



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS**

**“Análisis de cómo influye diferentes porcentajes de zeolita en el cultivo  
y crecimiento de una planta frutal”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

**INGENIERA EN MINAS**

**Autor:**

**YAJAIRA GUADALUPE CARLOSAMA LUNA**

**Director:**

**ERNESTO PATRICIO FEIJOO CALLE**

**CUENCA, ECUADOR**

**2023**



## **Dedicatoria**

Dedico con todo cariño a Dios junto con mis padres y hermanas, Wilson y Orlanda quienes me han ayudado en los mejores y peores momentos con el apoyo emocional y económico para salir adelante, sin ellos no lo hubiera logrado, todos mis logros los debo a mis padres por el apoyo incondicional.

A Daniela quien ha sido mi apoyo durante mi carrera con sus consejos y valores para formarme como profesional.

A mis compañeros y amigos que me ayudaron durante mi trayecto estudiantil, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento.

## **Agradecimiento**

Principalmente agradezco a Dios por la fortaleza que me ha dado para seguir adelante a pesar de muchos obstáculos

A mis padres por su amor infinito y paciencia, quienes supieron darme ánimos constantes a lo largo de mi carrera universitaria.

Mi agradecimiento también va dirigido a los docentes que fueron mentores de mi formación profesional

Al Ing. Núñez por su ayuda en todos los trámites correspondientes y su disponibilidad.

Al Ing. Feijoo por la ayuda como profesor y tutor de tesis, supo asesorarme en lo elemental.

Ing. Luna por las enseñanzas recibidas y por su carisma para ayudar en este trabajo.

Ing. Valencia quien con sus conocimientos nos ha inspirado a ser mejores profesionales cada día, las grandes enseñanzas que nos llevamos por su exigencia.

**Resumen:**

La realización del presente trabajo tuvo como objetivo investigar el efecto de diferentes porcentajes de zeolita adicionados al cultivo de una planta frutal, específicamente fresa (*Fragaria xananassa*). La zeolita, es conocida como un mineral poroso de origen volcánico, el cual muestra propiedades beneficiosas en la agricultura, como la retención y liberación de nutrientes, la mejora de la estructura del suelo y la estimulación del crecimiento de las plantas. Sin embargo, se requiere una comprensión más profunda de cómo la zeolita afecta el cultivo de plantas frutales, en particular la fresa. Para llevar a cabo esta investigación, se realizó un experimento en condiciones controladas, utilizando diferentes porcentajes de zeolita en el sustrato de cultivo de fresas. Evaluando distintas variables como el crecimiento vegetativo, así como la calidad de las fresas cosechadas, para comparar los resultados obtenidos con un grupo de control que no contenía zeolita en el sustrato.

**Palabras clave:** Zeolita, cultivo, fresa, planta., sustrato

**Abstract:**

The purpose of carrying out this work was to investigate the effect of different percentages of zeolite added to the cultivation of a fruit plant, specifically strawberry (garden strawberry). Zeolite, a porous mineral of volcanic origin, has been identified as a substance that exhibits advantageous properties in agriculture, such as nutrient retention and release, soil structure enhancement, and stimulation of plant growth. It is essential to develop a deeper understanding of the influence of zeolite on the cultivation of fruit plants, particularly strawberries. In order to conduct this research, a controlled experiment was carried out, which involved varying the zeolite proportions in the cultivation substrate for strawberries. Evaluating several aspects, such as vegetative growth, the development of roots, flowers, fruit production, and strawberry quality, to compare the results obtained with a control group that did not contain zeolites in the substrate material.

**Keywords:** Zeolite, crop, plant., strawberry, substrate



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

## Índice de contenidos

|   |     |
|---|-----|
| Dedicatoria.....  | ii  |
| Agradecimiento.....   | iii |
| Resumen:.....   | iv  |
| Abstract:.....  | iv  |
| Introducción .....  | 1   |
| CAPITULO 1.....   | 2   |
| 1. FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....   | 2   |
| 1.1 La Zeolita .....  | 2   |
| 1.1.1 Zeolita.....  | 2   |
| 1.1.2 Zeolita Natural.....  | 2   |
| 1.2 Zeolita en Ecuador .....  | 3   |
| 1.3 Propiedades de la zeolita.....  | 4   |
| 1.4 Propiedades de la zeolita naturales.....                                | 5   |
| 1.4.1 Propiedades Físicas .....   | 6   |
| 1.4.2 Propiedades Químicas .....  | 6   |
| 1.5 Aplicación de las zeolitas.....   | 8   |
| 1.5.1 Beneficio de la zeolita en el suelo.....                              | 9   |
| 1.6 Resultados experimentales que se ha logrado con el uso de zeolitas..... | 10  |
| 1.7 Plantas o árboles frutales.....   | 11  |
| 1.8 Cultivo de árboles frutales.....  | 11  |
| 1.9 Necesidades ambientales de los frutales .....                           | 12  |
| 1.10 Origen de la fresa.....  | 12  |
| 1.11 Taxonomía de la fresa.....   | 13  |
| 1.12 Fisiología y crecimiento de las plantas frutales fresa .....           | 13  |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 1.13                                   | Morfología de la fresa.....   | 13 |
| 1.14                                   | Condiciones ambientales .....   | 14 |
| 1.15                                   | Cultivo de la fresa.....  | 14 |
| 1.16                                   | Efecto de microorganismos benéficos en el desarrollo del cultivo de fresa....   | 15 |
| 1.17                                   | Zeolita en la producción de fresas .....  | 16 |
| Capítulo 2.....                        |   | 17 |
| 2.                                     | <b>METODOLOGÍA Y ENSAYO EXPERIMENTAL</b> .....                                  | 17 |
| 2.1                                    | Tipo de investigación .....   | 17 |
| 2.2                                    | Ubicación del ensayo .....  | 17 |
| 2.3                                    | Características del lugar .....   | 17 |
| 2.4                                    | Características del ensayo .....  | 17 |
| 2.5                                    | Factor de estudio .....   | 18 |
| 2.6                                    | Tratamiento .....   | 19 |
| 2.7                                    | Diseño experimental.....  | 19 |
| 2.7.1                                  | Característica del experimento.....   | 19 |
| 2.8                                    | Técnicas utilizadas en el campo.....  | 19 |
| 2.8.1                                  | Investigación descriptiva.....  | 20 |
| 2.8.2                                  | Investigación bibliográfica.....  | 20 |
| 2.8.3                                  | Investigación de campo.....   | 21 |
| 2.9                                    | Nivel o tipo de investigación.....  | 21 |
| Matriz de operación de variables ..... |   | 21 |
| 2.10                                   | Equipamientos <i>Figura 6. Equipamiento para la actividad de siembra.</i> ..... | 24 |
| 2.11                                   | Equipos o materiales para campo .....   | 24 |
| 2.12                                   | Equipos tecnológicos.....   | 25 |
| 2.13                                   | Germinación de semillas .....   | 25 |

|                       |  |    |
|-----------------------|--|----|
| 2.14                  | Análisis de suelo .....                          | 25 |
| 2.15                  | Adequar el suelo .....                           | 26 |
| 2.16                  | Elaboración de surcos o camas .....              | 27 |
| 2.17                  | Rotulación.....                                  | 27 |
| 2.18                  | Aplicación de la zeolita .....                   | 27 |
| 2.18.1                | Siembra.....                                     | 28 |
| 2.18.2                | Riegos.....                                      | 29 |
| 2.18.3                | Recolección de agua lluvia.....                  | 29 |
| 2.18.4                | Limpia de hierbas .....                          | 29 |
| 2.19                  | Variables a evaluar .....                        | 30 |
| Capítulo 3.....       |  | 31 |
| 3.                    | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 31 |
| 3.1                   | Cuadro comparativo .....                         | 31 |
| 3.2                   | Discusión de resultados.....                     | 35 |
| Conclusiones .....    |  | 37 |
| Recomendaciones ..... |  | 38 |



## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Zeolita natural malla 100.....                        | 3  |
| Figura 2. Unidad estructural básica de una zeolita .....       | 5  |
| Figura 3. Dimensiones del terreno .....                        | 18 |
| Figura 4. Características del ensayo.....                      | 18 |
| Figura 5. Distribución de los tratamientos con zeolita .....   | 19 |
| Figura 6. Equipamiento para la actividad de siembra.....       | 24 |
| Figura 7. Recolección de muestras de suelo.....                | 26 |
| Figura 8. Limpiar el terreno de toda la maleza.....            | 26 |
| Figura 9. Elaboración de las camas.....                        | 27 |
| Figura 10. Cantidades de los tratamientos.....                 | 27 |
| Figura 11. Aplicación de zeolita en el suelo por dosis.....    | 28 |
| Figura 12. Plantación de fresas de 30 días de germinación..... | 29 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Variable Independiente .....   | 21 |
| Tabla 2. Variables Dependiente .....  | 22 |
| Tabla 3. Análisis de varianza de los frutos .....   | 31 |
| Tabla 4. Resumen del análisis de varianza de los frutos.....                                | 31 |
| Tabla 5. Análisis de varianza de las flores.....  | 32 |
| Tabla 6. Resumen del análisis de varianza de las flores .....                               | 32 |
| Tabla 7. Análisis de varianza del fruto .....   | 32 |
| Tabla 8. Resumen del análisis de varianza del fruto.....                                    | 33 |
| Tabla 9. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementacion de zeolita en un 90% .....  | 33 |
| Tabla 10. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 60% ..... | 33 |
| Tabla 11. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 30% ..... | 34 |
| Tabla 12. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 0% .....  | 34 |

## Índice de anexo

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Plantas de 25 días de trasplante..... | 44 |
| Anexo 2. Plantas a los 40 días.....            | 44 |
| Anexo 3. Planta a los 60 días.....             | 45 |
| Anexo 4. Planta a los 90 días.....             | 45 |
| Anexo 5. Plantas a los 100 días.....           | 46 |
| Anexo 6. Plantas a los 110 días.....           | 46 |
| Anexo 7. Analisis de suelo.....                | 47 |

## **Introducción**

La sustentabilidad que ofrecen los sistemas agrícolas se ven perjudicados por la falta de conocimiento acerca los beneficios que tienen las distintas producciones agrícolas del país. Además, la inexistencia en la incorporación de materia organica desmejora la calidad del producto bruto y su incidencia en el mercado agrícola, que busca consecuentemente retener la mayor cantidad de agua y nutrientes en el suelo.

Para conseguir una mejor eficiencia en el proceso de plantar y recoger el producto en temporadas con climas afluentes, se prevé utilizar agro insumos que garanticen raíces con buena absorción y de esta manera se promueva el crecimiento radicular. Asimismo, se mantengan las condiciones óptimas para la absorción del agua y nutrientes para inducir mayor crecimiento vegetativo. Por otro lado, la zeolita es uno de los productos impredecibles en el crecimiento de todo tipo de plantas frutales, ofrece un sin número de características positivas, y un bajo índice de plagas y enfermedades. También es capaz de actuar como un fertilizante adecuado en plantas con abaja producción y fertilidad escasa, mejora el suelo que no disponga de una gran cantidad de nutrientes, mismos que sirven para incrementar la demanda de vegetales.

Los niveles de fertilización utilizados por los productores para este cultivo han sido determinados de una forma empírica, por lo que se requiere establecer el nivel o niveles de fertilización que permita incrementar los rendimientos actuales y que los productos obtengan mayores beneficios económicos al reducir los costos de producción. Una alternativa de solución puede ser la aplicación de materiales que mejoren las condiciones químicas del suelo que permitan retener nutrientes y que estén disponibles para la planta, como la incorporación del material zeolítico y humus.

## CAPITULO 1

### 1. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

#### 1.1 La Zeolita

##### 1.1.1 Zeolita

Según (Castro Godoy et al., 2017) Las zeolitas pertenecen a un grupo mineralógico muy buscado en la actualidad por su especial estructura cristalina microporosa que le confiere la propiedad de ser tamices moleculares con capacidad de realizar intercambio de cationes y posibilitar múltiples aplicaciones.

Según lo expuesto por Alberto (2010), se establece que cualquier material que no esté compuesto por aluminio (Al) y silicio (Si) no puede ser considerado como zeolita, si se toma en cuenta esta definición. Por lo tanto, los metales aluminatos, metalosilicatos, aluminofosfatos y la silicalita (que no contiene aluminio en su estructura) no pueden ser incluidos en la definición de zeolita, quedando clasificados en la categoría más general de zeotipos.

##### 1.1.2 Zeolita Natural

De acuerdo con Soca y Daza (2015), se indica que las zeolitas son aluminosilicatos que se encuentran dentro del grupo de tectosilicatos de aluminosilicatos. Estos minerales poseen una estructura tridimensional que les permite realizar intercambios iónicos sin alterar su estructura atómica. Las zeolitas se originan a partir de procesos sedimentarios o volcánicos, y se caracterizan por su capacidad de intercambio catiónico elevada, lo cual favorece la retención de iones y cationes de los fertilizantes minerales.

*Figura 1. Zeolita natural malla 100.*



**Fuente:** La figura representa la zeolita natural malla 100. Así mismo (Curi et al., 2006) menciona que Las zeolitas naturales se emplean en la remoción de metales pesados en efluentes minero metalúrgicos, en el tratamiento de drenaje ácido de mina y de roca, para la adsorción de vapores de mercurio en hornos de copela quemadores de amalgamas y también en el tratamiento de suelos contaminados por radiación y de licores radioactivos provenientes de centrales nucleares. Según Babel y kurniawan (2003) más de 100 artículos técnicos tratan del uso de los adsorbentes de iones metálicos de bajo costo, siendo que las zeolitas están entre las más eficientes.

## **1.2 Zeolita en Ecuador**

Según la investigación de Morante (2004), a pesar de que han transcurrido más de dos siglos desde el descubrimiento de la primera zeolita natural, no fue hasta la década de 1950 cuando se empezó a emplear en la industria.

En el caso específico de Ecuador, los primeros estudios sobre zeolitas naturales se iniciaron en la década de 1990 y en los últimos dos o tres años se han descubierto muchas aplicaciones (Morante, 2004, p. 5).

(Enrique, 2004) señala que hasta mediados de los años 90 en Ecuador no se tenía conocimiento de la existencia de yacimientos potenciales de zeolitas y menos aún de sus propiedades y aplicaciones en la industria. Fue en estos años cuando una misión de expertos cubanos recorrió la costa ecuatoriana y encontró indicios de materiales zeolíticos, que afloran principalmente en la Formación Cayo, cerca de Guayaquil. Los indicios conocidos no se investigaron con mayor profundidad. (p. 4)

Según la opinión de López y Feijoo (2019), las zeolitas son consideradas uno de los recursos geológicos de mayor interés para la industria a nivel mundial debido a sus propiedades físicas y químicas de absorción que les confieren ventajas significativas. En Ecuador, existen numerosos yacimientos de zeolitas, se han identificado hasta 39 minerales y actualmente se utilizan de manera extensa y destacada en la agricultura.

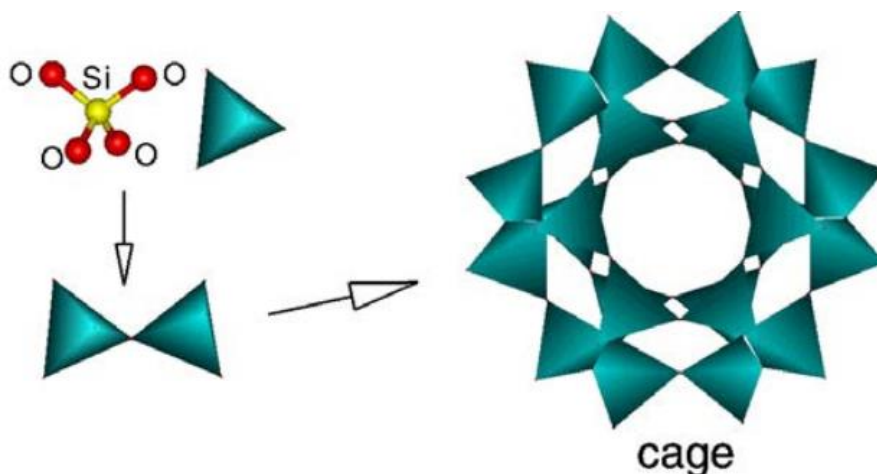
### **1.3 Propiedades de la zeolita**

La zeolita es un mineral que posee propiedades significativas que le confieren una gran utilidad en diversos ámbitos, incluyendo la agricultura. Este sector ha aprovechado las ventajas que ofrece la zeolita, tales como su densidad, capacidad de hidratación, intercambio iónico, entre otras propiedades, para desarrollar diversas aplicaciones en su campo (por ejemplo, mejorar la retención de agua y nutrientes en el suelo)

Según (Castro Godoy et al., 2017) se estudió la propiedad de adsorción de iones amonio de dos zeolitas naturales bolivianas en función a la relación con su estructura-cristaloquímica. Las zeolitas originarias de las regiones de La Calera del departamento de Sucre y Corque del departamento de Oruro, fueron caracterizadas mineralógicamente; adicionalmente se determinó su cristaloquímica. Se encontró que la muestra proveniente de Sucre es altamente concentrada en zeolita del tipo clinoptilolita; por otro lado, la muestra de Oruro presenta una fase zeolítica del tipo

mordenita con altos contenidos de arcilla montmorillonita, la cual se separó para concentrar la fase zeolítica.

*Figura 2. Unidad estructural básica de una zeolita.*



**Fuente:** La figura muestra la unidad estructural básica de una zeolita, mostrando la disposición de los átomos de oxígeno y de silicio en el tetraedro fundamental, así como la estructura compleja formada por la unión de varios tetraedros. Fuente: <http://www.sciwrite.caltech.edu>

#### 1.4 Propiedades de la zeolita naturales

Los resultados de las propiedades de las zeolitas naturales pueden ser variables dependiendo de su tipo y procedencia según la investigación realizada por (Costafreda, 2014) las propiedades de las zeolitas naturales pueden variar en función de su tipo y origen. Para su estudio, los investigadores recolectaron muestras de zeolitas naturales provenientes de distintos afloramientos en México, Cuba y España. Además, se han encontrado indicios geológicos de la presencia de yacimientos de zeolitas naturales en varios países de América Latina, como Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Honduras y Guatemala, así como en países orientales como Japón. En particular, se destaca la experiencia de Ecuador, Cuba y España en el uso de zeolitas naturales en la fabricación de cementos puzolánicos, los cuales son ampliamente utilizados en la construcción.



Debido a su ubicación en el llamado "Cinturón de Fuego" y su geología, se han identificado varios afloramientos de zeolitas naturales en Ecuador. Estos afloramientos se formaron a través de procesos volcánico sedimentarios y se encuentran principalmente en la Cordillera Chongón-Colonche, que forma parte de la Formación Cayo. Estos afloramientos contienen heulandita y clinoptilolita en grandes cantidades, así como mordenita, laumontita, estilbita, erionita y faujasita en menor cantidad. Cabe destacar que no todos los sectores donde se han detectado indicios de la presencia de zeolita natural han sido estudiados. Además, se han realizado estudios con zeolitas naturales ecuatorianas que han demostrado su excelente capacidad de aplicación en áreas como la agricultura y la construcción.

#### ***1.4.1 Propiedades Físicas***

De acuerdo con Breck (1974), las zeolitas suelen presentar las siguientes propiedades:

- Alta capacidad de hidratación
- Baja densidad y gran volumen de poros cuando están deshidratadas
- Estabilidad de su estructura cristalina cuando están deshidratadas
- Interacción iónica
- Canales de tamaño molecular uniforme en los cristales deshidratados
- Conductividad eléctrica
- Capacidad de adsorción de gases y vapores
- Propiedades catalíticas.

#### ***1.4.2 Propiedades Químicas***

La capacidad de intercambio iónico de la zeolita es algo excepcional y singular, ya que modifica sus propiedades superficiales. Este proceso de intercambio de iones resulta muy beneficioso en la agricultura y tiene múltiples aplicaciones en este campo

Según Sherry (2003), el intercambio iónico en las zeolitas está influenciado por diversas variables, que se detallan a continuación:

- La carga y la naturaleza de las especies catiónicas presentes.
- La temperatura.
- La concentración de las especies catiónicas en la solución.
- El tamaño y la carga de los iones.
- Las especies aniónicas que están asociadas con el catión en la solución.
- Para realizar los intercambios, se utilizan soluciones acuosas, aunque en algunos casos también se emplean disolventes orgánicos.
- Las características estructurales de la zeolita.
- Estas variables influyen en el proceso de intercambio iónico y, por lo tanto, en las propiedades y aplicaciones de la zeolita en la agricultura y otros campos.

#### ***1.4.2.1 Porosidad.***

De acuerdo con Curi, Granda, Lima y Sousa (2006), las zeolitas están compuestas por canales y cavidades uniformes y regulares con dimensiones moleculares que oscilan entre 3 y 13 nanómetros, lo que las hace comparables con los diámetros cinéticos de diversas moléculas. La estructura de microporos que presentan las zeolitas les confiere una superficie interna considerablemente mayor que su superficie externa.

#### ***1.4.2.2 Adsorción.***

De acuerdo con Hernández et al. (2005), las zeolitas son aluminosilicatos altamente cristalinos que poseen canales y cavidades de dimensiones moleculares. Una característica que las distingue cuando funcionan como adsorbentes microporosos es la presencia de cationes

compensatorios (M+) tanto en sus canales como en sus cavidades, los cuales neutralizan la carga negativa excesiva de su esqueleto aluminosilícico .

#### **1.4.2.3 Intercambio iónico.**

Curi, Granda, Lima y Sousa (2006) han descubierto que los minerales de silicato cristalino, como las arcillas, el feldespato y las zeolitas, poseen la propiedad de intercambio iónico. Esta propiedad se considera intrínseca en estos minerales, ya que es el resultado de la sustitución isomórfica de los átomos de silicio en su estructura cristalina por otros átomos. En el caso de las zeolitas, esta sustitución se produce por átomos de aluminio tetravalente, lo que genera una carga negativa neta en la estructura que se equilibra con cationes en el exterior de la misma.

Debido a que los cationes son intercambiables, esto es también una manifestación de su estructura cristalina microporosa, que determina el avance del proceso de intercambio basado en el tamaño de las cavidades y los cationes intercambiados (Curi et al., 2006).

### **1.5 Aplicación de las zeolitas**

Mumpton (1978) señala que las principales aplicaciones de las zeolitas son las siguientes:

Control ambiental: gestión de desechos radiactivos, tratamiento de efluentes de aguas residuales, tratamiento de aguas residuales agrícolas, limpieza de gases emitidos por chimeneas y producción de oxígeno.

Conservación de energía: gasificación de carbón, purificación de gas natural, usos en energía solar y producción de petróleo.

Agricultura: fertilización y remediación de suelos, adsorción de pesticidas, fungicidas y herbicidas, adsorción de metales pesados en el suelo, nutrición animal y tratamiento de excrementos animales.

Minería y metalurgia: adsorción de metales pesados en efluentes y procesos metalúrgicos.

Aplicaciones diversas: en la industria del papel, construcción, aplicaciones médicas, detergentes y control de olores en camas de animales, entre otros.

### ***1.5.1 Beneficio de la zeolita en el suelo***

De acuerdo con Gómez (2010), las zeolitas proporcionan diversos beneficios al suelo, tales como:

- Mejora de las propiedades físicas del suelo, incluyendo su estructura, retención de humedad, aireación, porosidad, densidad y ascenso capilar.
- Mejora de las propiedades químicas del suelo, como el pH y los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micro-nutrientes, lo que aumenta su capacidad de intercambio catiónico.
- Facilita una mayor estabilidad de los contenidos de materia orgánica del suelo y previene la pérdida de materia orgánica por mineralización.
- Aumento de la retención de nutrientes, lo que permite reducir la cantidad de fertilizantes minerales en un 50%.
- Aumento de la retención de humedad, lo que permite reducir la dosis de riego en más de un 15%.
- Mejora de la nivelación del terreno debido al mejoramiento de su estructura.
- Reducción significativa de la cantidad de agua y el costo en fertilizantes al retener los nutrientes en la zona de las raíces.
- Mejora del aprovechamiento de los fertilizantes químicos, pesticidas y otros productos aplicados al suelo, al incorporarlos a su masa porosa y liberarlos gradualmente.
- Mantenimiento de la aireación del suelo gracias a la estructura porosa de las zeolitas.
- Beneficios a largo plazo debido a la estabilidad y resistencia de las zeolitas.

## 1.6 Resultados experimentales que se ha logrado con el uso de zeolitas

Se han llevado a cabo diversas investigaciones sobre la aplicación de la zeolita en diferentes áreas con resultados positivos. A continuación, se detallarán dichas áreas.

Según (Loya, 2022), las zeolitas tienen la capacidad de eliminar el cadmio y el arsénico de manera simultánea de soluciones acuosas. Sin embargo, esta capacidad se limita a altas concentraciones ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ ) ya que elimina más del 50% de cada elemento, pero no es suficiente para eliminar el arsénico a concentraciones más bajas, por lo que se requiere de un tratamiento adicional para su eliminación. Se necesita investigar más sobre el proceso de adsorción para eliminar y optimizar simultáneamente ambos adsorbatos.

Según (López M. S., 2008), al utilizar exclusivamente intercambio iónico con zeolita clinoptilolita, se logró eliminar por completo el nitrógeno amoniacal que estaba presente inicialmente en el agua sintética y subterránea, así como el 14% y 15% del 2,6-dinitrotolueno.

Según la investigación de Rivadeneira (2016), el uso de zeolita en los cultivos de fresa influye en el tamaño de la fruta y aumenta el rendimiento. La dosis promedio de zeolita, que es de  $200 \text{ g de zeolita/m}^2$  o  $2 \text{ t/ha}$ , produjo los mayores rendimientos en la categoría extra, 1 o super, y en el rendimiento total.

En la investigación de Castro (2015) se encontró que el tratamiento con heulandita produjo las plantas más altas en promedio a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, con medidas de 19.95, 27.85 y 45.35 centímetros, respectivamente. En comparación, el tratamiento con mordenita tuvo el menor número de días hasta el inicio de la floración (60.55 días), mientras que el control sin zeolitas reportó promedios más bajos en altura de la planta (16.68, -22.7 y 34.12 centímetros) y un mayor tiempo hasta la floración (67.5 días).

Según Iñamagua (2010), los tratamientos que combinan humus al 33% + capa vegetal al 33% + zeolita, humus al 40% + capa vegetal al 40% con zeolita al 20%, y humus al 14% + capa vegetal al 86% con zeolita, mostraron los mejores resultados en términos de altura de la planta, diámetro del tallo, peso de la plántula de tomate y área foliar. Sin embargo, el tratamiento control que usó solo humus al 100% mostró la mayor acumulación de pigmentos. Esto indica que la adición de zeolita a los sustratos puede tener un gran efecto en el cultivo.

### **1.7 Plantas o árboles frutales**

Según (Roma, 2000), los árboles frutales tienen la particularidad de producir alimentos durante un periodo prolongado y proporcionar una mejor nutrición que las verduras debido a su contenido en vitaminas, minerales, grasas, aceites y proteínas. Los niños deben consumir frutas como un refrigerio saludable y diverso. Tener diferentes tipos de árboles frutales en el huerto permitirá a las familias acceder a una variedad de alimentos complementarios durante todo el año.

### **1.8 Cultivo de árboles frutales**

Según Lamonarca (2017), para obtener altos rendimientos de cantidad y calidad en cualquier árbol frutal, es esencial contar con condiciones atmosféricas adecuadas. Solo cuando se cumplen estas condiciones se puede garantizar un rendimiento máximo. Por lo tanto, es importante que el cultivador seleccione cuidadosamente el lugar de emplazamiento, teniendo en cuenta que cada especie y variedad cultivada tiene sus propias exigencias de suelo y clima. Aunque en ciertas situaciones, como en explotaciones industriales, puede ser recomendable el uso de correctivos para modificar las condiciones climáticas, como rompevientos, muros o invernaderos, estos métodos son costosos y pueden aumentar el costo de producción.

## **1.9 Necesidades ambientales de los frutales**

De acuerdo con lo expuesto por (Lamonarca, 2017), para lograr una producción frutal de cantidad y calidad óptimas, es imprescindible contar con condiciones atmosféricas adecuadas. Solo cuando se cumplen estas condiciones se puede garantizar una cosecha máxima. Por esta razón, es importante que los productores de plantas frutales seleccionen cuidadosamente la ubicación de sus cultivos, teniendo en cuenta que cada especie y variedad tiene sus propias necesidades en términos de suelo y clima. En algunas situaciones especiales, como en las explotaciones industriales, puede ser conveniente utilizar correctivos para modificar o aprovechar los suelos adecuados, o incluso modificar las condiciones climáticas mediante la protección artificial, por ejemplo, mediante el uso de rompevientos, muros o invernaderos. Sin embargo, estas técnicas implican costos significativos, lo que puede aumentar los costos de producción.

### **1.10 Origen de la fresa**

De acuerdo con (lovers, 2022), la fresa silvestre tiene su origen en los Alpes y fue cultivada por los romanos por primera vez, quienes la consideraban una delicia. Se cuenta que, en la época de la Antigua Roma, la fresa estaba relacionada con las celebraciones de Adonis, ya que se atribuye el origen de esta fruta a la muerte de Adonis, cuando Venus lloró sobre el suelo y las lágrimas se convirtieron en fresas.

Según (lovers, 2022), el fresón es una variedad de fresa que proviene de dos especies americanas que fueron mezcladas al llegar a Europa. Las fresas que se conocen hoy en día llegaron a Europa gracias a los primeros colonos de Virginia (EE.UU). En el siglo XIX, con la llegada de las fresas de Virginia, se desarrollaron nuevas variedades que crecieron en tamaño pero perdieron sabor. Posteriormente, se cruzaron con una variedad chilena, lo que resultó en una fresa más grande y dulce, conocida como fresón.

### **1.11 Taxonomía de la fresa**

De acuerdo con (Agroes, 2013), solamente 20 de los 400 tipos de fresas descritos en este género son reconocidos en la actualidad. Las variedades comerciales utilizan híbridos F, que son el resultado de cruzar *Fragaria chiloensis*, una especie originaria de Chile, con *Fragaria virginiana* (*fragaria x ananassa*), una especie originaria del este de América del Norte.

### **1.12 Fisiología y crecimiento de las plantas frutales fresa**

En su estudio realizado en el Colegio de Postgraduados, Ramírez (2011) examinó la fisiología, rendimiento, calidad y rentabilidad de la variedad de fresa Camino Real cultivada a altas densidades en cuatro sistemas: bolsas, plantas individuales, sistemas verticales con tres y cuatro tubos, y sistemas verticales con macetas hidropónicas. El tratamiento con macetas hidropónicas en sistema vertical produjo los mejores resultados en términos de calidad y cantidad de producción, rendimiento y rentabilidad. Además, se observó que la actividad fotosintética e irradiación fueron influenciadas por los diferentes sistemas de producción, con excepción de las bolsas individuales debido a la ausencia de auto-sombreado.

### **1.13 Morfología de la fresa**

La fresa es una planta del tipo herbáceo de ciclo perenne en su morfología presenta:

- Sistema radicular: Según (Patiño, et al., 2014)., el sistema radicular de esta planta está concentrado mayormente en una profundidad de 25 cm y puede alcanzar hasta 40 cm de profundidad. Las raíces primarias pueden permanecer en la planta durante dos años y tienen cambium vascular y suberoso, a diferencia de las raíces secundarias que se renuevan en pocos días o semanas.
- Tallo: La corona es el área en la que se originan las yemas axilares, las cuales son responsables del crecimiento vegetativo y la formación de ramas florales. En el tallo de la



corona, se pueden observar escamas foliares y su color es principalmente verde, según informan Bolda y K. Dara (2015).

- Hojas: Según Bolda y K.Dara (2015), las hojas de esta planta tienen una disposición en roseta y están compuestas por tres folíolos. Su crecimiento sigue un patrón espiral y las hojas adultas pueden permanecer en la planta durante varios meses. Durante la circulación de nutrientes en la planta, éstos se dirigirán a las hojas nuevas, lo que favorece su desarrollo.
- Flores: La formación de la flor comienza con una yema terminal o axilar. Consiste en 5 a 6 pétalos y entre 20 y 35 estambres, y tiene muchos pistilos sobre un receptáculo carnoso, según lo informado por el ITSC en 2018.
- Fruto: Según Gonzales (2014), después de que el óvulo es fecundado, se forma un aquenio que estimula el engrosamiento del receptáculo, lo que produce la formación del fruto. La coloración del fruto varía según su desarrollo, pudiendo ser verde, amarillo o rojo.

#### **1.14 Condiciones ambientales**

Según (Hernández Valencia et al., 2022), una combinación adecuada de fuentes orgánicas de nutrientes puede favorecer el crecimiento y el rendimiento del cultivo de fresas, a la vez que reduce el uso de fertilizantes químicos en beneficio del medio ambiente y de los consumidores. Además, el uso de silicio puede ayudar a las plantas a tolerar condiciones ambientales, biológicas y del suelo desfavorables, mejorando así la calidad y la cantidad de la producción.

#### **1.15 Cultivo de la fresa**

Según (Alvarez et al., 2018) se llevó a cabo un estudio sobre el impacto de los microorganismos benéficos (MOBs) en el crecimiento del cultivo de fresas (*Fragaria* sp.). El estudio se dividió en tres fases. En la primera fase, se recolectaron muestras de plantas de diferentes

altitudes y climas en la provincia de Azuay, Ecuador. En la segunda fase, se preparó una solución madre con cada muestra vegetal en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, Perú, y se identificaron los MOBs presentes en la muestra. En la tercera fase, se inoculó un consorcio microbiano en el suelo y se plantaron fresas, con cuatro repeticiones por cada piso altitudinal. En los medios de cultivo, se encontró levaduras, *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp. y actinomicetos. Se descubrió que los MOBs tienen efectos variables en el desarrollo de las plantas según su origen. Se concluyó que cada piso altitudinal tiene microorganismos beneficiosos específicos para cada especie vegetal, y que su inoculación en el suelo mejora el número de hojas y favorece el crecimiento longitudinal, diametral y de raíces de las plantas de fresa.

#### **1.16 Efecto de microorganismos benéficos en el desarrollo del cultivo de fresa**

Según (Alvarez Vera, 2018) la producción y comercio de la fresa Se llevó a cabo una investigación para evaluar los efectos de microorganismos beneficiosos en el cultivo de fresas (*Fragaria* sp.). El estudio se dividió en dos fases de campo y una fase de laboratorio. La primera fase de campo se realizó en Azuay, Ecuador, donde se recolectaron muestras de plantas de tres altitudes diferentes con características climáticas distintas. Las dos siguientes fases se llevaron a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima, Perú. Durante la fase de laboratorio, se obtuvieron microorganismos beneficiosos a partir de cada muestra vegetal y se identificaron utilizando sistemas API miniaturizados y la amplificación por 16S-PCR de los lisados de ADN de las cepas en estudio. En la segunda fase de campo, se seleccionó un consorcio microbiano para cada altitud, se inoculó en el suelo y se sembró fresa. Se observó que los microorganismos tienen diferentes efectos en el suelo y en el desarrollo de las plantas de fresa según su origen. Por ejemplo, el consorcio microbiano obtenido de la planta de café (*Coffea arabica* L.) e inoculado al 2,5% de concentración beneficia el crecimiento de las raíces, aumentando la longitud y el diámetro de las

plantas, mientras que el consorcio obtenido de la planta de menta (*Mentha piperita*) e inoculado al 2,5% de concentración aumenta el número de hojas.

### **1.17 Zeolita en la producción de fresas**

Se llevó a cabo un estudio en la provincia del Carchi para determinar la dosis óptima de zeolita en la producción de fresas (*Fragaria x ananassa*). Se aplicaron cuatro dosis diferentes de zeolita (0, 100, 200 y 300 g/m<sup>2</sup>) después de la fertilización de fondo. Se clasificaron los frutos en tres categorías de producción: categoría extra (frutos grandes y bien formados), categoría 1 o súper (frutos medianos y bien formados) y categoría 2 (frutos pequeños con malformaciones). Se encontró que la dosis óptima de zeolita es de 200 g/m<sup>2</sup>, la cual produjo 2.460, 17 kg/ha de frutos de categoría extra, 1.301, 35 kg/ha de frutos de categoría 1 o súper y 4.554,16 kg/ha de frutos de categoría 2. Esta dosificación resultó ser la mejor en términos de rendimiento y relación costo-beneficio, confirmando la hipótesis propuesta por Rivadeneira en su investigación realizada en 2016, en la que se afirmaba que la zeolita mejora el rendimiento del cultivo de fresa según menciona (Vilema, 2017).

## Capítulo 2

### 2. METODOLOGÍA Y ENSAYO EXPERIMENTAL

#### 2.1 Tipo de investigación

El desarrollo del presente trabajo es de carácter investigativo y experimental, en donde se buscará determinar cuál es la variable más influyente en el crecimiento de una planta frutal aplicando diferentes dosis de zeolita para la consecución de dicho resultado.

#### 2.2 Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizará en la época húmeda del año 2023 en Ecuador, durante los meses de marzo a junio, en la provincia de Imbabura, en la ciudad de Ibarra, cantón Caranqui ubicada el barrio Turupamba Av. Juan Francisco Leoro, la fase del cultivo tendrá una duración de 100 días.

#### 2.3 Características del lugar

- El tipo de suelo es mixto es decir esta entre franco-pedregoso, un suelo rico en nutrientes, pero con piedra de todo tamaño.
- No posee Agua por lo cual se hizo un sistema ecológico que es un riego por goteo.
- Es un terreno rodeado de más plantas como el roble y calabaza que suele crecer a los alrededores.
- Respecto a la temperatura tiene un promedio de 21° grados centígrados

#### 2.4 Características del ensayo

Para realizar este proyecto se analizarán 3 muestras de zeolita y en diferentes proporciones, y una sin la aplicación de zeolita, para lo cual se utilizará un terreno con las siguientes dimensiones:

*Figura 3. Dimensiones del terreno.*

|                                | Área (M <sup>2</sup> ) | Ancho (m) | Largo (m) |
|--------------------------------|------------------------|-----------|-----------|
| <b>Terreno total</b>           | 300                    |           |           |
| <b>Zona de experimentación</b> | 25                     | 5         | 5         |
| <b>Bloque</b>                  | 16                     | 4         | 4         |
| <b>Parcela neta</b>            | 3                      | 1         | 3         |
| <b>Surcos o cuneta</b>         | 1.5                    | 0.50      | 3         |
| <b>Caminos</b>                 | 3                      |           |           |

*Fuente:* Elaboración propia.

*Figura 4. Características del ensayo.*

|   |      |
|---|------|
| <b>Número de surcos total</b>           | 8    |
| <b>Número de surcos por dosis</b>       | 2    |
| <b>Distancia entre surcos</b>           | 40cm |
| <b>Distancia entre plantas</b>          | 20cm |
| <b>Distancia entre líneas o hileras</b> | 60cm |
| <b>Número de plantas</b>                | 80   |

*Fuente:* Elaboración propia.

## 2.5 Factor de estudio

La aplicación de zeolita en el cultivo de la fresa es el factor que se investiga.

## 2.6 Tratamiento

Para el tratamiento de esta experimentación se va a tomar tres dosis de zeolita con diferentes proporciones.

*Figura 5. Distribución de los tratamientos con zeolita.*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Zeolita (%)</b> | <b>Tierra (%)</b> |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| <b>A</b>           | 30                 | 70                |
| <b>B</b>           | 60                 | 40                |
| <b>C</b>           | 90                 | 10                |
| <b>D</b>           | 0                  | 100               |

*Fuente:* Elaboración propia.

## 2.7 Diseño experimental

En el estudio actual, se utilizó una especie de fruta en un diseño de bloques completamente al azar y se realizaron pruebas de Tukey a un nivel del 5 por ciento.

### 2.7.1 Característica del experimento

Se realizó tres tratamientos con zeolita y el cuarto sin zeolita en plantas de fresa, todas las variables se sometieron al análisis de varianza junto con cuatro repeticiones en el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

## 2.8 Técnicas utilizadas en el campo

La presente investigación se define como un proceso metódico, sistemático, objetivo y estructurado que tiene como objetivo dar respuesta a una serie de interrogantes, teorías, hipótesis, y suposiciones que surgen sobre el tema “Análisis de cómo influye los diferentes porcentajes de

zeolita en el cultivo y crecimiento de una planta frutal”, asimismo se prevé el desempeño de los conocimientos adquiridos durante el proceso educativo, esto con el objeto de demostrar la validez de la malla curricular y asimilar las aptitudes de los futuros profesionales.

### **2.8.1 Investigación descriptiva**

Es de tipo descriptiva con diseño de campo bibliográfico-documental, puesto que detalla la situación acerca del estado actual del problema de desempeño de personal, describe sus particularidades y características, sus limitaciones y sus puntos críticos, describiendo y evaluando sus particularidades. Además se caracteriza por utilizar toda la información pertinente para corroborar una respuesta coherente frente a la pregunta de investigación.

Esta investigación se caracteriza asimismo con la capacidad de estudiar los procesos descriptivos y determinar las características habituales de la población a analizar. Esta metodología busca dar una respuesta coherente hacia la pregunta de investigación formulada anteriormente. De esta manera se fomenta la utilización de una matriz autónoma basada en los resultados que se prevén (Gómez, 2015).

### **2.8.2 Investigación bibliográfica**

A través del aporte bibliográfico se puede conseguir mayor veracidad en la asimilación de los hechos, mismos que son parte fundamental del análisis y dan el argumento necesario para demostrar la fiabilidad del escrito frente a investigaciones con temas similares. Esto también ayuda extender el estudio con bases teóricas en sitios certificados, que reduzcan el nivel de plagio y den respuesta a la pregunta de investigación planteada anteriormente.

Para engrandecer el contenido es factible utilizar libros, revistas, periódicos e informes, así como medios electrónicos como grabaciones de audio y video y películas, y fuentes en

línea como sitios web, que son los más populares para fundamentar los conocimientos previos (Solano, 2023).

### 2.8.3 *Investigación de campo*

El trabajo de campo es la recopilación de nuevos datos de fuentes primarias para un propósito específico. A su vez se considera como un método de recopilación de datos cualitativos diseñado para comprender, observar e interactuar con las personas en su entorno socio cultural específico. Por ello es primordial basar el levantamiento de la información desde la incorporación de un trabajo de campo (Echeverría, 2013).

## 2.9 Nivel o tipo de investigación

El nivel de la investigación es de tipo exploratoria, descriptiva, explicativa, esta se ajusta a la investigación por medio del trabajo de campo, que consiste en la observación del autor. La parte descriptiva por otro lado busca comprender y dar resolución al problema que existe en torno al objetivo principal del desempeño académico.

### Matriz de operación de variables

*Tabla 1. Variable Independiente.*

| <b>Variable independiente</b> | <b>Dimensión</b>     | <b>Indicadores</b>  | <b>Escala de medición</b> | <b>Instrumentos</b> |
|-------------------------------|----------------------|---|---------------------------|---------------------|
|                               | Fertilidad del suelo | Contenido de nitrógeno en el suelo.<br>Contenido de potasio en el suelo | Porcentaje.<br>Porcentaje |                     |



|   |                        |  |                                       |                   |
|---|------------------------|--|---------------------------------------|-------------------|
| Porcentaje de zeolita en el cultivo de la planta frutal | Calidad del cultivo    | Rendimiento de la planta frutal.         | Porcentaje                            | Tabla comparativa |
|   |                        | Tamaño de la fruta                       | Kilogramos por hectárea               |                   |
|   | Nutrición de la planta | Concentración de nutrientes en el suelo. | Porcentaje o ppm (partes por millón). |                   |
|   |                        | PH del suelo.                            | Escala de PH                          |                   |

**Fuente:** Elaboración propia.

La tabla expuesta anteriormente expresa en forma clara y concisa las principales características para efectuar la encuesta, por lo general se busca abarcar a la mayor cantidad de resultados posibles, esto con el fin de dar veracidad al estudio.

*Tabla 2. Variables Dependiente.*

| <b>Variable Dependiente</b> | <b>Dimensión</b> | <b>Indicadores</b>  | <b>Escala de medición</b>               | <b>Instrumentos</b> |
|-----------------------------|------------------|---|---|---------------------|
|                             | Fisiológica      | Altura de la planta.<br>Número de hojas.<br>Diámetro del tronco | Centímetros.<br>Cantidad.<br>Milímetros |                     |

|   |  |  |  |                   |
|---|--|--|--|-------------------|
| Porcentaje de zeolita en el cultivo de la planta frutal | Ambiental<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Nutricional | Temperatura.<br><br>Humedad<br><br><br><br>Concentración de nutrientes en el suelo.<br><br>PH del suelo. | Grados Celsius.<br><br>Porcentaje o ppm (partes por millón).<br><br>Escala de PH | Tabla comparativa |
|---|--|--|--|-------------------|

**Fuente:** Elaboración propia.

De esta forma quedan demostradas las principales dimensiones a estudiar, los indicadores de los cuales se prevén para dar continuidad al análisis previo, y el instrumento que facilita la asimilación de datos de forma segura, en este caso en particular se utilizó un cuadro comparativo de 5 plantas ejemplares al azar de cada tratamiento, se realiza un análisis de 20 plantas.

## 2.10 Equipamientos

*Figura 6. Equipamiento para la actividad de siembra.*



**Fuente:** La figura representa los equipos que se utilizó para la preparación del suelo, donde se observa equipos como la carretilla, pala, fundas y estacas.

## 2.11 Equipos o materiales para campo

- Planta frutal: fresa
- Rótulos en mica
- Piola
- Cinta métrica
- Estacas
- Cuaderno
- Esferos
- Recipientes de distintos tamaños
- Tanque de agua

- Regadera
- Pala
- Carretilla
- Azadón

### **2.12 Equipos tecnológicos**

- Laptop
- USB Flash Driver
- Calculadora básica
- Celular
- Balanza digital

### **2.13 Germinación de semillas**

La germinación fue un proceso fácil, tomamos una fresa ejemplar la cual pelamos como cuando se pela una papa, el siguiente paso es poner en una servilleta así dejando reposar por una semana, al siguiente paso es poner las semillas una maceta con tierra rica en nutrientes tapando con una pequeña capa de tierra, hidratamos bien la maceta y tapamos con una funda la parte superior con pequeños huecos para su ventilación, ahí dejamos reposar durante 20 días, cabe mencionar que hay que regar agua una vez al día.

### **2.14 Análisis de suelo**

Antes de efectuar la preparación se del suelo se tomó varias muestras del área a utilizar aproximadamente una libra para enviar a laboratorio agrónomo de la ciudad de Ibarra labonort para determinar el valor nutritivo del área de ensayo.

*Figura 7. Recolección de muestras de suelo.*

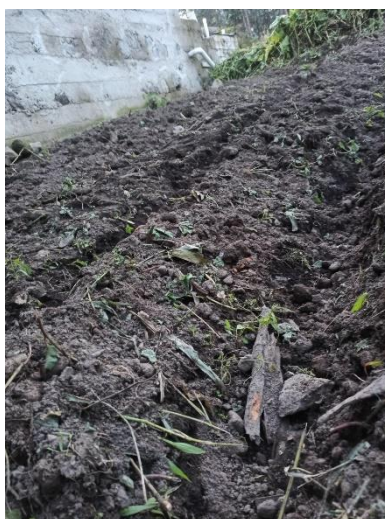


**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.15 Adecuar el suelo**

El terreno estaba en condiciones de deshierbar, para esta actividad necesitamos la ayuda de una pala y azadón así arrancando todas las raíces de plantas no necesarias dejando el área libre de maleza y con la tierra suelta.

*Figura 8. Limpiar el terreno de toda la maleza.*



**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.16 Elaboración de surcos o camas

Para la construcción de las camas utilizamos azadón, rastrillo, comenzamos hacer las camas de un extremo al otro, las dimensiones de cada cama son de 40cm ancho y 3m largo.

*Figura 9. Elaboración de las camas.*



*Fuente:* Elaboración propia.

## 2.17 Rotulación

Separamos dos camas por cada tratamiento, así rotulamos cada sección con su tratamiento correspondiente.

## 2.18 Aplicación de la zeolita

Para la aplicación de la zeolita necesitamos de una balanza para a continuación pesar las siguientes cantidades por tratamiento:

*Figura 10. Cantidades de los tratamientos.*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Zeolita (gr) por planta</b> | <b>Zeolita total (gr)</b> |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1                  | 600                            | 12000                     |

|   |      |       |
|---|------|-------|
| 2 | 1200 | 24000 |
| 3 | 1800 | 36000 |
| 4 | 0    | 0     |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Figura 11. Aplicación de zeolita en el suelo por dosis.*



**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.18.1 Siembra**

Para hacer una buena siembra escogimos un día con poco sol, ya teníamos nuestras plantas germinadas de aproximadamente 30 días, antes de trasplantar previamente se puso en agua las plantas ejemplares durante 24 horas. Se realizó en cada cama 10 huecos donde estarán separadas cada planta por 20 cm, el número total de plantas de fresas sembradas es 80.

*Figura 12. Plantación de fresas de 30 días de germinación.*



**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.18.2 Riegos**

La fresa es una planta que requiere de humedad, el primer riego se lo realizo después del trasplante con la ayuda de una regadera, el agua a utilizar es recolectada por un tanque, ésta es agua de lluvia. El riego se hizo una vez por día dependiendo del clima.

### **2.18.3 Recolección de agua lluvia**

El agua que se va a utilizar en el experimento es de lluvia, recolectada por un tanque de 200 litros, agua que cae de una cañería que tiene la casa.

### **2.18.4 Limpia de hierbas**

Pasado el tiempo de siembra aparecen pequeñas plantas o maleza alrededor de las fresas, estas se proceden a quitar manualmente y las hiervas que están alrededor del terreno si utilizamos



el azadón, esto se realizará dos semanas a tres semanas, dependiendo el requerimiento durante la siembra.

### **2.19 Variables a evaluar**

Los siguientes factores serán estudiados mientras se desarrolla este experimento:

- Longitud de hojas: Se medirá la longitud de las hojas de 5 plantas de fresa aleatorias de cada tratamiento. Con una cinta métrica se medirá la longitud desde la base del tallo hasta la punta de la hoja.
- Número de flores: Las flores serán contadas de 5 plantas al azar de cada tratamiento. Se contará las flores de cada planta de fresa en los primeros 80 días.
- Peso del fruto: Se tomará datos de 5 plantas por cada tratamiento y se pesará cada fruto haciendo relación frutos/tratamiento. Se utilizará una báscula común en la cual se procederá a tomar el peso de cada uno de los frutos en gramos.

### Capítulo 3

#### 3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

##### 3.1 Cuadro comparativo

Se tomo 5 plantas de fresa de cada experimento para la interpretación de resultados.

*Tabla 3. Análisis de varianza de los frutos.*

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F         | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-----------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 63,1255           | 3                  | 21,0418333                | 58,126611 | 7,992E-09    | 0,11504453           |
| Dentro de los grupos      | 5,792             | 16                 | 0,362                     |           |              |                      |
| Total                     | 68,9175           | 19                 |                           |           |              |                      |

**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 4. Resumen del análisis de varianza de los frutos.*

| Grupos    | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|------|----------|----------|
| Columna 1 | 5      | 25,4 | 5,08     | 0,017    |
| Columna 2 | 5      | 46,8 | 9,36     | 0,193    |
| Columna 3 | 5      | 40   | 8        | 0,715    |
| Columna 4 | 5      | 27,3 | 5,46     | 0,523    |

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 5. Análisis de varianza de las flores.

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F          | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 2739,8            | 3                  | 913,266667                | 16,7957088 | 3,3685E-05   | 3,23887152           |
| Dentro de los grupos      | 870               | 16                 | 54,375                    |            |              |                      |
| Total                     | 3609,8            | 19                 |                           |            |              |                      |

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 6. Resumen del análisis de varianza de las flores.

| Grupos    | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|------|----------|----------|
| Columna 1 | 5      | 232  | 46,4     | 37,3     |
| Columna 2 | 5      | 394  | 78,8     | 71,7     |
| Columna 3 | 5      | 308  | 61,6     | 29,3     |
| Columna 4 | 5      | 284  | 56,8     | 79,2     |

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 7. Análisis de varianza del fruto.

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F        | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|----------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 18,0855           | 3                  | 6,0285                    | 22,94386 | 4,8772E-06   | 3,2388715            |
|                           |                   |                    |                           | 3        |              | 2                    |

|                      |         |    |         |
|----------------------|---------|----|---------|
| Dentro de los grupos | 4,204   | 16 | 0,26275 |
| Total                | 22,2895 | 19 |         |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Tabla 8. Resumen del análisis de varianza del fruto.*

| Grupos    | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|------|----------|----------|
| Columna 1 | 5      | 14,1 | 2,82     | 0,142    |
| Columna 2 | 5      | 27,2 | 5,44     | 0,283    |
| Columna 3 | 5      | 22,8 | 4,56     | 0,313    |
| Columna 4 | 5      | 22,8 | 4,56     | 0,313    |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Tabla 9. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 90%.*

| Componentes | Hojas (cm) | Flores (n) | Fruto (gr) |
|-------------|------------|------------|------------|
|             | 5,2        | 40         | 4,1        |
|             | 4          | 30         | 2,9        |
| Nº          | 5,1        | 35         | 3          |
|             | 5,2        | 42         | 2,2        |
|             | 4,7        | 50         | 2,8        |
| Desv        | 0,51283526 | 7,53657747 | 0,68920244 |
| Media       | 4,84       | 39,4       | 3          |
| CV          | 10,60%     | 19,13%     | 22,97%     |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Tabla 10. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 60%.*

| Componentes | Hojas (cm) | Flores (n) | Fruto (gr) |
|-------------|------------|------------|------------|
|             | 6,8        | 58         | 5,2        |

|              |            |            |            |
|--------------|------------|------------|------------|
|              | 8,2        | 66         | 4,3        |
| <b>N°</b>    | 8,5        | 61         | 5          |
|              | 7,5        | 68         | 3,8        |
|              | 7,6        | 55         | 4,5        |
| <b>Desv</b>  | 0,66105976 | 5,41294744 | 0,55946403 |
| <b>Media</b> | 7,72       | 61,6       | 4,56       |
| <b>CV</b>    | 8,56%      | 8,79%      | 12,27%     |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Tabla 11. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 30%.*

| <b>Componentes</b> | <b>Hojas (cm)</b> | <b>Flores (n)</b> | <b>Fruto (gr)</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 10                | 75                | 7,2               |
|                    | 9,2               | 92                | 5,5               |
| <b>N°</b>          | 8,8               | 80                | 7,6               |
|                    | 11                | 78                | 6,5               |
|                    | 9,5               | 69                | 6,9               |
| <b>Desv</b>        | 0,84852814        | 8,46758525        | 0,80187281        |
| <b>Media</b>       | 9,7               | 78,8              | 6,74              |
| <b>CV</b>          | 8,75%             | 10,75%            | 11,90%            |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Tabla 12. Crecimiento y desarrollo a partir de la implementación de zeolita en un 0%.*

| <b>Componentes</b> | <b>Hojas (cm)</b> | <b>Flores (n)</b> | <b>Fruto (gr)</b> |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 6,1               | 58                | 5,2               |
|                    | 5,5               | 63                | 4,3               |
| <b>N°</b>          | 6,2               | 51                | 5                 |
|                    | 5                 | 67                | 3,8               |
|                    | 4,5               | 45                | 4,2               |
| <b>Desv</b>        | 0,72318739        | 8,89943818        | 0,58309519        |

|              |        |        |        |
|--------------|--------|--------|--------|
| <b>Media</b> | 5,46   | 56,8   | 4,5    |
| <b>CV</b>    | 13,25% | 15,67% | 12,96% |

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.2 Discusión de resultados

El análisis de la zeolita reveló varias propiedades físicas y químicas importantes, en cuanto a las propiedades físicas, se determinó que la zeolita posee una estructura porosa altamente desarrollada, lo que le confiere una gran capacidad de retención de agua y nutrientes en sus poros. Asimismo, también se observó una alta superficie específica, lo que significa que la zeolita tiene una amplia área de interacción con el suelo y puede facilitar el intercambio de nutrientes, y en cuanto a las propiedades químicas, se encontró que la zeolita tiene una alta capacidad de intercambio catiónico, lo que le permite capturar y liberar gradualmente cationes como potasio, calcio y magnesio, fundamentales para el crecimiento de las plantas.

Para evaluar el desarrollo y crecimiento de la planta frutal, se llevaron a cabo experimentos utilizando diferentes porcentajes y tipos de zeolita en el suelo de cultivo de plantas frutales, a partir de ello se observó que las plantas tratadas con zeolita presentaron un desarrollo y crecimiento significativamente mejorados en comparación con el grupo de control sin zeolita, dichas mostraron un mayor vigor, con un aumento en la altura, tamaño y color saludable de las hojas, así como una mayor ramificación del tallo. Tales resultados indican que la zeolita ha tenido un impacto positivo en el desarrollo vegetativo de las plantas frutales, lo que sugiere una mejora en la absorción de nutrientes y en la capacidad de la planta para aprovechar al máximo los recursos disponibles en el suelo.

Los resultados referentes al efecto de las zeolitas en el peso, desarrollo del tallo, hojas y número de frutos en el cultivo, revelaron que el uso de zeolita tuvo un efecto significativo en el

rendimiento de las plantas frutales, ya que se observó un aumento en el peso promedio de los frutos en las plantas tratadas con zeolita en comparación con el grupo de control. Además, se observó un desarrollo del tallo más robusto y hojas más abundantes y sanas en las plantas tratadas con zeolita, a la par que se registró un incremento en el número total de frutos por planta en los tratamientos con zeolita. Tales hallazgos respaldan la idea de que la zeolita mejora la productividad del cultivo al aumentar la absorción de nutrientes, promover un crecimiento vegetal más vigoroso y aumentar la capacidad de producción de frutos.

Por lo tanto, el cumplimiento exitoso de los objetivos establecidos demuestra que la zeolita posee propiedades físicas y químicas beneficiosas que mejoran el suelo y promueven el desarrollo y crecimiento de las plantas frutales. Al mismo tiempo, el uso de zeolita en el suelo de cultivo resulta en un mayor peso de los frutos, desarrollo del tallo y hojas más saludables, así como un incremento en la producción de frutos. Dichos resultados respaldan la eficacia y el potencial de la zeolita como una enmienda del suelo para mejorar la productividad agrícola. Sin embargo, es importante seguir investigando y considerando posibles limitaciones y aplicaciones específicas en diferentes contextos agrícolas.

## Conclusiones

- Para identificar las propiedades físicas y químicas de la zeolita, se recomienda llevar a cabo análisis de laboratorio detallados para evaluar las propiedades físicas y químicas de la zeolita. Esto incluye pruebas para determinar la porosidad, capacidad de retención de agua, capacidad de intercambio catiónico, composición química, entre otros parámetros relevantes.
- Al momento de querer llevar a cabo una evaluación del crecimiento y desarrollo de una planta frutal, es sumamente recomendable llevar a cabo ensayos de campo o en invernadero utilizando diferentes porcentajes y tipos de zeolita en el suelo de cultivo de las plantas frutales, ya que esto permitirá evaluar el impacto de la zeolita en el desarrollo y crecimiento de las plantas en condiciones reales.
- Es recomendable llevar un registro minucioso del rendimiento de las plantas tratadas con zeolita en términos de peso de los frutos, desarrollo del tallo, estado de las hojas y número de frutos producidos, dado que esto permitirá evaluar el impacto de la zeolita en la producción agrícola y determinar si existe un incremento significativo en comparación con el grupo de control.
- El uso de zeolita en el cultivo fresa tuvo un buen efecto la cual se evidencio en el tamaño de la fruta y el tallo por sus propiedades de intercambio ionico.
- El uso de zeolita en los primeros días de crecimiento de la fresa fue significativo, dando como resultado una planta robusta y con tallo fuerte, además que la zeolita funciono como repelente de maleza.



### **Recomendaciones**

- En base al estudio e involucración de los resultados se puede recomendar con seguridad que, en la actualidad las plantas vegetales sufren constantemente por utilizar fertilizaciones inadecuadas, por ello se debe incorporar productos como la zeolita, que mejoran de sobre manera la producción, ofreciendo nutrientes y absorción en suelos ásperos.
- Una alternativa de solución que beneficia a los costos de producción repercute en gran parte, a la planificación que se efectúe sobre la disponibilidad de las plantas según la demanda del mercado, es por ello que se recomienda asociar las plantas vegetales hacia varias condiciones químicas que permitan asegurar el producto bruto en condiciones con climas afluentes.
- Como se conoce habitualmente todos los productos fertilizantes son perjudiciales para la vitalidad de los vegetales, a este problema se recomienda conocer las características de la planta, la calidad del suelo, y el nivel de absorción habitual de la zona.
- Se recomienda utilizar fertilizantes naturales para reducir la implicación de condiciones químicas que repercutan en el crecimiento de las raíces.
- Realizar estudios con la adición de zeolita en otra especie frutal con el propósito de mejorar el rendimiento del cultivo.

## Referencias

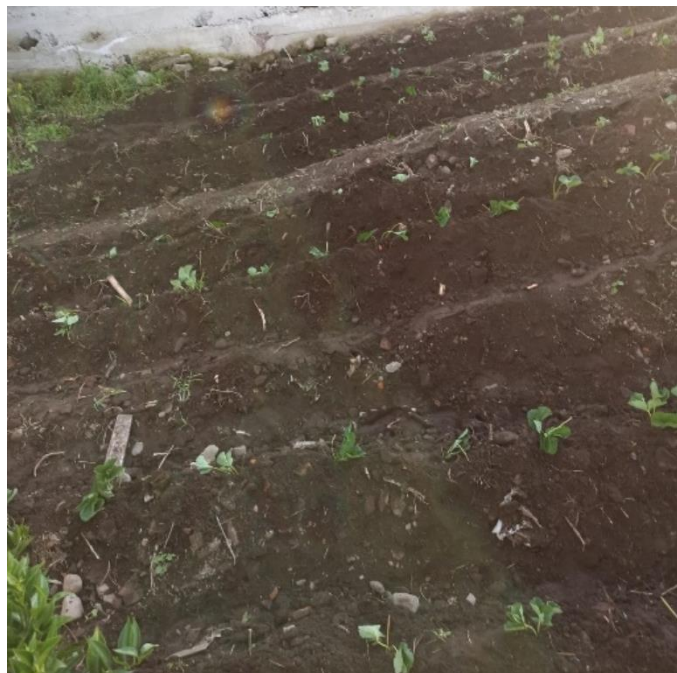
- Alvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.). *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33-42. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04>
- Alvarez Vera, M. S. (2018). Caracterización de microorganismos benéficos provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay – Ecuador y su influencia en el cultivo de fresa. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3097>
- Agroes. (2013). Fresa y el fresón, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico. Obtenido de Agroes: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/colifor/353-fresa-y-el-freson-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Casals, C. (1998). Las zeolitas minerales del siglo xx, usos y aplicaciones. Obtenido de monografias: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf2/las-zeolitas/las-zeolitas.pdf>
- Castro, E. R. (2015). Evaluación de tres fuentes de zeolitas en la producción del cultivo de arveja *pisum sativum* l. y la salinización del suelo en Chaltura provincia de Imbabura. Obtenido de Repositorio.uta: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18374/1/tesis-047%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20362.pdf>
- colina, L. (05 de marzo de 2021). la colina agrotecnología. Obtenido de ¿Qué Beneficios Aporta La Zeolita En La Agricultura?: <https://lacolina.com.ec/que-beneficios-aporta-la-zeolita-en-la-agricultura-ecuador-lacolina/>
- Costafreda, J. (2014). Tectosilicatos con características especiales: Las zeolitas naturales. Madrid: Fundación Gomez Pardo.

- Curi, A., Granda, W. J., Lima, H. M., & Sousa, W. T. (2006). Las Zeolitas y su Aplicación en la Descontaminación de Efluentes Mineros. Obtenido de Información tecnológica, 17(6), 111-118.: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000600017>
- Echeverría. (2013). Obtenido de Investigación de campo del Programa de Nutrición dirigido a los padres de familia del Ecuador.: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2517>
- Enrique, M. &. (2004). LAS ZEOLITAS DE LA COSTA DE ECUADOR. Obtenido de upm: <https://oa.upm.es/740/1/06200413.pdf>
- Gómez. (2015). Estudio descriptivo de la caracterización de los comerciantes informales en la ciudad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/4127>
- Gómez, J. (13 de Mayo de 2010). engormix. Obtenido de Zeolita natural como mejoramiento de suelos y optimización de fertilizantes: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/zeolita-natural-mejoramiento-de-suelos-t28411.htm>
- Hernandez , M., Rojas, F., Corona, L., Lara, V., Portillo, V., Salgado , M., & Petranoskii, V. (2005). EVALUACIÓN DE LA POROSIDAD DE ZEOLITAS NATURALES POR MEDIO DE CURVAS DIFERENCIALES DE ADSORCIÓN. Rev. Int. Contam. Ambient, 72.
- Ñamagua, J. P. (2010). Evaluación de la calidad de plántulas de tomate y acelga obtenida sobre diferentes sustratos. Obtenido de [dspace.uazuay.edu.ec: https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/587/1/07910.pdf](https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/587/1/07910.pdf)
- López, F., & Feijoo, C. (Octubre de 2019). Caracterización físico-química y mineralógica de zeolitas naturales comerciales del Ecuador. Geo latitud, 2(2).
- López, M. S. (2008). Efecto del ozono y la zeolita clinoptilolita en la remoción de 2,6-dinitrotolueno y nitrógeno amoniacal. Obtenido de [ptolomeo.unam.mx](http://ptolomeo.unam.mx):

- <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2612/lopezvigil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- lovers, P. f. (30 de Marzo de 2022). Fresas: usos, propiedades y beneficios, recetas fáciles. Obtenido de finedininglovers.com: <https://www.finedininglovers.com/es/noticia/todo-sobre-la-fresa>
- Loya, J. D. (Febrero de 2022). Remoción de arsénico y cadmio en agua usando zeolitas como material adsorbente. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/>: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/2459/1/Jes%C3%BAs%20Daniel%20Loya%20Ram%C3%ADrez%20-%20Maestr%C3%ADa%20en%20Ciencia%20y%20Tecnolog%C3%ADa%20Ambiental%20-%202022.pdf>
- Rivadeneira, D. (2016). Evaluacion de Tres Dosis de Zeolita para Optimizar El Rendimiento Del Cultivo. Obtenido de scribd: <https://es.scribd.com/document/339335605/304-Evaluacion-de-Tres-Dosis-de-Zeolita-Para-Optimizar-El-Rendimiento-Del-Cultivo#>
- Roma. (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Obtenido de Fao.org: <https://www.fao.org/3/V5290S/v5290s00.htm#TopOfPage>
- Soca, M., & Daza, M. (2015). La zeolita y su efecto en la eficiencia del nitrógeno en arroz y maíz. Revista de Ciencias Agrícolas, 32. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v32n2/v32n2a05.pdf>
- Solano. (2023). Obtenido de Metodología de la investigación: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3548/4/CAP%20III%20METODOLOGIA.pdf>

Vilema, B. (2017). EVALUACIÓN DE ZEOLITA Y CARBÓN ACTIVADO EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. Avenger) EN LA GRANJA LA PRADERA, CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA.

## Anexos



**Anexo 1:** Plantas de 25 días de trasplante



**Anexo 2:** Plantas a los 40 días.



**Anexo 3:** Planta a los 60 días.

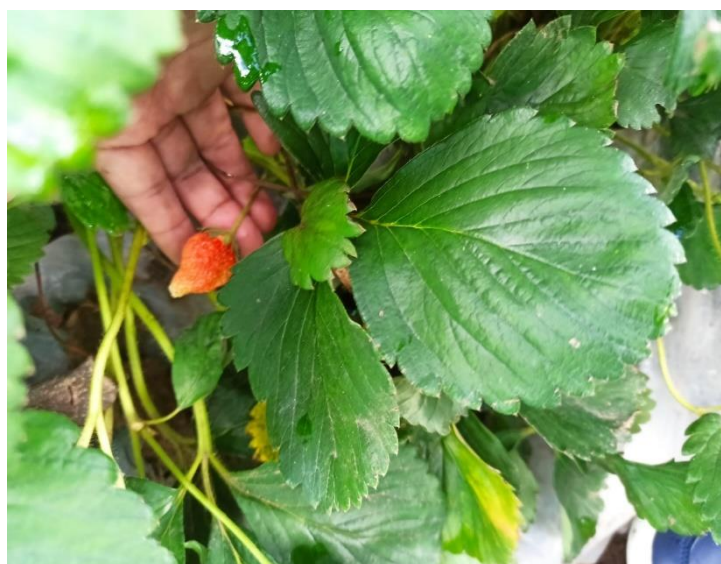


**Anexo 4:** Planta a los 90 días.





**Anexo 5:** Plantas a los 100 días.



**Anexo 6:** Plantas a los 110 días.





# LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS                          |              |               |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|--|--------------|---------------|--|-------------|------------------------------|---------------|----------|---------|--|-----------------------|
| <b>DATOS DE PROPIETARIO</b>                            |              |               |  |             | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> |               |          |         |  |                       |
| Nombre: YAJAIRA CARLOSAMA                              |              |               |  |             | Provincia: Imbabura          |               |          |         |  |                       |
| Ciudad: Ibarra   |              |               |  |             | Cantón: Ibarra               |               |          |         |  |                       |
| Teléfono: 0982610061                                   |              |               |  |             | Parroquia: Caranqui          |               |          |         |  |                       |
| Fax:   |              |               |  |             | Sitio: El Ejido              |               |          |         |  |                       |
| <b>DATOS DEL LOTE</b>                                  |              |               |  |             | <b>DATOS DE LABORATORIO</b>  |               |          |         |  |                       |
| Sitio: El Ejido  |              |               |  |             | Nro Reporte.: 11352          |               |          |         |  |                       |
| Superficie:  |              |               |  |             | Tipo de Análisis: Elemental  |               |          |         |  |                       |
| Número de Campo: Muestra 1                             |              |               |  |             | Muestra: Suelo, muestra 1    |               |          |         |  |                       |
| Cultivo Actual:  |              |               |  |             | Fecha de Ingreso: 2023-03-21 |               |          |         |  |                       |
| A Cultivar: Fresa                                      |              |               |  |             | Fecha de Reporte: 2023-03-23 |               |          |         |  |                       |
| <b>Nutriente</b>                                       | <b>Valor</b> | <b>Unidad</b> | <b>INTERPRETACION</b>                                      |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>N</b>   | 53.75        | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>P</b>   | 145.10       | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>S</b>   |              | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>K</b>   | 1.16         | meq/100 ml    |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Ca</b>  | 17.68        | meq/100 ml    |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Mg</b>  | 2.32         | meq/100 ml    |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | BAJO   | MEDIO       | ALTO                         |               |          |         |  |                       |
| <b>Zn</b>  |              | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Cu</b>  |              | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Fe</b>  |              | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Mn</b>  |              | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | BAJO   | MEDIO       | ALTO                         |               |          |         |  |                       |
| <b>B</b>   |              | ppm           |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | BAJO   | MEDIO       | ALTO                         | TOXICO        |          |         |  |                       |
| <b>pH</b>  | 7.27         |               | 0 Requiere Cal 5.5      6.5      7.0      7.5      8.0<br> |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | Acido  | Lig. Acido  | Pract. Neutro                | Lig. Alcalino | Alcalino |         |  |                       |
| <b>Acidez Int. (Al+H)</b>                              |              | meq/100 ml    |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Al</b>  |              | meq/100 ml    |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| <b>Na</b>  |              | meq/100 ml    |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | BAJO   | MEDIO       | ALTO                         |               |          |         |  |                       |
| <b>Ce</b>  | 0.400        | mS/cm         |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | No Salino  | Lig. Salino | Salino                       | Muy Salino    |          |         |  |                       |
| <b>MO</b>  |              | %             |  |             |                              |               |          |         |  |                       |
|  |              |               | BAJO   | MEDIO       | ALTO                         |               |          |         |  |                       |
| <b>Ca</b>  | <b>Mg</b>    | <b>Ca+Mg</b>  | <b>(meq/100ml)</b>   | <b>%</b>    | <b>ppm</b>                   | <b>(%)</b>    |          |         |  | <b>Clase Textural</b> |
| Mg   | K            | K             | Sum Bases  | NTot        | Cl                           | Arena         | Limo     | Arcilla |  |                       |
| 7.62   | 2.00         | 17.24         | 21.16  |             |                              |               |          |         |  |                       |
| Dr. Quim. Edison M. Miño M.<br>Responsable Laboratorio |              |               |  |             |                              |               |          |         |  |                       |



Anexo 6: Analisis de suelo.