.20 m.

10.10.2. Selección de rizomas

Para la siembra del jengibre fue necesario seleccionar los que tengan mejores condiciones fisiológicas, sin presentar residuos de plagas y enfermedades ni alteraciones. Para ello se cortaron los rizomas producto de cosechas anteriores y destinados a la propagación en trozos de aproximadamente 15 cm de longitud, es necesario notar que los rizomas seleccionados presenten callosidades que permitan la emisión de yemas.

10.10.3. Siembra

La siembra se realizó según las distancias establecidas, se realizó en horas de la mañana para evitar estrés abiótico que perjudiquen la aclimatación de los rizomas. Los rizomas seleccionados para la siembra fueron sumergidos en agua por aproximadamente 12 horas, para hidratar la semilla y que tenga reservas de líquido al momento de la siembra. Para la siembra se procedió a remover el suelo de toda la parcela experimental, después se realizaron surcos de manera manual con una profundidad aproximada de 5 cm de profundidad donde se depositaron los rizomas y se cubrió con una capa superficial de tierra, sin compactarla.

10.10.4. Labores culturales

Las labores culturales como control de malezas se realizarán manualmente, tanto dentro de los tratamientos como en el perímetro del área del ensayo. El cultivo de jengibre no requiere de muchas labores culturales, debido a que su producción se centra en la parte del rizoma, por ello se recomienda mantener la plantación libre de maleza que pueden generar la aparición de insectos vectores de enfermedades.

10.10.5. Aporque

Al utilizar distancias de siembras bajas en comparación al manejo tradicional de este cultivo el aporque no se consideró necesario, debido a que las plantas se anclan de mejor manera al notar competencias por nutrientes. Esta labor se realizó sobre todo en los últimos días del ensayo cuando se observó que los rizomas emergían sobre el suelo, para ella se cubrió con tierra evitando que reciban la luminosidad solar de manera directa o el ataque de insectos plaga, se realizó de manera manual y con machetes, teniendo en cuenta no lastimar los rizomas ni los hijuelos de las plantas de jengibre.

10.10.6. Riego

El riego fue conforme a las necesidades hídricas de las plantas, realizando un monitoreo diario de humedad, sobre todo al iniciar la investigación, debido a que se realizó en los últimos meses de la época seca. Esta labor se realizó diariamente en horas de la mañana y en la tarde, se realizó de manera manual con regaderas, se utilizó agua potabilizada, la cual se dejó reposar en tanques por un periodo de 24 horas antes de su uso para eliminar restos de cloro que puedan afectar al cultivo.

10.10.7. Manejo fitosanitario

En el desarrollo del cultivo no se observaron altas incidencias de plagas y enfermedades, debido a las propiedades de insecticida que tienen la tierra de diatomeas, las cuales en la mayoría de los casos se utiliza como insecticida, sin aprovechar los contenidos de nutrientes que pueden aportar al suelo. La aparición de caracoles sobre todo al iniciar la investigación y en los primeros días de precipitaciones fue un problema para las plantas, pero se realizó un control preventivo recolectándolas manualmente y se sumergieron en una solución de agua más sal de mesa.

10.10.8. Aplicación de tierra de diatomeas

Las diatomitas se aplicaron de acuerdo con cada uno de los métodos mencionados, se utilizó la dosis que el distribuidor establezca, llevando un registro de cada fecha de aplicación. La dosificación se complementó con estudios realizados por Espinoza, (2016) previamente, de diatomeas en hortalizas, en el cultivo de jengibre al no estar establecida una dosis específica se usó la dosis aplicada en hortalizas de bulbo y jengibre en la zona de Los Ríos (10 g/planta en aplicaciones edáficas y 10 g/L de agua en aplicaciones foliares). Tomando como referencia estas investigaciones, para el caso del cultivo de jengibre, sobre todo cuando es destinada al consumo en fresco y exportación, se establecieron como dosis de aplicación: 50 g/m² en aplicaciones edáficas y 50 g/litro de agua en aplicaciones foliares.

10.10.9. Registro de datos de campo

Los datos de campo fueron registrados a los 30, 60, y 90 días, se utilizó un formato de libro decampo estableciendo los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales, para los datos de carácter cualitativo se empleó la observación directa, en los tratamientos evaluados.

10.11. Variables evaluadas

10.11.1. Días a la emergencia

Los días a la emergencia se tomaron en cuenta a partir de la siembra hasta el momento que empiecen a emerger las plantas de jengibre, cuando se empezó a notar aparición del coleóptilo en la superficie del suelo, esta variable se contabilizó en días. Al contabilizar los días a la emergencia se puede establecer el tiempo que transcurre hasta la producción del cultivo.

10.11.2. Porcentaje total de emergencia (%)

Para calcular el porcentaje de emergencia de las plantas se realizó mediante la observación directa de cada uno de los tratamientos en estudio, el monitoreo fue a diario hasta los 21 días para evitar variaciones entre datos experimentales, se tomó en cuenta todos los tratamientos en estudio para evitar variaciones en los datos. Para su cálculo se empleó la metodología propuesta por García *et al.* (2016), cuya expresión es:

$$\%E = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas emergidas en el último conteo}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas sembradas}} * 100$$

10.11.3. Altura de planta (cm)

Se tomaron cuatro plantas seleccionadas al azar a los 30, 60 y 90 días, esta variable se registró a partir de la emergencia de la mayoría de las unidades experimentales en los tratamientos. Esta variable se tomó en cuenta posterior al registro del porcentaje total de emergencia, es decir después de los 21 días posterior a la siembra para que todos los datos de campo sean de la manera más homogénea en todos los tratamientos, se midió la altura de la planta a partir del suelo hasta su parte más prominente, en las cuatro unidades experimentales, para medir esta variable se empleó un flexómetro y los resultados se expresó en centímetros.

10.11.4. Número de rizomas

Esta variable se analizó una vez cosechada los rizomas, para ello se realizó el conteo del número de rizomas en cada unidad experimental, en todos los tratamientos, tomando en cuenta los entrenudos de separación presentes en los rizomas debido a que cada entrenudo es un rizoma comercial, los resultados se promediaron para el análisis estadístico por cada tratamiento, para ser expresado en unidades.

10.11.5. Longitud de rizomas (cm)

La longitud de rizomas se midió con una cinta métrica, se tomaron posterior a la cosecha de las cuatro unidades experimentales midiendo en general la longitud de los entrenudos de todo el rizoma cosechado y fue expresado en centímetros.

10.11.6. Peso de rizomas (g)

Los rizomas cosechados de cada tratamiento se pesaron en una balanza digital, se contabilizo el total de rizomas para comprobar su peso total por tratamientos en estudio, esta variable se registró en gramos.

10.11.7. Rendimiento (Tn/ha)

Los rendimientos de cada uno de los tratamientos fueron calculados con el área útil del experimento y con los valores obtenidos del peso del rizoma transformados a kilogramos (kg), para obtener valores en Tn/Ha.

10.11.8. Costos de producción por tratamiento

Los costos de producción por tratamientos se calcularon en base a la sumatoria de los costos fijos más los costos variables del proyecto, para ello se realizó una depreciación de todos los equipos utilizados en la investigación para determinar el tratamiento con menores costos de inversión y que tenga una buena producción en el cultivo de jengibre.

Para realizar del análisis económico se determinó primeramente el costo total por tratamiento, una vez obtenido este valor se calculó el total de ingresos, multiplicando la producción en kilogramos por el total de ingresos.

Para establecer el beneficio neto se realizó la resta de los valores obtenidos en el total de ingresos menos el total de costos. Con este valor de realizo la división del beneficio neto para el total de costos y poder conocer la relación beneficio costo del proyecto de investigación.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Efecto simple

11.1.1. Efecto simple por distancia de siembra

11.1.1.1. Días a la emergencia de plantas

En el efecto simple de esta variable se puede observar que no existen diferencias estadísticas, sin embargo, se aprecia que numéricamente que la distancia de 40 cm presenta menores días a la emergencia de plantas con 19.13 días a partir de la siembra. De acuerdo a (Espinoza, 2016) al tener menor periodo de tiempo hasta llegar a la emergencia de plantas se acorta el tiempo de producción de jengibre, por lo que no existen diferencias en el desarrollo vegetativo, especialmente en suelos con alto contenido de materia orgánica.

Tabla 11. Efecto simple de días a la emergencia de plantas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	Días	
D1: 20 cm.	19.50	a
D2: 40 cm.	19.13	a
D3: 60 cm.	19.50	a
CV %	7.07	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.1.2. Porcentaje total de emergencia

La tabla 12 evidencia que el distanciamiento con mayor porcentaje de germinación fue el de 40 cm entre plantas, que si bien es cierto presenta similitudes con los demás distanciamientos de siembra fue el que sobresalió numéricamente con un 93% de germinación. Esta variable al ser tomada mediante observación directa los resultados son porcentuales, por lo que no difieren estadísticamente. En investigaciones realizadas por Brunner, (2019) menciona la importancia de tomar en como variable de estudio el porcentaje total de emergencia, siendo esta una condicional para determinar la adaptabilidad del jengibre en los primeros días del cultivo.

Tabla 12. Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	%	
D1: 20 cm.	92.50	a
D2: 40 cm.	93.00	a
D3: 60 cm.	93.50	a
CV %	2.50	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.1.3. Altura de planta

La altura de planta evaluada a los 30 días demuestra que las distancias de 20 y 40 cm entre plantas obtuvieron similitudes en los resultados con 27.31 y 26.80 cm respectivamente, en los 60 días se observa diferencias estadísticas entre las distancias de siembra, siendo el de 40 cm entre planta que presento resultado alto con 57.60 cm. En los datos de 90 días mantiene al distanciamiento de 40 cm con mejores resultados con 77.90 cm de altura en promedio. Los resultados obtenidos por Silva, (2018) son superiores con alturas de 92.62 cm a los 90 días, utilizando una distancia de 25 cm entre plantas.

Tabla 13. Efecto simple de la altura de planta por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	Edades					
	30 días		60 días		90 días	
D1: 20 cm.	27.31	a	48.79	b	62.75	b
D2: 40 cm.	26.80	a	57.62	a	77.90	a
D3: 60 cm.	22.86	b	45.58	c	63.65	b
CV %	2.74		3.17		2.00	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera

11.1.1.4. Número de hijuelos

El análisis de número de hijuelos por distancia de siembra muestra que existen similares resultados entre el distanciamiento de 40 y 20 cm, con resultados de 15.88 y 15.06 en ambos casos, en este caso se concuerda con lo expresado por Brunner, (2019), quien manifiesta que la mayor emisión de brotes en jengibre se da a partir de espacios reducidos, por lo que entre menor sea la distancia de siembra en comparación con el manejo tradicional, mayor será el número de brotes o hijuelos por planta, sin embargo Blanco, (2015) menciona que el manejo tradicional con distancias comúnmente de 1 metro entre plantas se observa un menor número de hijuelos, debido a que la planta solo tiende a desarrollar su parte vegetativa, por lo que su producción de hijuelos disminuye considerablemente.

Tabla 14. Efecto simple del número de hijuelos por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	N° de hijuelos	
D1: 20 cm.	15.06	a
D2: 40 cm.	15.88	a
D3: 60 cm.	13.00	b
CV %	7.41	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.1.5. Número de rizomas

En la tabla 15 se analiza el número de rizomas por distancias de siembra, donde se nota diferencias estadísticas entre los distanciamientos, dando como resultado el mayor número de rizomas con la distancia de 40 cm entre planta, el cual obtuvo 8.19 rizomas en promedio. En el número de rizomas Espinoza, (2016) menciona que la producción del jengibre en ciertos casos se concentra en el número de rizomas, sobre todo en variedades destinadas a la exportación.

Tabla 15. Efecto simple del promedio de numero de rizomas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	N° de rizomas	
D1: 20 cm.	6.38	b
D2: 40 cm.	8.19	a
D3: 60 cm.	6.06	b
CV %	11.60	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.1.6. Longitud de rizomas

Como se constata en la tabla 16, para la variable longitud de rizomas por distancias de siembra, existen similitud estadística en las distancias de 20 y 40 cm con 21.41 cm y 21.09 cm para ambos casos. Según (Orellana, 2014) la longitud del jengibre está condicionada a la distancia de siembra, en casos una mayor distancia produce raíces más largas por el espaciamiento entre plantas, no obstante esto estará dependiendo del cultivo y tipo de raíz de la planta.

Tabla 16. Efecto simple de la longitud de rizomas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	cm	
D1: 20 cm.	21.41	a
D2: 40 cm.	21.09	a
D3: 60 cm.	19.18	b
CV %	4.37	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.1.7. Peso de rizomas

El efecto simple del peso de rizomas muestra diferencias estadísticas entre las 3 distancias de siembra, se observa que la distancia de 40 cm obtuvo mayor peso del rizoma con 238. 37 g. Para este caso (Lopez & Colorado, 2013) establecen que en el jengibre al ser una especie que se aprovecha su raíz, al existir menos espacio entre plantas, estas crean una “competencia” por

nutrientes y luminosidad, dando como resultado rizomas con mayor peso en comparación con los demás distanciamientos, por lo que los nutrientes son mejor aprovechado para el llenado de los rizomas.

Tabla 17. Efecto simple del peso de rizomas por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	g.	
D1: 20 cm.	219.23	b
D2: 40 cm.	238.37	a
D3: 60 cm.	197.79	c
CV %	5.35	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.1.8. Rendimiento

En cuanto al rendimiento por hectárea de jengibre los índices más altos se observan con la distancia de 40 cm entre panta, con 11.70 t/ha, siendo estadísticamente diferente para las demás distancias. Es por ello que Orellana, (2014), menciona que los rendimientos por tn/ha de cultivos como el jengibre donde se aprovecha la raíz tienen relación al peso de la planta, mientras mayor sea el peso del rizoma mejores rendimientos se obtendrán, por lo que se incrementa la producción.

Tabla 18. Efecto simple del rendimiento por hectárea por distancia de siembra en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Distancia	t/ha	
D1: 20 cm.	10.72	b
D2: 40 cm.	11.70	a
D3: 60 cm.	8.25	c
CV %	5.15	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2. Efecto simple por métodos de aplicación de diatomeas

11.1.2.1. Días a la emergencia de plantas

Los efectos simples en los días a la emergencia de plantas muestran que no hay diferencia significativa entre los dos métodos de siembra, con 19.50 días para la aplicación edáfica y 19.25 días en la aplicación foliar. En los días a la emergencia de plantas mientras menor sea la cantidad de días se acorta más el tiempo de producción, por lo que un menor valor es el más apropiado.

Tabla 19. Efecto simple de días a la emergencia de plantas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicacion	Días	
M1: Aplicación Foliar	19.25	a
M2: Aplicación Edáfica	19.50	a
CV %	7.07	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.2. Porcentaje de emergencia de plantas

La tabla 20 demuestra que el mayor porcentaje de emergencia de plantas se dio con la aplicación edáfica con resultados de 93.25 %, a pesar de existir diferencias numéricas, en el análisis de esta variable no hubo diferencias estadísticas. Para (Silva, 2018) un factor decisivo para incrementar el porcentaje de emergencia en el jengibre es el método de aplicación de los fertilizantes, especialmente en el caso de los fertilizantes mineralizados, cuya acción es más efectiva en relación a los fertilizantes químicos, sobre todo en época de pre emergencia, donde las plantas necesitan aprovechar la mayor cantidad de nutrientes presentes en el suelo.

Tabla 20. Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicacion	%	
M1: Aplicación Foliar	92.75	a
M2: Aplicación Edáfica	93.25	a
CV %	2.50	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.3. Altura de planta

En la tabla 21 se comprueban los efectos simples para la variable altura de planta en las diferentes edades evaluadas, donde se observa diferencias estadísticas entre los métodos de aplicación, en los 30 días de evaluación se muestra mayor altura de planta con el método de aplicación foliar, con 27.94 cm, en tanto que a los 60 días los mayores índices de altura se presentaron con la aplicación foliar de diatomeas, con 56.34 cm. En los 90 días de estudio la mayor altura se obtuvo con aplicaciones foliares de diatomeas, alcanzando los 76.55 cm de altura. En la altura de planta el método de aplicación es condicionante para la elongación de los tallos, es así que Medina, (2016), plantea que, al aplicar directamente sobre la planta, esta asimila casi de forma inmediata los elementos presentes en los fertilizantes, especialmente los fertilizantes de tipo mineralizados, incrementando su altura y área foliar.

Tabla 21. Efecto simple de la altura de planta por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos	30 días		60 días		90 días	
M1: Aplicación Foliar	27.94	a	56.34	a	76.55	a
M2: Aplicación Edáfica	23.37	b	44.99	b	59.65	b
CV %	2.74		3.17		2.00	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.4. Número de hijuelos

El efecto simple del número de hijuelos presenta mayor número con aplicación edáfica de diatomeas, esto comprueba lo expuesto por López y Colorado, (2013), que en especies que se aprovechan las raíces o bulbos, es recomendable aplicar los fertilizantes de manera edáfica para incrementar el volumen de sus raíces, en ocasiones para lograr una buena producción se complementando con aspersiones foliares de fertilizantes.

Tabla 22. Efecto simple del número de hijuelos por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicación	N° hijuelos	
M1: Aplicación Foliar	11.46	b
M2: Aplicación Edáfica	17.83	a
CV %	7.41	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.5. Número de rizomas

En la siguiente tabla 23 se presenta el promedio del número de rizomas cosechados, las diferencias estadísticas entre ambos métodos de aplicación ubican al método de aplicación edáfica con mejores resultados alcanzando promedios de 7.83 rizomas por planta. Brunner, (2019), explica que en la producción de jengibre una fertilización edáfica equilibrada estimula el llenado de rizomas, al estimular llenado de raíces incrementa el número de rizomas, sobre todo en jengibre que se aprovechan los rizomas.

Tabla 23. Efecto simple del promedio de número de rizomas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicación	N° rizomas	
M1: Aplicación Foliar	5.92	b
M2: Aplicación Edáfica	7.83	a
CV %	11.60	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.6. Longitud de rizomas

La tabla 24 analiza el efecto simple de la longitud de rizomas, donde se puede observar que la aplicación edáfica presenta mejores resultados con rizomas de 22.74 cm de largo, con diferencias estadísticas entre ambos métodos de aplicación. La longitud de los rizomas está en dependencia del método y tipo de fertilizante empleado, según Velez, (2016), aplicaciones de fertilizantes mineralizados como la tierra de diatomeas directamente al suelo permiten que la planta asimile estos nutrientes de mejor manera, mucho más si se complementa con riegos después de la aplicación del fertilizante.

Tabla 24. Efecto simple de la longitud de rizomas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicación	cm	
M1: Aplicación Foliar	18.37	b
M2: Aplicación Edáfica	22.74	a
CV %	4.37	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.7. Peso de rizomas

Para el efecto simple del peso de rizomas se analizan los dos métodos de aplicación de diatomeas, donde la aplicación edáfica presenta mejores resultados con 233.22 gramos de peso por rizoma, con diferencias estadísticas en relación al método de aplicación foliar. Es así que Velez, (2019) menciona una de las ventajas de la aplicación edáfica es que los elementos presentes en los fertilizantes se aprovechan de mejor manera con este método en especies que producen bulbos o rizomas.

Tabla 25. Efecto simple del peso de rizomas por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicación	g	
M1: Aplicación Foliar	203.70	b
M2: Aplicación Edáfica	233.22	a
CV %	5.35	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.1.2.8. Rendimiento (Tn/ha)

Los efectos simples del rendimiento del jengibre por hectárea evidencian que la aplicación edáfica mantiene los índices de producción más altos con 11.02 Tn/ha, en el análisis de esta variable se presentaron diferencias estadísticas entre ambos métodos de aplicación. Los

rendimientos por hectárea de acuerdo a Velez, (2019), en el cultivo de jengibre se pueden incrementar con un correcto manejo de fertilizantes, en base a un análisis de suelos y siguiendo un plan de fertilización, así como con la introducción de variedades mejoradas que son altamente productivas.

Tabla 26. Efecto simple del rendimiento Tn/ha por métodos de aplicación de tierra de diatomeas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre.

Métodos de aplicación	Tn/ha	
M1: Aplicación Foliar	9.42	b
M2: Aplicación Edáfica	11.02	a
CV %	5.15	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

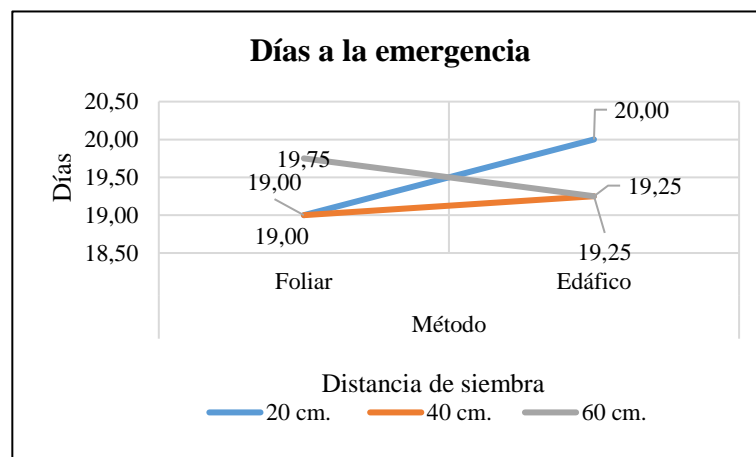
Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.2. Interacciones distancia de siembra – métodos de aplicación

11.2.1.1. Días a la emergencia de plantas

En la figura 1 se describe que existe similitudes en cuanto a la interacción entre el método de aplicación edáfica y foliar, así como con la distancia de siembra de 20 cm y 40 cm, con resultados de 20.00 días hasta el momento de la emergencia. Los días la emergencia de acuerdo a (Lopez & Colorado, 2013), determinan el poder germinativo de los rizomas, pero a más de esto dependen de las condiciones fisiológicas del suelo donde se cultive.

Figura 1. Interacción de días a la emergencia de plantas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.



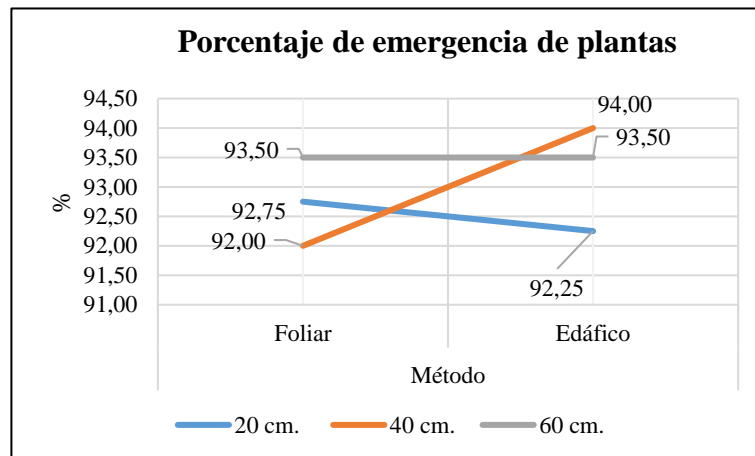
Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.2. Porcentaje de emergencia de plantas (%)

La interacción entre las distancias de siembra y los métodos de aplicación de diatomeas para la variable porcentaje de emergencia de plantas tal como se observa en la figura 2 muestra valores

superiores con aplicaciones edáficas de diatomeas y distanciamiento de 40 cm entre plantas, con resultados de 94% de germinación. La importancia del porcentaje de emergencia de acuerdo a (Brunner, 2019) es para calcular el tiempo desde que el material vegetativo emerge del suelo hasta un determinado tiempo, de esta manera podemos predecir el tiempo en el que la planta finalizara su ciclo fenológico para empezar a la producción.

Figura 2. Interacción del porcentaje de emergencia entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.



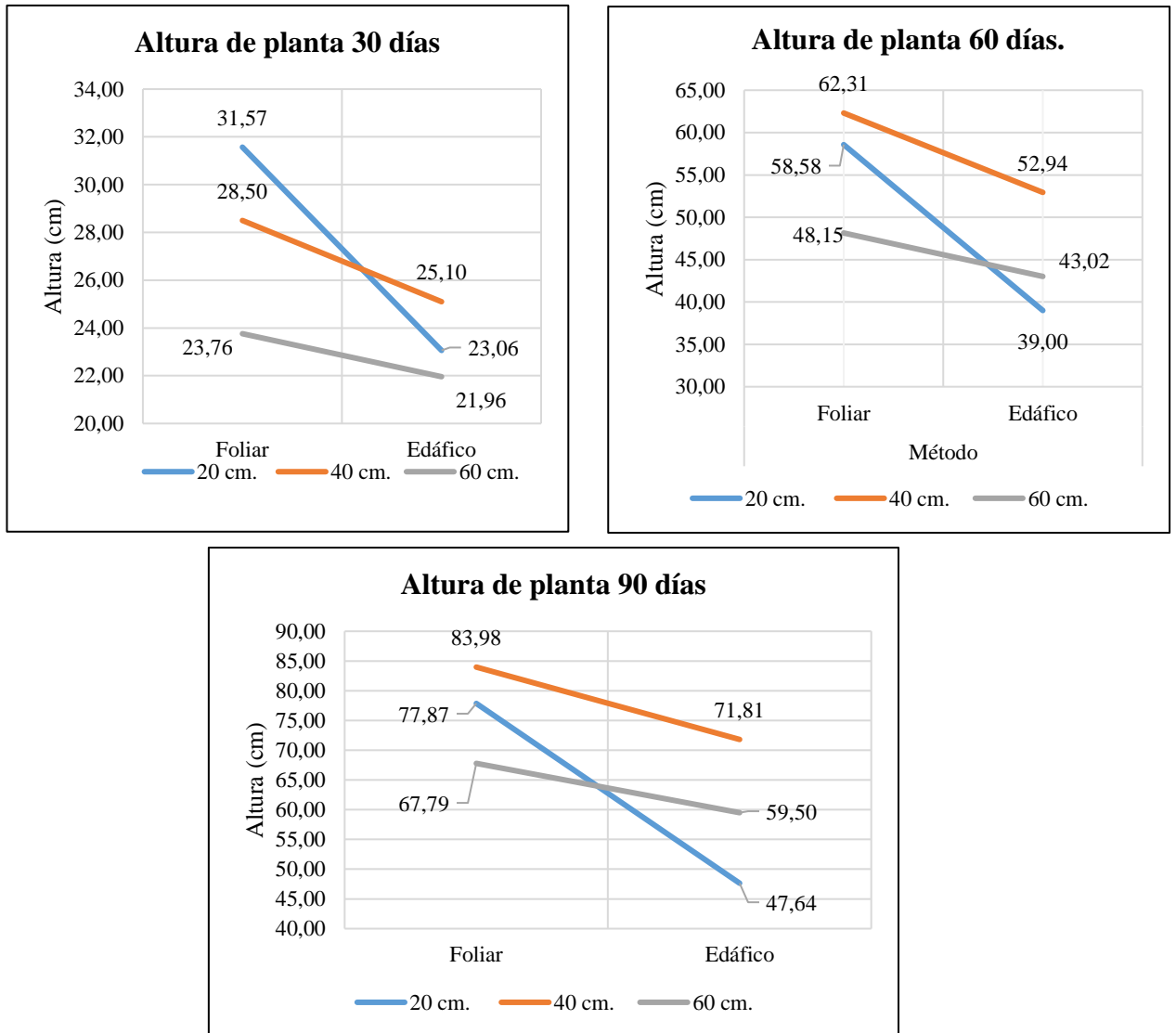
Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.3. Altura de planta (cm)

En la figura 3 se puede observar que a los 30 días la interacción entre la aplicación foliar de diatomeas y la distancia de 20 cm presenta mejores resultados, la línea de tendencia muestra valores similares entre la altura de 40 cm y los métodos de aplicación foliar y edáfico con 28.50 y 25.10 cm de altura. En los 60 días se puede notar que existe interacción entre la aplicación foliar en distancia de siembra de 40 cm, del mismo modo las interacciones entre los dos métodos de aplicación con distancias de siembra de 60 cm presentan valores similares con 48.50 y 43.02 respectivamente. Finalmente, a los 90 días de evaluación la interacción entre el método foliar y la distancia de 40 cm obtuvieron mayor altura con 89.98 cm, corroborando lo expuesto por Martínez, (2013), quien asegura que las aplicaciones foliares incrementan el tamaño de la planta.

La altura de planta es una medida para establecer parámetros de desarrollo vegetativo de las plantas, en este sentido, Blanco, (2015), asevera que las plantas de jengibre presentan diferente tamaño de altura, siendo las variedades nativas de mayor altura en relación a variedades introducidas, todo esto dependerá del material genético de la planta que se seleccione el material vegetativo.

Figura 3. Interacción de altura de planta entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.

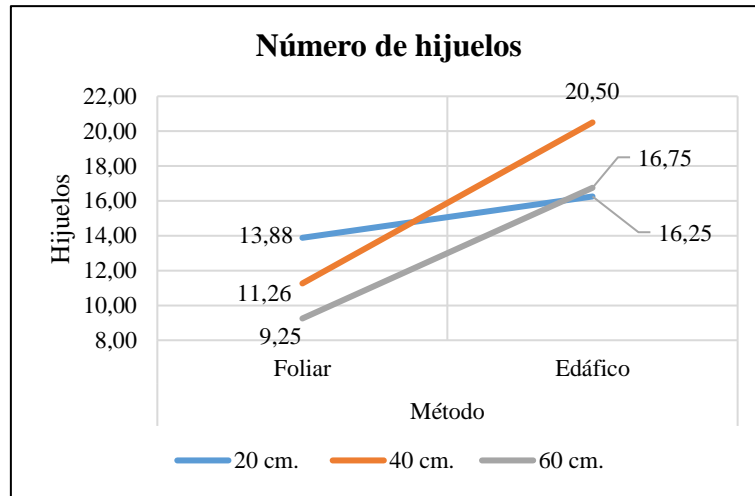


Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.4. Número de hijuelos

En la interacción del número de hijuelos se puede observar que las relaciones entre el método edáfico y la siembra a 40 cm con 20.50 hijuelos por planta, de hecho, Espinoza, (2016), sostiene que los hijuelos con mayor número se presentan en suelos fértiles con mayor concentración de microelementos, lo que representa que a mayor número de hijuelos se tendrán rizomas de mayor tamaño.

Figura 4. Interacción del número de hijuelos entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.

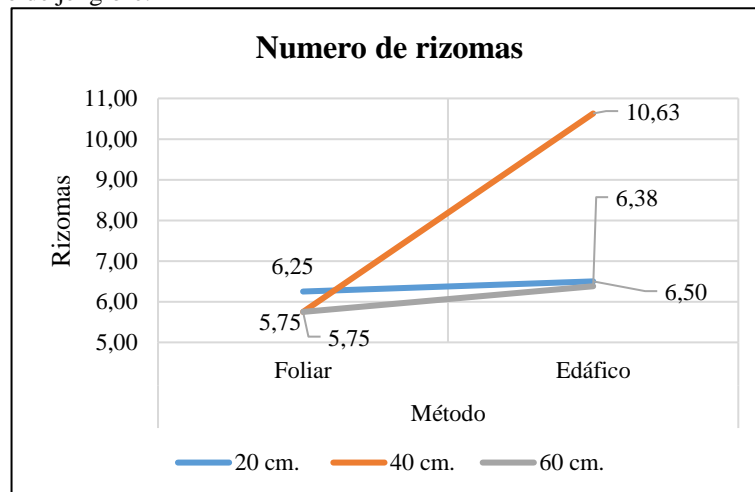


Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.5. Promedio de número de rizomas

Al analizar la interacción del número de hijuelos se puede observar que la aplicación edáfica de diatomeas sobre un distanciamiento de siembra de 40 cm, logra una mejor interacción entre los dos factores, alcanzando un resultado de 10.63 hijuelos por planta en promedio, presentando diferencias estadísticas en relación a los demás tratamientos. Velez, (2019), aclara que en variables que se requieren cuantificar numéricamente un solo exponente final, es necesario obtener los resultados en cifras decimales, para que no exista variaciones en las fuentes de obtención de datos. Por ello esta variable se expresó en promedios decimales y no en cifras únicas.

Figura 5. Interacción del promedio de numero de rizomas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.

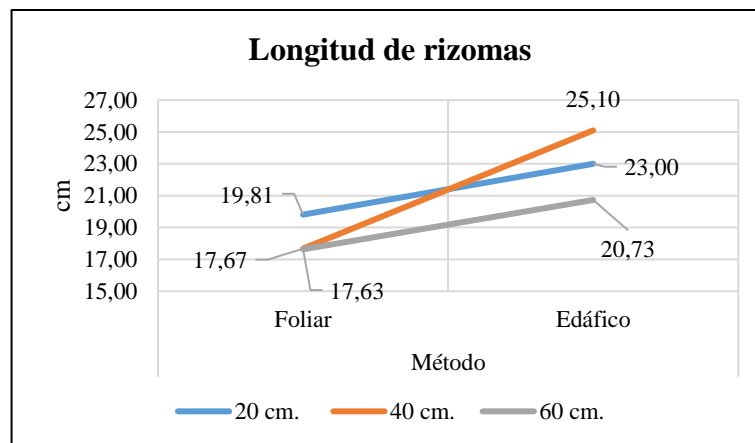


Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.6. Longitud de rizomas (cm)

En la figura 6 se presenta la interacción entre el método edáfico y la distancia de 40 cm con los resultados más prominentes, con 25.10 cm de longitud de rizomas, está demostrado lo expuesto por Silva, (2018), acerca de que los fertilizantes aplicados de manera edáfica presentan mejores resultados en plantas que concentran sus nutrientes en rizomas o raíces.

Figura 6. Interacción de longitud de rizomas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.

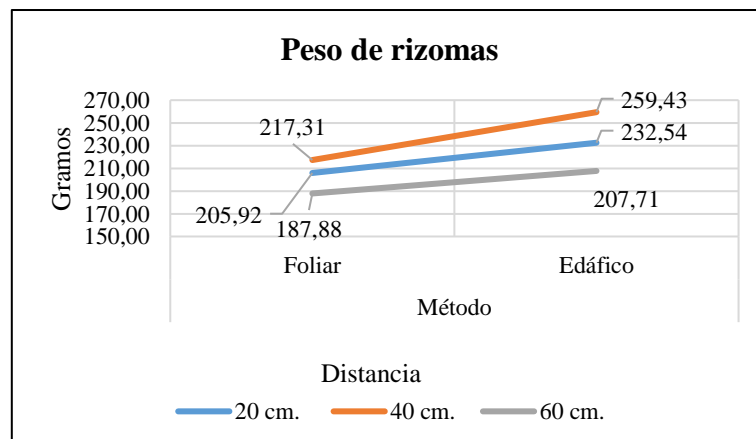


Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.7. Peso de rizomas (g.)

La interacción entre los dos factores para la variable peso de rizomas tuvo mejores resultados con el factor aplicación edáfica de diatomeas y la distancia de siembra de 40 cm entre planta, obteniendo un peso de 259.43 g por planta. La alta producción del presente ensayo se debe a los beneficios de la aplicación de diatomeas, así lo asevera Orellana, (2014), manifestando la importancia de la fertilización en la producción de jengibre.

Figura 7. Interacción del peso de rizomas entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre

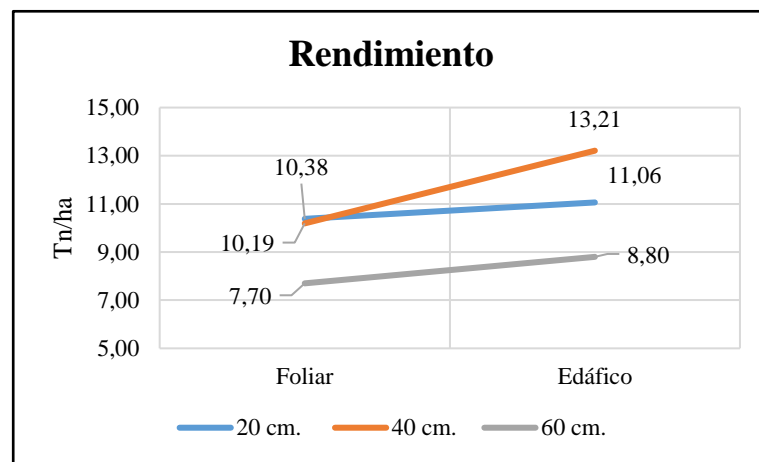


Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.2.1.8. Rendimiento Tn/ha

En la figura 8 se observa el rendimiento superior en la interacción de aplicaciones de diatomeas en distancias de siembras de 40 cm, con resultados de 13.21 tn/ha en cuanto a la interacción de la aplicación foliar y la distancia de 20 y 40 cm los resultados fueron similares con 10.38 cm y 10.19 cm para ambos casos. López y Colorado, (2013), mencionan que los altos rendimiento del jengibre se debe especialmente al manejo y el tipo de fertilización que se implemente.

Figura 8. Interacción del rendimiento por hectárea entre distancia de siembra y métodos de aplicación de diatomeas en el cultivo de jengibre.



Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

11.3. Análisis por tratamientos

11.3.1.1. Días a la emergencia de plantas (D)

Los días a la emergencia son importantes debido a que a partir del momento que la planta emerge se puede calcular el ciclo vegetativo de cualquier cultivo en específico. En esta variable no se registraron diferencias estadísticas, sin embargo T3 obtuvo el mejor resultado, con 19.00 días desde la siembra, siendo inferior a los datos obtenidos por Silva, (2018), quien a los 23 días registro los datos de emergencia, siendo superiores a los de Velez, (2019), presento las edades más tempranas en germinación con la aplicación de humus a los 29 días, Estos resultados según investigaciones realizadas por Brunner, (2019), se debe por las características del suelo, su composición química y disponibilidad de nutrientes que tenga la planta para absorber y asimilar mayor cantidad de nutrientes, sobre todo en el estado inicial y pre emergente donde el efecto de la fertilización no es aprovechada por completo, sin embargo las diatomeas al ser un fertilizante con contenidos de silicio y calcio pueden ser asimilados de manera más precoz por las plantas.

Tabla 27. Días a la emergencia de plantas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Días a la emergencia		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	19.00	a
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	20.00	a
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	19.00	a
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	19.25	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	19.75	a
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	19.25	a
T7: Testigo	19.00	a
CV %	6.63	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.2. Porcentaje de emergencia de plantas (%)

En la tabla 28 se describe el porcentaje de emergencia, donde T4 muestra los resultados más altos con 94.00 % de germinación, sin diferencia estadística sobre los demás tratamientos, los resultados obtenidos por Silva, (2018) fueron superiores con 97.00% de germinación aplicando un distanciamiento de 25.00 cm entre planta, de igual manera los datos obtenidos por Velez, (2019), superaron los de la presente investigación con 97.00% de germinación. Finalmente, el menor porcentaje de germinación se obtuvo con el tratamiento testigo, con el 90.75%. En esta variable no se registró diferencia estadística.

Tabla 28. Porcentaje de emergencia de plantas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Porcentaje de emergencia		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	92.75	a
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	92.25	a
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	92.00	a
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	94.00	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	93.50	a
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	93.50	a
T7: Testigo	90.75	a
CV %	2.30	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.3. Altura de planta (cm)

A continuación, se puede observar el análisis de la altura de planta, donde se evidencian diferencias estadísticas, sobre todo para el T1, con alturas promedio de 31.57 cm a los 30 días,

los demás tratamientos mantienen valores similares, a diferencia del testigo que obtuvo una menor altura con 16.59 cm, en esta edad Silva, (2018) reporta valores inferiores con 25.00 cm utilizando una distancia de siembra de 25 cm. En los 60 días el mejor resultado se alcanzó con T3, con alturas de 62.31 cm, mientras el T1 presento valores de 58.58 cm, el testigo obtuvo menor altura con 21.92 cm, presentando diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Al evaluar esta variable a los 90 días T2 mantiene los mayores resultados con 83.98 cm de altura, seguido de T1 con 77.87 cm. Los datos inferiores se dieron con Testigo 34.03 cm, existiendo diferencias estadísticas entre todos los tratamientos.

Tabla 29. Altura de planta en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Tratamiento	Altura de planta					
	30 días		60 días		90 días	
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	31.57	a	58.58	b	77.87	b
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	23.06	d	39.00	d	47.64	
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	28.50	b	62.31	a	83.98	a
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	25.10	c	52.94	c	71.81	b
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	23.76	c	48.15	d	67.79	c
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	21.96	d	43.02	c	59.50	d
T7: Testigo	16.59	e	21.92	e	34.03	e
CV %	2.72		3.16		2.00	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.4. Número de hijuelos (u)

En cuanto al número de hijuelos, en el análisis estadístico mostro diferencias significativas entre todos los tratamientos, especialmente en comparación con te testigo. El mejor resultado se registró con T4, cuyos datos fueron de 20.50 hijuelos por planta, siendo inferiores a Espinoza, (2016) con 22.87 hijuelos por planta con aplicaciones de silicatos, sin embargo fueron superiores a Velez, (2019), quien aplicando extracto de algas obtuvo 19.30 brotes por planta, de igual manera Orellana, (2014), presento menor número de hijos con 17.97 brotes con aplicaciones de gallinaza; así mismo los resultados de la investigación superaron a Silva, (2019) con un numero de hijuelos de 15.00 hijuelos con distancias de siembra de 30.00 cm entre planta. Las investigaciones realizadas por Blanco, (2015), en cuanto la diversidad de genotipos de jengibre evidencia que el número de hijuelos determina las características de longitud y tamaño de rizomas del jengibre.

Tabla 30. Número de hijuelos en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Número de hijuelos		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	13.88	c
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	16.25	b
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	11.26	d
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	20.50	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	9.25	d e
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	16.75	b
T7: Testigo	4.38	e
CV %	7.81	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.5. Promedio de número de rizomas (u)

La variable promedio de número de rizomas mantuvo una leve diferencia estadística debido al conteo por unidad de los rizomas de cada planta, donde se pudo notar que el mayor número de rizomas se registró en T4, con 10.63 rizomas por planta, siendo inferiores a los resultados obtenidos por (Silva, 2018) quien alcanzó 10.86 rizomas por planta con distancias de siembra de 25.00 cm entre plantas, manteniendo los 50 cm entre hileras. En cuanto al menor número de rizomas por planta se registró con el testigo con 3.00 rizomas. La determinación del número de rizomas de acuerdo a lo establecido por Reyes *et al.* (2016), se realiza en variedades mejoradas y destinadas a la exportación, donde se puede notar a simple vista la separación entre rizomas.

Tabla 31. Número de rizomas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Número de rizomas		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	6.25	b
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	6.50	b
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	5.75	b
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	10.63	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	5.75	b
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	6.38	b
T7: Testigo	3.00	c
CV %	12.36	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.6. Longitud de rizomas (cm)

La siguiente tabla muestra que la aplicación edáfica de diatomeas en distancias de 40 cm entre planta alcanzo la mayor longitud de rizoma con 24.50 cm, siendo superior a la longitud lograda por Brunner, (2019), de 21.62 cm en distancias de siembra de 30.00 cm; aun así el resultado de esta investigación es inferior a lo obtenido por Velez, (2019), con aplicaciones edáficas de fitohormonas registro una longitud de 30.64 cm, para los demás tratamientos, sobre todo T2 y T6 los resultados fueron similares debido al método de aplicación edáfico utilizado en estos tratamientos, que de acuerdo a Orellana, (2019), la fertilización edáfica tiene mejores resultados en especies donde se aprovecha la raíz como el jengibre. En cuanto al análisis de la longitud de rizomas presento diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 32. Longitud de rizomas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas.

Longitud de rizomas		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	19.81	b
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	23.00	a
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	17.67	d
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	24.50	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	17.63	d
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	20.73	c
T7: Testigo	12.80	d
CV %	4.49	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.7. Peso de rizomas (g)

Los rizomas de mayor peso se presentaron en el tratamiento de aplicación edáfica de diatomeas y una distancia de 40 cm entre plantas con resultados de 259.43, con diferencia estadística entre todos los tratamientos, esos datos son inferiores a los de (Espinoza, 2016), que obtuvo 286.28 gramos de peso por rizoma, de igual manera en ensayos utilizando la combinación de gallinaza más urea Orellana, (2014), alcanzo mayores promedios de peso por rizoma con 378.28 gramos; los resultados de Silva, (2014), y Brunner, (2019) fueron inferiores a la presente investigación al obtener un peso por rizoma de 234.82 y 178.15 gramos respectivamente. En cuanto a T2 y T3, se puede observar que tuvieron similares valores en peso con 232.54 y 217.31 gramos por rizoma. Los resultados con menor peso se observan en el testigo, al no incorporar ningún abono alcanzo un peso por rizoma de 116.38 gramos, existiendo diferencias estadísticas significativas en comparación con los tratamientos que se aplicaron las diatomeas.

Tabla 33. Peso de rizomas en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Peso de rizomas (g)		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	205.92	b c
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	232.54	a b
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	217.31	b
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	259.43	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	187.88	c
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	207.71	b c
T7: Testigo	116.38	d
CV %	5.73	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.3.1.8. Rendimiento (Tn/ha)

La siguiente tabla muestra los rendimientos en Tn/ha en la producción de jengibre, donde se puede evidenciar mayores rendimientos en el tratamiento 4, con 13.21 tn/ha, seguidos por T2, con rendimientos promedio de 11.06 tn/ha; para los tratamientos 1 y 3 los valores de rendimiento son similares con 10.38 y 10.19 tn/ha. El rendimiento por hectárea de esta investigación es más alto al obtenido por Velez, (2019), 11.87 tn/ha, así como también supero a los datos obtenidos por Brunner, (2019), con 12.8 tn/ha. Las diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio corresponden a la incorporación de diatomeas en los tratamientos, así como al distanciamiento de siembra entre las unidades experimentales.

Como se pudo observar el rendimiento por hectárea del cultivo de jengibre tiene mejores resultados en el método de fertilización edáfica debido a que la planta absorbe los fertilizantes para concentrar los elementos presentes en las diatomeas en el rizoma, incrementando el peso lo que se traduce con un mayor rendimiento por hectárea. Es conocido que las labores culturales como el aporcado ayudan a mantener un rizoma de mayor consistencia, por el efecto de incorporar el suelo en todo el rizoma de la planta, tal como lo sustenta (Silva, 2018).

Tabla 34. Rendimiento por hectárea en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

Rendimiento Tn/ha.		
Tratamiento		
T1: D. 20 cm. + Aplicación foliar	10.38	b
T2: D. 20 cm. + Aplicación edáfica	11.06	b
T3: D. 40 cm. + Aplicación foliar	10.19	b
T4: D. 40 cm. + Aplicación edáfica	13.21	a
T5: D. 60 cm. + Aplicación foliar	7.70	c
T6: D. 60 cm. + Aplicación edáfica	8.80	c
T7: Testigo	3.87	d
CV %	5.70	

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

11.4. Análisis de costos

En el análisis de costos se puede observar que la aplicación de diatomeas en distancias de siembra de 60 cm presenta los mayores costos de producción, con USD. 9.31. En base al precio actual del jengibre de 3.30 USD/kg, y tomando en cuenta la mayor producción por kilogramos obtenido por T4 (aplicación edáfica de diatomeas en distancias de siembra de 40 cm) con 4.66 kg/tratamiento se determinó que este tratamiento presento mayores ingresos económicos con USD. 15.38, así como la mejor relación beneficio/costo con USD. 0.74 por cada unidad económica invertida en la producción de jengibre, lo que lo convierte en un tratamiento altamente rentable.

Tabla 35. Análisis de costos en la evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfica de tierra de diatomeas.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Insumos							
Material vegetativo	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73
Tierra de diatomeas	1,53	1,53	1,87	1,87	2,36	2,36	
Equipos	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
Herramientas	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Labores culturales	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Total de costos	8,48	8,48	8,82	8,82	9,31	9,31	6,95
Producción Kg/Trat.	3,69	4,18	3,91	4,66	3,36	3,73	2,08
Precio Kg.	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Total de Ingresos	12,18	13,79	12,90	15,38	11,09	12,31	6,86
Beneficio Neto	3,70	5,31	4,08	6,56	1,78	3,00	-0,09
RB/C	0,44	0,63	0,46	0,74	0,19	0,32	-0,01

Elaborado por: Palacios y Vera (2022).

12. IMPACTOS

Ambientales

A nivel ambiental el proyecto de investigación tuvo impactos positivos, el manejo de la investigación se realizó sin aplicaciones de productos químicos, así mismo las labores culturales se efectuó manualmente sin causar daño al medio ambiente. Si bien es cierto que la tierra de diatomeas es un fertilizante mineralizado con alto contenido de silicio, su uso no afecta al suelo a diferencia de los productos químicos.

Técnicos

En la producción de jengibre no existe un manejo técnico establecido, por ello en el desarrollo del proyecto se establecieron parámetros técnicos como la dosificación de las diatomeas y el método de aplicación, de igual manera se pudo definir técnicamente la distancia de siembra más apropiada para el cultivo de jengibre.

Sociales

Los impactos sociales están determinados en la transferencia de tecnología a los agricultores, mediante la ejecución del proyecto se pudo dar a conocer a los beneficiarios la importancia de la fertilización con tierra de diatomeas, así como el manejo del cultivo logrando mantener una agricultura sostenible y sustentable.

Económicos

El jengibre es un cultivo altamente rentable, sobre todo si se utilizan variedades mejoradas, de alto rendimiento y que se adapte a las condiciones adversas, los impactos económicos positivos se ven reflejados en su comercialización que en la actualidad se ha incrementado considerablemente. Por otro lado, es conocido la tierra de diatomeas a más de proporcionar una fuente de nutrientes a la planta, al mismo tiempo es un método eficaz para el manejo integrado de plagas y enfermedades, lo que disminuye los costos de producción en el tema de fitosanidad incrementando la rentabilidad del cultivo.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se detalla el presupuesto utilizado para la ejecución del proyecto de investigación.

Tabla 36. Presupuesto de la investigación

Insumos	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio total
Análisis de suelo	Unidad	1	32,00	32,00
Material vegetativo	Kg	60	0,75	45,00
Tierra de diatomeas	Saco	1	32,16	32,16
Bombas de aspersión	Unidad	2	5,25	10,50
Balanza de precisión	Unidad	1	22,00	22,00
Estacas	Unidad	10	1,25	12,50
Identificaciones	Unidad	40	0,85	34,00
Flexómetro	Unidad	2	1,50	3,00
Calibrador digital	Unidad	1	28,00	28,00
Herramientas	Unidad	1	35,00	35,00
Labores culturales	Jornal	6	15,00	90,00
Siembra	Jornal	1	15,00	15,00
Transporte	Unidad	4	15,00	60,00
Subtotal				419,16
Otros gastos	Unidad	1	50,00	41,92
Total USD				461,08

Elaborado por: Vera & Palacios (2022).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En lo referente al desarrollo vegetativo de la planta, sobre todo en los días a la emergencia y altura de planta, la aplicación foliar de tierra de diatomeas alcanzo los mejores resultados, no obstante, en las variables de producción, la aplicación edáfica de diatomeas obtuvo mayores promedios en número de bulbos, rizomas de mayor longitud con pesos que superan los demás tratamientos.
- En tanto a la distancia de siembra más apropiada para la siembra y producción de jengibre, resulto ser la de 40 cm entre planta, en combinación con el método de aplicación de tierra de diatomeas de forma edáfica, la planta absorbe y asimila de mejor manera los elementos disponibles en el fertilizante, concentrándolos en los rizomas incrementando su producción y rendimiento.
- En la parte económica, la distancia de siembra de 40 cm entre plantas, con aplicaciones edáficas de diatomeas obtuvo una mejor relación beneficio costo, siendo el tratamiento con mayor rentabilidad económica. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que manifiesta: Al menos un determinado distanciamiento de siembra en específico, con un método de aplicación de tierra de diatomeas mostrará mejores características agronómicas y alta productividad en el cultivo de jengibre.

Recomendaciones

- El manejo del jengibre con un distanciamiento de 40 cm entre plantas y 50 cm entre hileras, siempre combinando con las Buenas Prácticas Agrícolas y labores culturales apropiadas como fertilización y aporcado representa una alternativa económicamente rentable.
- Utilizar fertilizantes mineralizados como la tierra de diatomeas, así como variedades mejoradas de jengibre para de esta manera incrementar la producción y tener mejores resultados económicos.
- Continuar con investigaciones en la producción de jengibre con fertilizantes mineralizados que a más de aportar nutrientes al suelo sirven como un método para controlar plagas y enfermedades, los cuales por desconocimiento de los agricultores no son utilizados en la agricultura.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, O., & Torres, A. (2010). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politécnica*, 23-28.
- Avalos, V., Vasquez, I., & Villa, J. (2016). Impacto de tierra de diatomeas sobre *Arceuthobium globosum*. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3-8.
- Blanco, E. (2015). Diversidad genética del jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe.). *Revista Entramado*, 190-199.
- Brunner, J. (2019). Densidad de siembra en el rendimiento de *Zingiber officinale* Rosc. “kion” en Zungarococha, Iquitos. Tesis de Grado, Universidad de Piura, Facultad de Agronomía, Piura.
- Castillo, H., & Hembra, L. (2015). Fertilización química en el cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*), en la zona de Buena Fe. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, Quevedo.
- Cermeño, P. (2020). Diatomeas, fertilizantes y el combustible del futuro. Barcelona: Editorial CSIC.
- Chavarria, M., Uribe, L., & Bolaños, A. (2016). Microorganismos benéficos en el control de enfermedades en jengibre. *Revista Agronomía Costarricense*, 67-79.
- Espinoza, S. (2016). Uso de metabolitos de silicio en el manejo de rizomas de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Lima.
- Estrella, M., Minchala, R., Ramirez, A., Torres, L., Romero, L., & Gonzalez, F. (2021). La medicina herbaria como prevención y tratamiento frente al COVID-19. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39, 78-93.
- Fabila, L., Adame, S., & Serrato, 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*, 69-77.

- FAO. (2019). El jengibre y su relación con el comercio exterior en la economía. Estadísticas de la FAO, 82-93.
- Fernandez, J. (2018). Ensayo para la mejora de estreses abióticos y bióticos con tierra de diatomeas. InnoPlant, 4-11.
- GADM La Mana. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial periodo 2015-2019. Obtenido de Municipio de La Mana: <http://lamana.gob.ec/download/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-la-mana-2015-2020/>
- Garcia, J., Ruiz, N., Lira, R., Vera, I., & Mendez, B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. AgroNano Tecnologia, 78-83.
- Gerdane, C., Garcia, J., Moura, M., Freire, R., Zaneti, M., & Coelho, M. (2020). Eficacia del jengibre en la reducción de los niveles metabólicos de personas con diabetes: un ensayo clínico aleatorizado. Revista Latinamericana de Enfermería, 87-92.
- Him, Y., & Paez, J. (2014). Anatomía foliar comparada de plantas de Jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) cultivadas en tres ambientes de crecimiento. Revista Digital Bioagro, 57-63.
- Husqvarna. (2021). Tierra de diatomeas. Ficha técnica de tierra de diatomeas, 2.
- Iza, P. (2016). Estudio y análisis del jengibre y sus usos en la gastronomía típica de la sierra ecuatoriana que se consume en la ciudad de Quito. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Turismo y Conservación Natural, Quito.
- Jaramillo, C. (2021). Efecto de nitrógeno, fósforo y potasio más tierra de diatomea en el cultivo de plátano (*Musa aab*), cantón Milagro, provincia del Guayas. Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Milagro.
- La Torre, L. (2020). Evaluación Del Efecto Antiinflamatorio Del Jengibre. Tesis de Grado, Universidad Católica Santa María, Programa de Farmacia y Bioquímica, Arequipa.

- Li Lujiu, G., Jiegun, G., & Lin, Z. (2019). Respuesta del jengibre a aplicaciones directas de Potasio. *Informaciones Agronomicas*, 72-89.
- Lopez, M., & Colorado, L. (2013). Proyecto de producción y comercialización del jengibre para consumo local y como alternativa de exportación en el cantón Marcabeli en la provincia de El Oro. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Agronomía, Guayaquil.
- Martinez, L. (2013). Efecto de la diatomita en las propiedades del suelo para reducir el impacto ambiental causado por el uso de fertilizantes químicos. Tesis de Grado, Universidad Autónoma del Estado de Mexico, Facultad de Química.
- Medina, K. (2016). El jengibre: raíz saludable. *Revista alimentacion saludable*, 7-11.
- Mendez, A., & Castellanos, L. (2019). Eficacia de la tierra de diatomeas y la cal sobre arionidos y agriolimácidos. *Revista digital Sanidad vegetal y protección de cultivos*, 74-79.
- Molina, J., Carrera, N., & Fuentes, V. (2020). Eficacia de Tierra Diatomea para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en un silo metálico. *Revista de Protección Vegetal*, 5-16.
- Navarro, E., & Avellan, B. (2015). Desarrollo y Promoción de una conserva artesanal a base de Jengibre (*Zingiber officinale*). Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil.
- Nuñez, O., Delgado, V., Almeida, R., & Cruz, S. (2021). Suplementación de jengibre en codornices como alternativa nutricional en la producción y calidad de huevo. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 78-85.
- Orellana, R. (2014). Evaluación del efecto de dos fuentes de fertilizantes en el rendimiento de jengibre (*Zingiber officinale* R.), en la finca Bulbuxya, San Miguel Panan, Suchitepequez. Tesis de Posgrado, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.

- Oscullo, P. (2014). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) variedad hawaiano, en San Lorenzo provincia de Esmeraldas. *Tecnología agrícola en línea*, 5-12.
- Puentes, A., & Silva, A. (2020). Factores que contribuyen al incremento de la exportación de jengibre fresco producido en la región Junín para el periodo 2012-2018. Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Programa de Administración y Negocios Internacionales, Lima.
- Reyes, A., Castro, H., & Quijano, C. (2016). Obtención de extractos de jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista de la Academia Colombiana*, 3-11.
- Salazar, N. (2021). efectos comparativos de la fertilización foliar en la producción del cultivo de jengibre con riego por goteo. Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Milagro.
- Silva, I. (2018). Establecimiento del cultivo, cosecha y postcosecha de jengibre (*Zingiber officinale*), con dos densidades de siembra, en el cantón Lago Agrio. *Cultivos tropicales*, 7-12.
- Velez, N. (2019). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) sembrado en el cantón Quevedo. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, Quevedo.
- Viteri, L. (2019). Potencial de tierra de diatomeas como una herramienta de manejo contra las infestaciones de *Acanthoscelides obtectus*. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 11-18.
- Yopez, A. (2021). Características de la variedad Alpina galanga. *Ficha Técnica del jengibre Alpina*, 2.

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesación de derechos

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Palacios Cedeño Jennifer Beatriz C.C. 0929754810 y Vera Laje Maday Marcela con C.C. 0504056235, de estado civil solteras y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LAS CEDENTES**; y, de otra parte, el PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LAS CEDENTES** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes como complemento a la fertilización orgánica en el cultivo de café (*Coffea arabica*)” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Febrero 2017 – Agosto 2022.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Natalia Zambrano Cuadro MSc.

Tema: “Evaluación de tres distancias de siembra del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) con aplicaciones foliar y edáfico de tierra de diatomeas”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los días del mes de marzo del 2022.

Palacios Cedeño Jennifer Beatriz

LA CEDENTE

Vera Laje Maday Marcela

LA CEDENTE

PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

Anexo 2. Certificado reporte de Urkund



Document Information

Analyzed document	URKUN_PALACIOS_Y_VERA.pdf (D143282599)
Submitted	8/26/2022 12:09:00 PM
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS-GUADALUPE SIGCHA.pdf Document TESIS-GUADALUPE SIGCHA.pdf (D132959804) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com		26
SA	Velez N - Proyecto de Investigacion.docx Document Velez N - Proyecto de Investigacion.docx (D58300267)		2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / URKUN_MARTINEZ_YEPEZ.pdf Document URKUN_MARTINEZ_YEPEZ.pdf (D143271048) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com		3
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis_Palacios_y_Vera.pdf Document Tesis_Palacios_y_Vera.pdf (D143263661) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com		1
SA	Tesis NALDA URKUND.docx Document Tesis NALDA URKUND.docx (D110590522)		2

Entire Document

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO De acuerdo a Acuña y Torres, (2010) el jengibre es uno de los cultivos no tradicionales con mayor significancia en el Ecuador, es por ello que esta especie ha cobrado importancia en los últimos años desarrollándose en zonas agrícolas ocupadas anteriormente como monocultivos tradicionales de cacao, café o cultivos de ciclo corto como maíz y arroz, sin embargo, por el manejo y fertilización convencional con productos químicos, es necesario reducir las aplicaciones de estos productos nocivos, con el fin de

Anexo 3. Aval de ingles



**CENTRO
DE IDIOMAS**

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) CON APLICACIONES FOLIAR Y EDÁFICO DE TIERRA DE DIATOMEAS”**, presentado por **Palacios Cedeño Jennifer Beatriz y Vera Laje Maday Marcela**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería de Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads 'Elizabeth Hinojosa'.

Mg. Wendy Núñez
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041

Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor

HOJA DE VIDA**Información personal**

Cédula	Apellidos	Nombres	Sexo
1206241422	Zambrano Cuadro	Natalia Geoconda	Femenino
Fecha de nacimiento	Nacionalidad	Estado civil	Tipo de sangre
17/08/1986	Ecuatoriana	Casada	O+Positivo
Dirección provincia		Dirección cantón	
Los Ríos		Quevedo	

Instrucción formal

Nº	Títulos de Pregrado	Universidad	Nº Registro SENESCYT	País	Año
1	Magister en Desarrollo y Medio Ambiente	UTEQ	1014-11-1039799	ECUADOR	2015
2	Ingeniero Agropecuario	UTEQ	1014-11-1063662	ECUADOR	2011
3	Tecnólogo Agropecuaria	UTEQ	1014-11-1039799	ECUADOR	2011

Experiencia académica e investigativa

Nº	Experiencia docente	Ocupación	De mes-año	A mes-año
1	Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná	Docente	10-10-2016	actualidad
2	Instituto Técnico Superior Agropecuario " Ciudad de Valencia"	Docente	05/02/2013	05/02/2016
3	Unidad Educativa "Ciudad Valencia"	Docente	10/01/2012	10/01/2013
4	Unidad Educativa "Eloy Alfaro"	Docente	10/02/2011	10/01/2012
5	Unidad Educativa Particular American Cristhian School	Docente	02/01/2010	05/01/2011

Anexo 5. Hoja de vida de las estudiantes investigadoras

Palacios Cedeño Jennifer Beatriz

INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriana
Cédula de ciudadanía: 092975481-0
Fecha de nacimiento: 06 de enero de 1997
Domicilio: Valencia, Calle Camilo Arévalo y Callejón.
Teléfonos: 0978892904
Correo electrónico: Cedenob1997@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Unidad Educativa “Ciudad de Valencia”

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TÍTULOS

- Bachiller Técnico “Servicios de Contabilidad”

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Seminario: III JORNADAS AGRONÓMICAS**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná.

Lugar y fecha: La Maná 20, 21 y 22 de Junio del 2018

Tiempo: 40 horas

- **Seminario: “III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA”**

Dictado: Agrocalidad y Universidad Técnica De Cotopaxi.

Lugar y fecha: La Mana 19, 20, y 21 de junio del 2019

Tiempo: 40 horas

- **Seminario: IV JORNADAS AGRONÓMICAS**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná.

Lugar y fecha: La Maná 14, 15 y 16 de Julio del 2021

Tiempo: 40 horas

Vera Laje Maday Marcela

INFORMACIÓN PERSONAL

Nacionalidad: Ecuatoriana

Cédula de ciudadanía: 0504056235

Fecha de nacimiento: 10 de julio 1996

Domicilio: La Maná – Rcto. Chipe Hamburgo 2

Teléfonos: 0980457888

Correo electrónico: maday.vera6235@utc.edu.ec - madayvera10@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Segundo Nivel: Colegio de Bachillerato “La Maná”

Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TÍTULOS

- Bachiller en Ciencias Sociales

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- **Seminario: “IV Jornadas Agronómicas UTC-La Maná.”**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi, “Extensión La Maná”, con el aval de La Universidad Técnica de Cotopaxi.

Lugar y fecha: La Maná 14, 15 y 16 de Julio del 2021

Tiempo: 40 horas

- **Seminario: “VI Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Maná.”**

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

Lugar y fecha: Online 17, 18, 19, 20 y 21 de Enero del 2022

Tiempo: 40 horas.

Anexo 6. Evidencias fotográficas

Fotografía 1. Limpieza y adecuación del terreno



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 2. Diseño de parcelas experimentales



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 3. Elaboración de parcelas



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 4. Siembra de rizomas



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 5. Emergencia de plantas de jengibre



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 6. Dosis de aplicación de diatomeas



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 7. Aplicación foliar de diatomeas



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 8. Aplicación edáfica de diatomeas



Fuente: Palacios & Vera (2022).

Fotografía 9. Registro de datos experimentales



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 10. Aplicación de tierra diatomeas



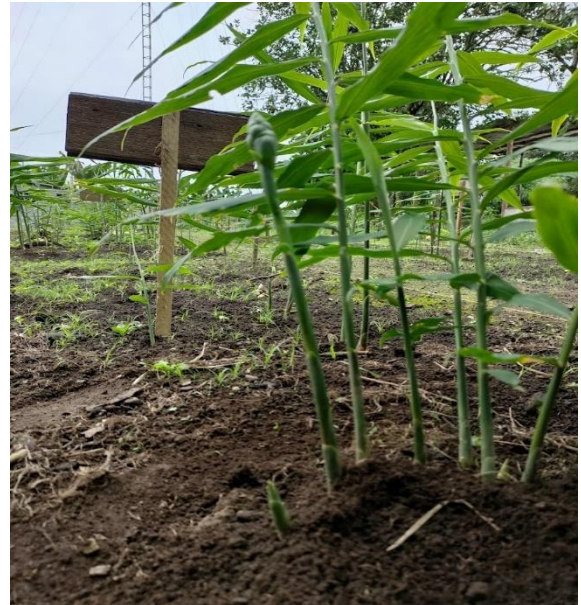
Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 11. Datos de altura de planta



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 12. Aporcado de plantas



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 13. Cosecha de jengibre



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 14. Numero de hijuelos y rizomas



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 15. Longitud de y peso de rizoma



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Fotografía 16. Asesoramiento de la docente tutora



Fuente: Palacios & Vera (2022)

Anexo 7. Reporte de análisis de suelos

Análisis físico de suelos

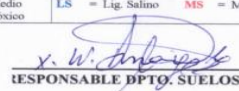
N° Muest.		meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
Laborat.		Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
104361						5,4 A	10,0	4,00	44,00	11,25			40	53	7	Franco-Limoso


DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: VERA LAJE MADAY MARCELA			Nombre	: S/N			Cultivo Actual	:		
Dirección	: LA MANÁ / COTOPAXI			Provincia	: Cotopaxi			N° de Reporte	: 8656		
Ciudad	: LA MANÁ			Cantón	: La Maná			Fecha de Muestreo	: 22/08/2021		
Teléfono	: 0961820931			Parroquia	:			Fecha de Ingreso	: 25/08/2021		
Fax	: madayvera10@gmail.com			Ubicación	:			Fecha de Salida	: 07/09/2021		

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl		
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo		
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Moy Salino	M = Medio		
T = Tóxico			A = Alto		

ABREVIATURAS		
C.E.	=	Conductividad Eléctrica
M.O.	=	Materia Orgánica
RAS	=	Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA		
C.E.	=	Conductímetro
M.O.	=	Titulación de Welkley Black
Al+H	=	Titulación con NaOH


RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA


RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

Análisis químico de suelos

N° Muest.		Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm				
Laborat.		Identificación	Área		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
104361		Mday Vera		6,1 LAc	32 M	6 B	0,25 M	10 A	1,0 M	14 M	6,9 M	5,4 A	301 A	8,4 M	0,45 B

DATOS DEL PROPIETARIO						DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: VERA LAJE MADAY MARCELA					Nombre	: S/N			Cultivo Actual	:		
Dirección	: LA MANÁ / COTOPAXI					Provincia	: Cotopaxi			N° Reporte	: 8656		
Ciudad	: LA MANÁ					Cantón	: La Maná			Fecha de Muestreo	: 22/08/2021		
Teléfono	: 0961820931					Parroquia	:			Fecha de Ingreso	: 25/08/2021		
Fax	: madayvera10@gmail.com					Ubicación	:			Fecha de Salida	: 07/09/2021		

INTERPRETACION					
pH			Elementos: de N a B		
MAc = Muy Acido	LAc = Liger Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	

METODOLOGIA USADA			EXTRACTANTES	
pH	=	Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
N,P,B	=	Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
S	=	Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	=	Absorción atómica	B,S	


RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS


RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

Anexo 8. Distribución de parcelas experimentales

