

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS
AMBIENTALES**

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR: Diana Rivadeneira

ASESOR: M.Sc. Hernán Benavides

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2016

CERTIFICADO

Certifico que la estudiante Rivadeneira Santacruz Diana Carolina con el número de cédula 0401030564 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en el cantón Tulcán provincia del Carchi”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de grado del título a obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



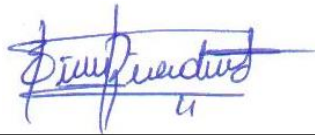
M.Sc. Hernán Benavides

Tulcán, 27 de julio del 2016

AUTORÍA DEL TRABAJO

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Rivadeneira Santacruz Diana Carolina con el número de cédula 0401030564 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Rivadeneira Santacruz Diana Carolina

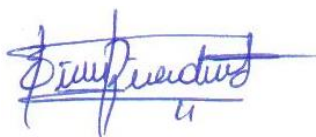
Tulcán, 27 de julio del 2016

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO

Yo, Rivadeneira Santacruz Diana Carolina, declaro ser la autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad".

Tulcán, 27 de julio del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Diana Carolina Santacruz Rivadeneira", is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a small mark below the main text.

Rivadeneira Santacruz Diana Carolina

C.C. 0401030564

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a mis padres que con su amor, ejemplo y sustento son mi apoyo constante e incondicional.

A mis amados hijos Camila y Salim por su paciencia, amor y respeto durante todo este proceso de mi formación profesional y por ser mi motivación de cada día.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario por la formación académica y profesional. A los docentes que fueron más allá de su deber y se convirtieron en amigos y ejemplos de profesionalismo.

Al Dr. Enrique Martínez PhD. que como asesor me guió en las primeras etapas de esta investigación.

Al M.Sc. Hernán Benavides por su apoyo en la etapa final de mi trabajo de titulación.

A mis compañeras que más que eso fueron verdaderas amigas, con quienes entre risas y locuras atravesé este largo camino estudiantil.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres Aura Marina y Germán, que siempre me apoyaron moral y económicamente para poder cumplir esta meta.

A mis hijos Camila y Salim por ser el motor de mi vida y a quienes espero dar el mejor ejemplo.

A mi hermano Andrés ya que su recuerdo también fue mi motivación y de quien estoy segura siempre me estuvo apoyando desde el cielo.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
I. EL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento	1
1.2. Formulación	2
1.3. Delimitación	2
1.4. Justificación	2
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes Investigativos	5
2.2. Fundamentación Legal.....	5
2.3. Fundamentación Filosófica	6
2.4. Fundamentación Científica	7
2.4.1. La fresa.....	7
2.4.1.1. Origen de la fresa cultivada:	7
2.4.1.2. Taxonomía y botánica:.....	7
2.4.1.3. Descripción botánica de la fresa	8
2.4.1.4. Caracteres morfológicos de la fresa	8
2.4.1.5. Valores nutricionales de la fresa	9
2.4.1.6. Suelos y Clima.....	10
2.4.1.7. Variedad Albión:.....	10
2.4.1.8. Prácticas culturales.....	11
2.4.1.9. Densidad y siembra.....	12
2.4.1.10. Podas.....	12

2.4.1.11. Fertilización.....	13
2.4.1.12. Riego.....	14
2.4.1.13. Plagas y enfermedades.	15
2.4.1.14. Deficiencias nutricionales	15
2.4.2. La Zeolita.....	16
2.4.2.1. Clinoptilolita.....	16
2.4.2.2. Estructura.....	16
2.4.2.3. Propiedades:.....	17
2.4.2.4. Uso agrícola de la zeolita	17
2.5. Hipótesis	18
2.5.1. Hipótesis Afirmativa:	18
2.5.2. Hipótesis Negativa:.....	18
2.6. Variables	18
2.6.1. Variable dependiente.....	18
2.6.2. Variable independiente	18
III. MARCO METODOLÓGICO	19
3.1. Modalidad de la Investigación	19
3.2. Tipos de Investigación	19
3.3. Población y Muestra de la Investigación	19
3.3.1. Población.....	19
3.3.2. Muestra.....	19
3.4. Operacionalización de Variables.....	20
3.5. Plan Recolección de la Información	21
3.5.1. Información Primaria:	21
3.5.2. Datos Informativos del Ensayo	21
3.5.3. Factor en estudio.....	21
3.5.4. Tratamientos.....	21
3.5.5. Experimento	21
3.5.5.1. Tipo de diseño	21
3.5.5.2. Características del ensayo	21
3.5.5.3. Características de la Unidad experimental.....	23
3.5.5.4. Análisis de varianza.	24
3.5.5.5. Análisis funcional.	24
3.5.6. Variables a evaluarse	24

3.5.7. Información secundaria:	25
3.5.8. Métodos de Manejo del Experimento	25
3.5.8.1. Materiales y equipos	25
3.5.8.2. Procedimiento	26
a. Análisis de suelo	26
b. Preparación de suelo	26
c. Elaboración de camas.	27
d. Fertilización de fondo.....	27
e. Aplicación de la zeolita.	27
f. Instalación del sistema de riego.....	28
g. Instalación del mulch	29
h. Perforación del mulch.	29
i. Trasplante de plántulas.....	29
j. Fertirrigación.....	30
k. Fertilización foliar.....	30
l. Control de plantas no deseadas	30
m. Poda.	30
n. Cosechas.....	31
3.6. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados	32
3.6.1. Prendimiento de plántulas a 10 días del trasplante.	32
3.6.2. Floración a los 63 días del trasplante.	32
3.6.3. Fructificación a los 91 días del trasplante.....	33
3.6.4. Rendimiento por categoría:	33
3.6.4.1. Categoría Extra.....	33
3.6.4.2. Categoría 1 o súper.	35
3.6.4.3. Categoría 2.	36
3.6.4.4. Rendimiento total.	37
3.6.5. Costo - beneficio.....	38
3.7. Verificación de hipótesis	39
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
4.1. Conclusiones.....	40
4.2. Recomendaciones	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Distribución de los tratamientos</i>	22
Gráfico 2: <i>Características del ensayo</i>	23
Gráfico 3: <i>Características de la unidad experimental</i>	24
Gráfico 4: <i>Rendimiento categoría extra</i>	35
Gráfico 5: <i>Rendimiento categoría 1</i>	36
Gráfico 6: <i>Rendimiento total</i>	38

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1: <i>Composición nutricional en 100g de fruta</i>	9
Tabla 2: <i>Contenido de vitaminas</i>	9
Tabla 3: <i>Plagas de la fresa</i>	15
Tabla 4: <i>Enfermedades de la fresa</i>	15
Tabla 5: <i>composición química de la zeolita</i>	17
Tabla 6: <i>Operacionalización de variables</i>	20
Tabla 7: <i>Características del ensayo</i>	22
Tabla 8: <i>Análisis de varianza</i>	24
Tabla 9: <i>Análisis de varianza de prendimiento de plántulas los 10 días de trasplante (%)</i>	32
Tabla 10: <i>Análisis de varianza para número de flores por planta a los 63 días del trasplante</i>	32
Tabla 11: <i>Análisis de varianza para número de frutos por planta</i>	33
Tabla 12: <i>Análisis de varianza para el rendimiento categoría extra</i>	34
Tabla 13: <i>Prueba de Tukey para rendimiento categoría extra</i>	34
Tabla 14: <i>Análisis de varianza para rendimiento categoría 1</i>	35
Tabla 15: <i>Prueba de Tukey para rendimiento categoría 1</i>	35
Tabla 16: <i>Análisis de varianza para el rendimiento categoría 2</i>	36
Tabla 17: <i>Análisis de varianza para rendimiento total</i>	37
Tabla 18: <i>Prueba de Tukey para el rendimiento total</i>	37
Tabla 19: <i>Análisis costo-beneficio</i>	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: <i>Plantas a 7 días del trasplante</i>	45
Anexo 2: <i>Planta con 10 días de trasplantada</i>	45
Anexo 3: <i>Planta de 55 días a partir del trasplante</i>	45
Anexo 4: <i>Presencia de primeros frutos en proceso de maduración a los 100 días del trasplante</i>	46
Anexo 5: <i>Desarrollo de las plantas de fresa a los 120 días del trasplante</i> ...	46
Anexo 6: <i>Frutos de gran tamaño (categoría extra)</i>	46
Anexo 7: <i>Tamaño de fruta de la categoría extra</i>	47
Anexo 8: <i>Tamaño de la fruta de la categoría 1</i>	47
Anexo 9: <i>Tamaño de la fruta de la categoría 2</i>	47
Anexo 10: <i>Análisis de suelo</i>	48
Anexo 11: <i>Costo de producción de una hectárea de fresa</i>	49

RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de optimizar el rendimiento del cultivo de Fresa (*Fragaria x ananassa*) se evaluó la aplicación de tres dosis de zeolita.

Se usó un diseño de bloques completos al azar en un área total de 558m², se implantaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones en un terreno ubicado en el cantón Tulcán, provincia del Carchi. Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento # 1 (T1) = 100 g de zeolita/m² equivalente a 1 t/ha, Tratamiento #2 (T2) = 200 g de zeolita/m² equivalente a 2 t/ha y Tratamiento # 3 (T3) = 300 g de zeolita/ m² equivalente 3 t/ha y el Tratamiento # 4(T4) fue el testigo sin zeolita. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de prendimiento de plántula, número de flores por planta, número de frutos por planta, rendimiento por categoría, rendimiento total y el costo beneficio de cada tratamiento.

Bajo estos parámetros el mejor tratamiento es el T2 ya que obtuvo los más altos rendimientos en la categoría extra, categoría "1" y en el rendimiento total. En la categoría extra se obtuvo rendimiento de 2470,17 kg/ha con el T2, que es mucho mayor comparado con el rendimiento obtenido por el T4 testigo sin zeolita que fue de 1583,8 kg/ha. En la categoría "1" se obtuvo rendimiento de 1301,53 kg/ha con el T2 que en este caso también es mayor al rendimiento de testigo que fue de 643,19 kg/ha. En el rendimiento total el T2 nuevamente presenta los más altos rendimientos comparado con el T4, estos fueron 4554,16 kg/ha y 2979,95 kg/ha respectivamente.

Según el análisis costo beneficio el T2 obtuvo el mejor resultado al presentar un índice de 2,43 y el T4 obtuvo un índice de 159.

Palabras clave: fresa, zeolita.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of different doses of *zeolite* as a means to yield optimization of strawberry crops (*Fragaria x ananassa*).

The study design consisted in implementing four treatments in four repetitions with *zeolite* in randomized complete blocks to be applied in a growing area totaling 558m² located in Tulcán, Carchi Province, Ecuador.

The evaluated treatments included: Treatment #1 (T1): 100 g of zeolite/m² equivalent to 1 t/ha, Treatment #2 (T2): 200 g of zeolite/m² equivalent to 2 t/ha y Treatment #3 (T3): 300 g of zeolite/ m² equivalent to 3 t/ha; Treatment #4 (T4) was the negative control (zeolite was not applied). The assessed variables included: Proportion of seeds planted that emerge as seedlings under field conditions, number of floral points per plant, number of fruits per plant, yield per category, total yield, and the cost – benefit of each treatment.

Under such parameters, the best treatment was T2 since it got the highest yield in the categories: extra, 1 or super and in total performance. In the Extra category, a total yield of 2470,17 kg of strawberries per ha was obtained with T2, which is much bigger compared to the yield obtained in the negative control crop T4 which only produced 1583,8 kg of strawberries/ ha. In the category “1” the yield was 1301,53 kg of produce/ha with the T2 vs. T4 (control crop): 643,19 kg/ha. Regarding total yield, the performance of the crops in T2 was again much higher compared to T4 with productions of 4554,16 kg/ha and 2979,95 kg/ha respectively.

What is more, in the cost-benefit analysis the T2 group was also superior with a 1,59 index.

Keywords: strawberries, zeolite

INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Ecuador y de manera puntual en la provincia de Carchi, constituye una de las principales actividades de sus habitantes.

El cultivo tradicional y más importante de la provincia es la papa, luego está el fréjol seco, la cebada, el maíz suave, la arveja, la cebolla, haba y algo de trigo. (MCPEC, 2011, pág. 21). A pesar de que el cultivo de papa es el de mayor importancia económica en la provincia, en ocasiones ha provocado que pequeños productores enfrenten pérdidas en su inversión debido a la inestabilidad del precio y a la presencia de gran cantidad de plagas y enfermedades propias de este cultivo. El monocultivo de papa constituye una práctica que provoca la degeneración de los suelos, que es una de las causas de la pérdida de aptitud del suelo.

La fresa es un cultivo que puede adaptarse a las características climáticas del cantón Tulcán y por tanto constituirse como una alternativa de sustento económico para los agricultores ya que esta fruta es muy atractiva al mercado local, nacional e internacional. En la provincia son muy escasos los cultivos de fresa y se han limitado a pequeñas extensiones en huertos familiares únicamente para autoconsumo y con variedades silvestres no comerciales.

La zeolita es un mineral volcánico cuyas cualidades físicas contribuyen a mejorar las características del suelo lo que influye en optimizar la absorción de nutrientes por parte de las plantas y por lo tanto mejora el rendimiento.

En general, el uso de zeolitas no solo eleva el nivel de las cosechas, sino que también mejora la germinación de las semillas y eleva la estabilidad de las planta respecto a las enfermedades. (Nikolaev, 1997, pág. 8)

En esta investigación se evaluará tres dosis de zeolita en el cultivo de fresa con la finalidad de establecer una cantidad adecuada para optimizar el rendimiento productivo.

I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento

Según el informe anual de la FAO 2014, uno de los grandes retos para la humanidad en las próximas décadas es incrementar al menos un 60% la productividad de alimentos básicos para una dieta saludable que incluye la producción de frutos diversos para garantizar la seguridad alimentaria.

En el Ecuador actualmente se impulsa una serie de proyectos promovidos por el Estado y de iniciativa privada, orientados a mejorar la producción agrícola. En el caso de la provincia del Carchi, la mayor parte del territorio está destinado a producción agrícola que constituye la principal fuente de ingreso y dinamizador de la economía local. Lamentablemente un importante impacto ambiental negativo se ha provocado en los suelos de la provincia por las malas prácticas en los programas de fertilización. Las actividades agrícolas y ganaderas afectan a determinados ecosistemas en mayor o menor grado, siendo unos de sus efectos negativos la disminución de productividad del suelo, por erosión o compactación, pérdida de materia orgánica, retención hídrica, actividad biológica y salinización.

La contaminación es uno de los aspectos que más influye en la degradación de los suelos puesto que la capacidad para el desarrollo de sus funciones puede verse afectada negativamente, lo que se traduce en una pérdida de aptitud para su uso llegando incluso a ser inutilizable. Entre las causas que provocan contaminación del suelo está la mala gestión o desproporcionada fertilización. (Gobierno de la Rioja, 2006)

En todos los suelos agotados, que han sido cultivados por períodos prolongados, además de las inevitables pérdidas, una fertilización desequilibrada en favor del nitrógeno es no sólo contraria a las buenas prácticas agrícolas, es también una pérdida de trabajo y de capital, es dañina para el medio ambiente y no es sostenible. (FAO, 2002)

Los suelos de la provincia están siendo afectados por el monocultivo especialmente de papa, arveja, frejol, cebada, entre otros; por lo que muchos terrenos ya están muy desgastados, los agricultores muchas veces

desconocen de otros cultivos que pueden ser una alternativa para la rotación y ante ese desconocimiento continúan con los mismos cultivos un ciclo tras otro.

En el cantón Tulcán la producción de fresa se limita a pequeños huertos, no existen registros estadísticos de plantaciones comerciales significativas.

1.2. Formulación

Perdida de la aptitud del suelo debido a inadecuadas prácticas agrícolas en especial la fertilización

1.3. Delimitación

Campo: Agropecuario

Área: Agronómica

Espacial: Provincia del Carchi- Cantón Tulcán, Parroquia González Suárez

Temporal: 12 meses.

Unidad de observación: Ensayo experimental.

1.4. Justificación

A pesar del acelerado crecimiento en los diferentes sectores de la economía, la actividad agrícola se mantiene como la principal actividad económica en el Ecuador, por lo que las investigaciones orientadas a mejorar la productividad y calidad de los cultivos se convierte en un objetivo estratégico, no solamente para los productores sino para la dinamización económica del país y la región.

Los rendimientos en la producción agrícola dependen de una serie de factores relacionados con la calidad del suelo, agua, aire, clima, labores culturales, uso de elementos químicos, entre otros. El análisis de cada uno de estos factores requiere un estudio específico y una minuciosa experimentación de campo a fin de lograr conclusiones que mejoren la producción agrícola.

La provincia del Carchi y el cantón Tulcán, cuentan con suelos ricos en nutrientes, que lo hace idóneo para una gran diversidad de cultivos, sin embargo, históricamente la producción se concentra en el monocultivo de papa, una práctica que provoca la degeneración de los suelos. Frente a esta realidad, el cultivo de fresa podría ser una alternativa para implementar cultivos menos explotados y promover un cambio en la matriz productiva, que es uno de los objetivos planteados dentro del Plan Nacional del Buen Vivir del 2013.

El cultivo de fresa en Ecuador está concentrado en su mayor extensión en la provincia de Pichincha, también está en constante crecimiento en las provincias de Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en pequeñas extensiones en Cotopaxi y zona del Austro, siendo uno de las alternativas importantes de la economía en dichas provincias. Su producción va a los mercados de Quito, Cuenca, Guayaquil y otras provincias de la Costa. (El Agro, 2013)

La presente investigación plantea a través de la aplicación de diversas dosis de zeolita, mejorar algunas características del suelo que favorezcan la disponibilidad y permitan mayor asimilación de los nutrientes necesarios para las plantas e incrementar la productividad del cultivo de fresa, a su vez disminuir los efectos nocivos provocados por el uso irracional de fertilizantes.

Es importante no solo adicionar fertilizantes al suelo sino buscar mejorar el aprovechamiento de los nutrientes por parte de las plantas, el uso de un mineral como la zeolita presenta cualidades demostradas que hacen más eficiente la absorción de nutrientes.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Optimizar el rendimiento en el cultivo de Fresa, *Fragaria x ananassa* mediante la aplicación de zeolita.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el rendimiento del cultivo de fresa con la aplicación de zeolita natural.
- Determinar la mejor dosis de zeolita para el cultivo de fresa
- Identificar cuál de los tratamientos presenta la mejor relación costo beneficio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La fase de investigación bibliográfica permitió identificar innumerables estudios sobre la aplicación de la zeolita en diversas áreas de las ciencias y particularmente su uso en la agricultura. Algunos estudios se concentran en el análisis de características específicas como la investigación realizada por Abdi, Khosh-Khui, & Eshgh, (2006) titulada “Efectos de la zeolita natural en crecimiento y floración de la fresa”, sus conclusiones son un importante aporte a la presente investigación.

Es importante destacar de esta investigación que: La zeolita también incrementó la tasa neta de fotosíntesis, conducción estomática, la eficiencia del uso del agua, la eficiencia mesófilo, longitud de pecíolo, área foliar, el peso específico de las hojas, peso fresco y seco de brotes y raíces, peso del fruto y número de aquenios de fresa. (Abdi et al., 2006)

En la publicación denominada “Las zeolitas mineral del siglo XX“ Casals (2006) afirma que la zeolita “combinada con los fertilizantes nitrogenados mejora la utilización del nitrógeno, impide su pérdida por volatilización y lo libera, según lo requiera la planta. Debido a esto no sería necesario fraccionar la aplicación del fertilizante en varias etapas, lo que reduciría los costos por este concepto”.

2.2. Fundamentación Legal

Esta investigación se sustenta en la constitución vigente del Ecuador del año 2008, que nos dice:

Art.350. El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

La constitución en su Art. 387 en el inciso segundo nos dice: “Será responsabilidad del Estado: Promover la generación y producción de

conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumakkausay”

Acerca de la conservación y cuidado del suelo, la constitución en la sección quinta artículo 409 referente al suelo manifiesta:

Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

El Plan Nacional de Buen Vivir del año 2013, en el Objetivo 10 y la política 10.2 literal a; expresa:

Articular la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémica, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el desarrollo de nuevos conocimientos.

El Reglamento de titulación de Universidad Politécnica Estatal del Carchi del año 2015, sobre la obligatoriedad del trabajo de titulación menciona: “Para la obtención de Título profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar un trabajo de titulación con una propuesta innovadora, orientada a ejercitarse en la investigación con pertinencia a la disciplina en que obtendrá el grado.

2.3. Fundamentación Filosófica

Históricamente la fresa ya estaba presente sobre las mesas de la antigua Roma: este fruto en efecto solía comparecer coincidiendo con las fiestas en honor de Adonis, a la muerte del cual, como cuenta la leyenda, Venus lloró copiosas lágrimas, que llegadas a la tierra se transformaron en pequeños corazones rojos: las perfumadas fresas.(Zipmec, 2013)

En descubrimiento de la zeolita se realizó en el año 1756 por el geólogo sueco Barón Axel Cronstedt, quien observando una roca basáltica, se percató que en el interior de las vesículas existían unos pequeños cristales bien

definidos, los que, sometidos al calor desprendían el agua de hidratación o combinación en forma de vapor, de aquí que su nombre de piedra hirviente provenga de dos palabras griegas Zein(hervir) y Lithos (piedra). (Casals, 1988, pág. 2)

Los resultados de una investigación deben generar en la sociedad cambios y mejoras con la finalidad de mejorar la calidad de vida. Desde el punto de vista ambiental la zeolita tiene propiedades descontaminantes del suelo y al mejorar la absorción de nutrientes disminuye la necesidad de usar fertilizantes químicos, a nivel económico la zeolita logra mejorar el rendimiento y reducir costos por ende el beneficio a los productores permitirá incrementar sus ingresos económicos.

2.4. Fundamentación Científica

2.4.1. La fresa

2.4.1.1. Origen de la fresa cultivada:

El fresal cultivado, *Fragaria x ananassa* es el resultado del cruzamiento entre el fresal chileno *Fragaria chiloensis* y el fresal norteamericano *Fragaria virginiana*. (Pollock, 2003, pág. 211)

2.4.1.2. Taxonomía y botánica:

El género *Fragaria* aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. Los cultivares comerciales de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch.), son derivados de dos especies, *Fragaria chiloensis* (L.) Duch y *Fragaria virginiana* Duch.

- a. Orden:** Rosales
- b. Familia:** Rosaceae
- c. Género:** *Fragaria*
- d. Especie:** *Fragaria x ananassa* Duch.

2.4.1.3. Descripción botánica de la fresa (Agroes, 2013)

- a. **Plantas herbáceas perennes.**- Con estolones que enraízan en el ápice. Hojas compuestas, generalmente 3-folioladas, raramente 1-5 folioladas, arrosadas y pecioladas.
- b. **Receptáculo.**- Semigloboso, acrescente y carnosos en la infrutescencia. Epicáliz de 5 segmentos alternisépalo. Cáliz persistente, de tubo obcónico o turbinado, con 5 lóbulos y con perfloración valvada.
- c. **Corola.**-Generalmente de 5 pétalos blancos o rosados.
- d. **Estambres.**- Numerosos y uniseriados.
- e. **Ovario.**- Súpero, de numerosos carpelos estipitados, sobre el receptáculo convexo.
- f. **Óvulos.**- Ascendentes, uno por lóculo.
- g. **Estilos.**- Persistentes.
- h. **Infrutescencia.**- formada por numerosos aquenios más o menos sumidos en el receptáculo carnosos, oblongo o globoso y brillantemente coloreado.

2.4.1.4. Caracteres morfológicos de la fresa (Agroes, 2013)

- a. **El tallo** es corto y se denomina corona. De esta corona surgen ramificaciones laterales llamadas estolones que se caracterizan por tener una gran distancia entre los entrenudos. En estos entrenudos aparecen rosetas de hojas y raíces adventicias. A su vez estos estolones también se pueden ramificar y producir nuevos estolones.
- b. **Sus hojas** se disponen en roseta sobre la corona. Tienen los pecíolos largos, dos estípulas rojizas y el limbo dividido en tres folíolos de bordes aserrados. El envés de las hojas está recubierto de pelos.

- c. **Las inflorescencias** se disponen sobre un pedúnculo de longitud variable que parten de las axilas de las hojas. Las flores son de pétalos blancos y de polinización alógama y entomófila.
- d. **El fruto** es un poliaquenio en el que la parte comestible es el receptáculo hipertrofiado que aloja los aquenios. La forma del fruto es de forma variable y la coloración varía entre rosa y violeta.
- e. **El peso** del fruto puede variar entre 2 y 60 gramos.
- f. **El número de aquenios** por infrutescencia varía entre 120 y 200. El peso por 1000 aquenios es de 1-1,2 gramos.
- g. **La capacidad germinativa** de estas semillas son de más de 10 años.

2.4.1.5. Valores nutricionales de la fresa

La fresa cuenta con una gran variedad de micronutrientes funcionales como la vitamina C, folato y fibra, además de una serie de fitonutrientes como las elagitaninas y quercetina que tienen efectos preventivos contra enfermedades cardiovasculares, cáncer y pérdida cognoscitiva. (Villa Rojas, 2010, pág. 11)

Tabla 1: *Composición nutricional en 100g de fruta*

Composición nutricional en 100g	
Calorías	50
Carbohidratos	11.6 g
Fibra	3.8 g
Proteína	1 g
Potasio	44.8 mg
Fósforo	31.5 mg
Calcio	23.2 mg
Selenio	1.1 mg
Hierro	0.6 mg

Fuente: (Angulo, 2009, pág. 12)

Tabla 2: *Contenido de vitaminas*

VITAMINA	Mg/100gr
C	58
A	8
B2	0.06
B1	0.02

Fuente: (Agrolibertad, 2010, pág. 7)

2.4.1.6. Suelos y Clima.

- a. Suelo.** “Se requiere suelos sueltos, bien drenados, de textura media, su pH óptimo oscila entre 5.5-6.5, es sensible a la cal y a la salinidad del suelo”. (Lorente, 2006, pág. 612)
- b. Agua.** La frutilla es exigente con respecto a la humedad, se deben realizar riegos diarios en época de producción, y estos pueden variar según clima y suelo, entre media hora y de dos a tres horas.

El agua debe ser libre de sales, para permitir una alta producción y evitar los problemas de: sodio, calcio, boro o cloruros que pueden producir graves daños en el desarrollo del cultivo. Además debe provenir de pozos libres de contaminación de microorganismos que dañen la salud humana. (Undurraga & Vargas, 2013, pág. 8)

- c. Temperatura.** “Se adapta bien a climatologías frescas y cálidas. Es resistente a heladas, a excepción de las flores”. (Lorente, 2006)

La temperatura ideal oscila entre los 11°C a 22°C, los vientos fuertes pueden afectar al crecimiento dependiendo de la variedad empleada, los vientos suaves son beneficiosos porque ayudan a la polinización. (Undurraga et al. 2013, pag.8)

2.4.1.7. Variedad Albión:

Según Pantoja (2013) la variedad Albión se adaptó favorablemente en la provincia de Carchi. Es muy atractiva a nivel comercial en plantaciones en el norte del país y apetecida en los mercados y por los consumidores.

Es la de mejor tamaño, rústica, de hojas gruesas, fruto de color rojo fuerte, grande, cónico, resistente al manipuleo, susceptible al ataque de *Phytophthora*, *Verticillium* y *Colletotrichum* y a bacterias especialmente *Xanthomonas* sp., variedad con buena producción y muy susceptible al ataque de ácaros. Se debe sembrar a 40-45 cm entre plantas. Producción de 3 a 4 libras por planta en los 18 meses. (Angulo, 2009, págs. 10-11)

2.4.1.8. Prácticas culturales.

- a) Preparación del suelo.** Para la preparación del suelo, se realizan primero labores profundas y, posteriormente varios pases de rastra, terminando con la configuración técnica de las platabandas de siembra y de las vías de acceso para facilitar las labores culturales, esta labor es fundamental para que exista un buen desarrollo y rendimiento de la planta, permitiendo una adecuada relación planta – suelo – aire. (Villagrán, 2012, pág. 45)
- b) Desinfección del suelo.** Desde el punto de vista biológico, el suelo puede presentar peligrosidad para el cultivo por la presencia de hongos patógenos, nematodo parásitos, ácaros, insectos y malas hierbas por esta razón se practica esta labor en forma necesaria sobre las platabandas de cultivo o en la totalidad del terreno, utilizando fungicidas, también se utiliza el método de la solarización, que se basa en la elevación de la temperatura del suelo durante treinta o más días en la época de máxima temperatura. (Chiqui & Lema , 2010)
- c) Elaboración de camas.** Se puede emplear azadones y rastrillos para la elaboración de las camas o platabandas, o bien con maquinaria especializada que hace las platabandas, coloca la cinta de riego y el plástico o "mulch" con un rendimiento de 3 a 4 has al día. Las dimensiones recomendables son: 30 - 35 cm de alto, 60 cm ancho y 50 cm de pasillo o camino. Se aconseja elaborar platabandas altas para que el suelo se caliente por asoleamiento, exista mayor circulación de aire entre el follaje y mejor drenaje del suelo, posterior a la elaboración se coloca la cinta de riego, lo recomendable es colocar 2 líneas en cada platabanda. (Villagrán, 2012, pág. 54)
- d) Cobertura del suelo o acolchado.** Consiste en extender sobre el suelo un material plástico, es una capa de polietileno, se coloca en la platabanda cubriéndola totalmente. La impermeabilidad del material evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua, controla malezas, brinda mayor temperatura a las raíces generando mayor crecimiento de la

planta y producción, protege al fruto del contacto con el suelo manteniéndolo limpio. (Villagrán, 2012, pág. 54)

2.4.1.9. Densidad y siembra.

- a) Densidad.** Lo recomendable es hacerlo en platabandas a doble hilera, con el método tres bolillo. La distancia entre plantas debe ser de 0,40 m y 0,25 m entre hileras, la distancia entre los lomos de las platabandas será de 0,90 m. (Sudzuki, 1985, pág. 21)
- b) Trasplante.** Cuando se tiene las plantas de los viveros, se las trasplanta mediante dos métodos de siembra: a raíz desnuda o con pequeños panes de tierra; se los coloca en los orificios de la cubierta plástica, de tal forma que queden cubiertas hasta el cuello de la raíz. (Gambardella, Fernández, & Díaz, 1999)

2.4.1.10. Podas

- a) De formación:** Consiste en eliminar las primeras flores (desflora) que aparecen para darle más vigor a la planta estimulando la formación de nuevas raíces las cuales van a incidir en la producción. (Angulo, 2009, pág. 21)
- b) De producción:** Los brotes productivos que ya dieron frutos deben ser eliminados para dar paso a los nuevos brotes vegetativos y reproductivos los cuales a su vez van a estimular las nuevas inflorescencias y estolones secundarios. (Angulo, 2009, pág. 21)
- c) De mantenimiento:** O deshoje consiste en eliminar las hojas secas o que ya cumplieron con su función, aumentando la aireación, disminuyendo los problemas de hongos ocasionados por alta humedad relativa y estimulando la formación de nuevas inflorescencias y por supuesto nuevos frutos. (Angulo, 2009, pág. 21)
- d) Fitosanitaria:** Consiste en eliminar todas las hojas con ataques de hongos o bacterias y que presenten ataque de ácaros u otro artrópodo plaga. También se deben eliminar las flores que presenten ataque de Botrytis y los estolones débiles. (Angulo, 2009, pág. 22)

2.4.1.11. Fertilización.

a) Fertilización base. La fertilización de base se la realiza antes del trasplante con la ayuda de un análisis de suelo, es recomendable realizar la fertilización en las camas directo, para no desperdiciar producto. (Villagrán, 2012, pág. 52)

Al agregar el fertilizante se debe ubicar en el centro de la cama e incorporando con un rastrillo, tomando en cuenta que la cama presente una buena humedad. Para la fertilización se debe considerar el estado de crecimiento y desarrollo del cultivo, más las condiciones del suelo y del agua. Como referencia se dan los Kg/ha de los nutrientes que se deberían aportar para el primer año de cultivo. (Miserendino, 2012, pág. 6)

- Nitrógeno (N) 90 Kg/ha
- Fósforo (P) 14 Kg/ha
- Potasio (K) 80 Kg/ha
- Calcio (Ca) 65 Kg/ha
- Magnesio (Mg) 14 Kg/ha

b) Fertilización foliar. Consiste en aplicar sustancias fertilizantes mediante la aspersion al follaje con soluciones nutritivas, el proceso de absorción de nutrientes por vía foliar tiene lugar en tres etapas, en la primera etapa, las sustancias nutritivas, aplicadas a la superficie, penetran la pared celular por difusión libre. En la segunda, las sustancias son absorbidas por la superficie de la membrana plasmática y en la tercera, pasan al citoplasma mediante procesos metabólicos. La fertilización equilibrada en fresa es decisiva para obtener alta calidad y rendimiento de fruto.

c) Fertirrigación. La fertirrigación, como el nombre lo indica , es la aplicación de fertilizantes con el agua de riego: Fertilización + Irrigación. Al utilizarla apropiadamente, la fertirrigación tiene muchas ventajas sobre otros métodos de fertilización: ahorra tiempo y mano de obra, la

aplicación de fertilizantes es más precisa y uniforme, y la absorción de nutrientes por las raíces es mejor.

En fresa se recomienda 50ppm de nitrógeno, 25ppm de fósforo, 150ppm de potasio, 65ppm de calcio y 20ppm de magnesio. (Smart, 2014)

d) Enmiendas.

- Acidez.- Los suelos ácidos, con pH inferiores a 6,0 pueden dañar a las plantas y producir fijaciones de elementos nutritivos. Para minimizar este problema se recomienda utilizar Carbonato de Calcio fino y las cantidades a aplicar dependen del tipo de suelo y también de su pH. Como recomendación general, para suelos arenosos agregar 400 a 600 kg/ha. (Villagrán, 2012, pág. 41)
- Alcalinidad.- En los suelos muy alcalinos, pueden afectar el crecimiento de esta planta y el buen desarrollo de los microorganismos benéficos del suelo. La enmienda más económica a usar, es el azufre granular, en cantidades de 400 kg/ha. Así, una vez aplicado y mezclado con el suelo, la bacteria Thiobacillus modifica al azufre a ácido sulfúrico, liberando iones de hidrógeno, volviendo al suelo ácido. (Villagrán, 2012, pág. 42)
- Materia orgánica.- Agregar estiércol o compost, ya que mejora la estructura de los suelos, reduce la compactación, mantiene mejor la humedad y aumenta la capacidad de retención de nutrientes y se puede aplicar 1 o 2 meses antes de la plantación, en dosis de 15 a 20 ton/ha. (Villagrán, 2012, pág. 41)

2.4.1.12. Riego.

El riego y la fertilización son factores clave en el buen desarrollo y éxito del cultivo de la fresa, las plantas tienen un sistema radicular muy superficial, razón por la cual se requiere suministros permanentes de agua en dosis bajas, para esto se debe establecer un sistema de riego por goteo o por cinta. (Angulo, 2009, pág. 24)

2.4.1.13. Plagas y enfermedades.

Tabla 3: Plagas de la fresa

PLAGAS	DAÑO	CONTROL
Arañita roja <i>Tetranychus sp</i>	Destruyen el tejido verde, viven principalmente en el envés de las hojas.	Abamectina.
Pulgonos <i>Mizus persicae y Aphis sp</i>	Provocan amarillamiento de hojas, transmiten virus	Metamidophos, Dimetoato, Garlic
Gusano de tierra <i>Agrotis sp y Feltia sp.</i>	Cortan hojas y estolones de tallo.	Cebos tóxicos (carbaryl+melaza+afrecho)
Gusano Blanco o Sacho <i>Bothynus sp.</i>	Se alimenta de las raíces debilitando a la planta o provocando su mortandad.	Cebos tóxicos.
Babosas y Caracoles <i>Agriolimax lavéis, Helix sp.</i>	Se alimentan de los frutos, haciendo orificios provocando su putrefacción.	Cebos tóxicos.

Fuente: (Agrolibertad, 2010, pág. 6)

Tabla 4: Enfermedades de la fresa

ENFERMEDADES	DAÑO	CONTROL
Mancha de la hoja <i>Mycosphaerella fragariae</i>	Provoca la presencia de manchas pequeñas redondas de color rojizo a púrpura pudiendo causar destrucción de hojas.	Eliminando las hojas atacadas y/o realizar aplicaciones preventivas base de Mancozeb.
Podredumbre gris <i>Botrytis cinerea</i>	Los frutos en contacto con el suelo son infectados, mientras que frutos maduros por efecto de la enfermedad se secan y quedan momificados.	Aplicando funguicidas a base de Zineb. Benomil tan pronto como los botones florales sean visibles
Oidium <i>Spheroteca macularis</i>	El borde de las hojas se enrolla hacia arriba del borde, provocan deformación de frutos.	Azufre micronizado
Podredumbre negra de la raíz <i>Phytoptora sp</i> <i>Rizoctonia sp</i>	Las raíces presentan manchas o lesiones ovaladas de color marrón.	Usando plantas sanas, tratando el material a propagar con Thiran y/o Agrilife.

Fuente: (Agrolibertad, 2010, pág. 6)

2.4.1.14. Deficiencias nutricionales (Tradecorp, 2010)

La fresa es un cultivo que necesita determinados microelementos en alta cantidad, como son el Hierro, Manganeseo, Zinc y Boro, necesarios para la mayoría de procesos metabólicos de la planta.

El Hierro es el microelemento en mayor concentración tanto en los frutos como en el resto de órganos de la planta. Su deficiencia presenta como consecuencia la reducción del rendimiento y el aborto de frutos. Los primeros signos de deficiencia de Hierro son el amarillamiento de las hojas entre los nervios. A medida que la deficiencia se agrava, el color amarillo de las hojas se intensifica hasta volverse marrón.

El Boro y el Zinc ocasionan un efecto directo en la calidad del fruto, la carencia de ambos elementos produce una disminución en la fertilidad del polen y en la fructificación. Mientras que el Boro junto con el Molibdeno, son importantes para el correcto contenido de vitamina C y azúcares de los frutos.

La fresa necesita un alto contenido en Calcio para su desarrollo y sobre todo para la calidad de los frutos. Una correcta nutrición en Calcio mejora la firmeza y resistencia al transporte de las fresas. Su deficiencia se manifiesta mediante una necrosis terminal de las hojas, o “tip burn”, en períodos de rápido crecimiento.

2.4.2. La Zeolita

Las zeolitas por definición, son aluminosilicatos de cationes alcalinos y alcalinos térreos (potásicos, cálcicos y sódicos). (Casals, 1988, pág. 2)

2.4.2.1. Clinoptilolita

Es un tipo de zeolita el mineral que se encuentra de forma mayoritaria en las rocas zeolíticas. La clinoptilolita es una zeolita rica en silicio, con una relación de sílice -alúmina ($\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$). (Casals, 1988, pág. 6)

2.4.2.2. Estructura.

Las Zeolitas poseen una estructura silicática tridimensional y cristalina peculiar, la que puede ser designada como cavernosa, por lo que todos los minerales pertenecientes al grupo zeolíticos están caracterizados por una red de canales o poros que conducen a cavidades centrales. La estructura cristalina de cada uno de los minerales miembros del grupo es única, por lo que cada uno de los minerales zeolíticos se caracteriza por canales, poros y cavidades o cavernas de dimensiones estrictamente determinadas. Las estructuras de muchas zeolitas han sido determinadas por análisis cristalográficos de difracción de rayos X. (Casals, 1988, pág. 3)

2.4.2.3. Propiedades:

Las principales propiedades que posee la zeolita son: absorción, intercambio iónico, tamiz molecular, etc. (Casals, 1988, pág. 4)

El intercambio iónico está dado por poseer una geometría molecular bien definida, con poros generalmente llenos de agua y cuyos enlaces forman canales y cavidades que le permiten ganar y perder agua reversiblemente e intercambiar los cationes de su estructura, sin que ésta se altere. (Casals, 1988, pág. 4)

La propiedad absorbente le permite un sin número de posibilidades de uso, principalmente en la agricultura, ya que al deshidratarse su volumen está constituido por hasta un 50 % de espacio poroso, lo cual le confiere una alta capacidad de absorción a baja presión; la hidratación también es una propiedad de gran importancia, ya que la deshidratarse estos minerales no cambian su estructura, pudiendo llenarse con líquidos o gases repetidos. (Casals, 1988, pág. 4)

Tabla 5: Composición química de la zeolita

Silicio	74,62 %
Fósforo	0,14 %
Potasio	5,3 %
Calcio	1,94 %
Azufre	0,15 %
Manganeso	0,174 %
Zinc	0,0104 %

Fuente: (Surco; 2012)

2.4.2.4. Uso agrícola de la zeolita

La clinoptilolita, procedente de varios yacimientos, se ha empleado como elemento aglutinante en los fertilizantes mezclados y la misma tiende también a retener en el suelo los cationes deseados por un período mayor de tiempo. Además, de su adición a los suelos aumenta el rendimiento de las cosechas, la retención de humedad evita las enfermedades propias de las raíces de las plantas. (Casals, 1988, pág. 9)

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis Afirmativa:

El uso de zeolita mejora el rendimiento del cultivo de Fresa, *Fragaria x ananassa*

2.5.2. Hipótesis Negativa:

El uso de zeolita NO mejora el rendimiento del cultivo de Fresa, *Fragaria x ananassa*

2.6. Variables

2.6.1. Variable dependiente

Rendimiento del cultivo de Fresa, *Fragaria x ananassa*

2.6.2. Variable independiente

Dosis de zeolita

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Modalidad de la Investigación

Es una investigación cuantitativa puesto que se recogieron y analizaron datos cuantitativos sobre las variables de estudio, con la finalidad de determinar la optimización del rendimiento del cultivo de Fresa, *Fragaria x ananassa* mediante el uso de zeolita.

3.2. Tipos de Investigación

Se aplicó en una primera fase, la investigación de tipo bibliográfica, basada en una indagación documental y análisis de estudios previos que permitirán sustentar la investigación que se desea realizar.

En una segunda fase, se empleó metodología de investigación de campo y experimental debido a que se implantó un ensayo con el cultivo de fresa, en las que se probó diferentes tratamientos según un diseño de bloques completos al azar del cual se obtuvo resultados medibles para dictaminar conclusiones y afirmar o rechazar una hipótesis.

3.3. Población y Muestra de la Investigación

3.3.1. Población

La población en esta investigación la integran las 16 unidades experimentales con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Cada unidad experimental consta de un total de 124 plantas y todo el ensayo está formado por 1984 plantas.

3.3.2. Muestra

La muestra la constituyó la parcela neta, es decir que de cada unidad experimental se tomará en cuenta las plantas ubicadas en las dos camas centrales, excluyendo las de las camas exteriores por el efecto de borde, de esta forma de cada unidad experimental la muestra será de 54 plantas.

3.4. Operacionalización de Variables

Tabla 6: Operacionalización de variables

Hipótesis	Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnica	Instrumento	Investigador
La zeolita mejora la disponibilidad de los nutrientes e incrementa el rendimiento del cultivo de Fresa, <i>Fragaria x ananassa</i>	VARIABLE INDEPENDIENTE: Diferentes dosis de zeolita	Las zeolitas son minerales aluminosilicatos micro porosos que destacan por su capacidad de hidratarse y deshidratarse reversiblemente.	Zeolita	Ficha técnica de la zeolita	Documentación	Observación	Libros	Diana Rivadeneira
			Zeolita de uso agrícola	Dosis de zeolita recomendada por hectárea Kg/ha	Análisis de recomendaciones técnicas		Manuales	
	VARIABLE DEPENDIENTE: Rendimiento del cultivo de fresa	Rendimiento de la tierra o rendimiento agrícola es la producción dividida entre la superficie	Cultivo de fresa	Manual técnico del cultivo	Costos de producción	Observación de campo	Fichas de observación Libro de campo	Diana Rivadeneira
			Prendimiento de plántulas.	Porcentaje de plantas que prendieron	Contar las plantas prendidas a los 10 días			
			Floración	Numero de flores por planta.	Contar el número de flores por planta a los 105 días			
			Fructificación	Numero de frutos por planta.	Contar el número de frutos por planta a los 182 días			
			Rendimiento por categoría	Peso de frutos por categorías.	Clasificar y pesar la cosecha por categorías de 5 cosechas			
			Rendimiento total	Peso promedio de los frutos de cada tratamiento	Sumatoria del total cosechado de 5 cosechas			
			Costo - beneficio	Rentabilidad de cada tratamiento	Establecer la mejor relación costo-beneficio			

3.5. Plan Recolección de la Información

3.5.1. Información Primaria:

Para obtener la información primaria se aplicó la observación directa que consiste en tomar los datos del diseño experimental instalado en campo

3.5.2. Datos Informativos del Ensayo

El ensayo fue implantado en un terreno privado ubicado en el Barrio San Francisco al norte de la ciudad de Tulcán. El área del terreno es de 714m² el terreno es plano y con forma rectangular. Está totalmente cerrado con paredes de adobe. Se encuentra a una altitud de 2980 m.s.n.m.

3.5.3. Factor en estudio

El factor en estudio es la aplicación de zeolita en el cultivo de fresa

3.5.4. Tratamientos

Los tratamientos fueron las tres diferentes dosis de zeolita y un testigo absoluto sin zeolita.

T1= 100 g de zeolita/m² equivalente a 1 t/ha

T2= 200 g de zeolita/m² equivalente a 2 t/ha

T3= 300 g de zeolita/ m² equivalente 3 t/ha

T4= 0 gr de zeolita/m²

(Chica, 2008)

3.5.5. Experimento

3.5.5.1. Tipo de diseño

Se realizó un experimento donde se adoptó un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A).

3.5.5.2. Características del ensayo

Consta de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, es decir dieciséis unidades experimentales, las características del diseño experimental y la descripción de las unidades experimentales se describen a continuación.

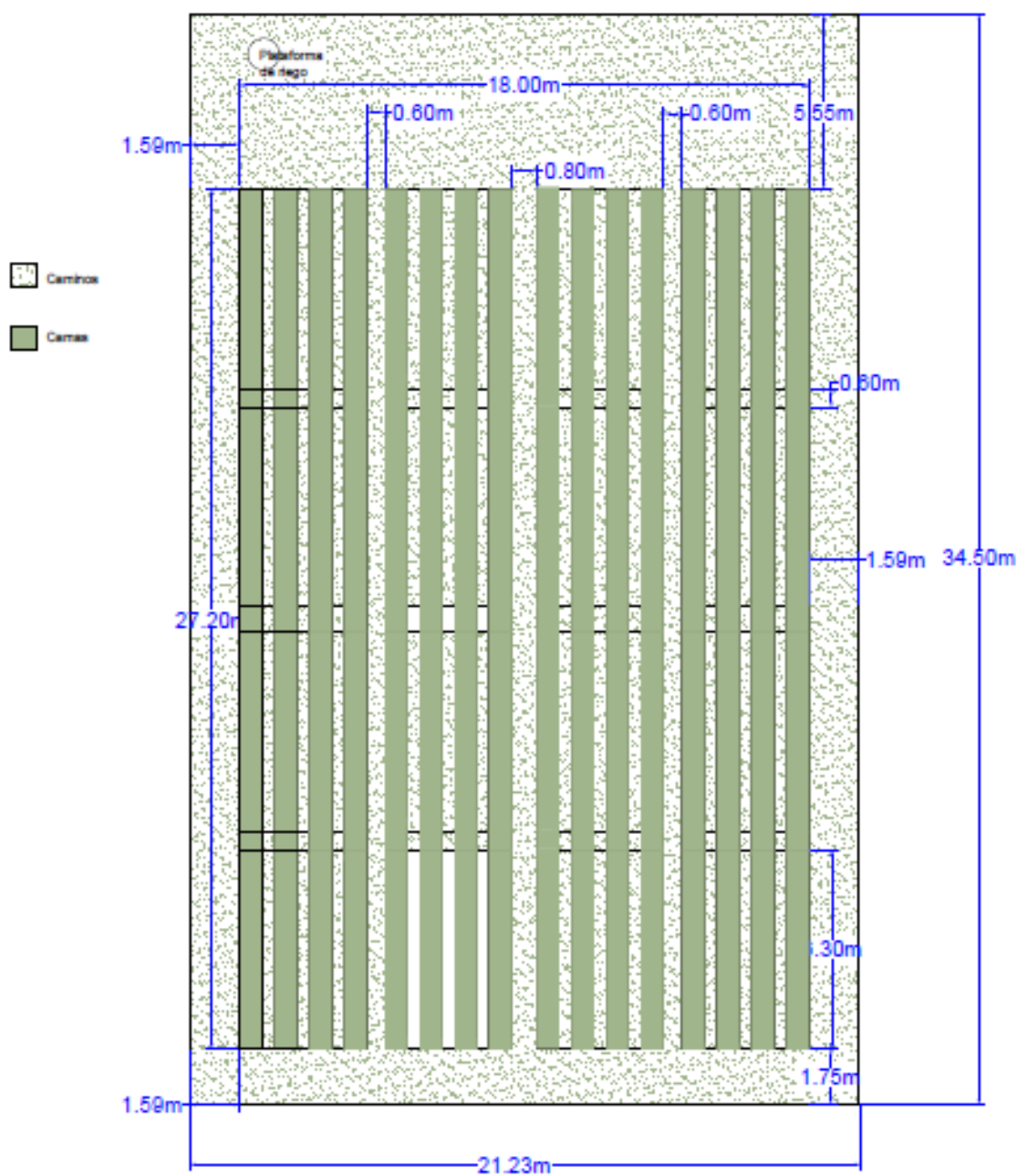
Tabla 7: Características del ensayo

	Largo	Ancho	Área
Terreno	34,5 m	21,17m	730,37m ²
Experimento	31 m	18 m	558m ²
Bloque	14,9 m	8,6m	128,1 4m ²
Unidad experimental	6,30 m	4m	25,2 m ²
Parcela neta	5,4 m	2,6m	14,4 m ²
Camas	6,3 m	0,7m	4,41 m ²
Área de caminos		184,96 m ²	
Distancia entre camas		0,4m	
Distancia entre plantas		0,4m	
Distancia entre hileras		0,3m	

Gráfico 1: Distribución de los tratamientos



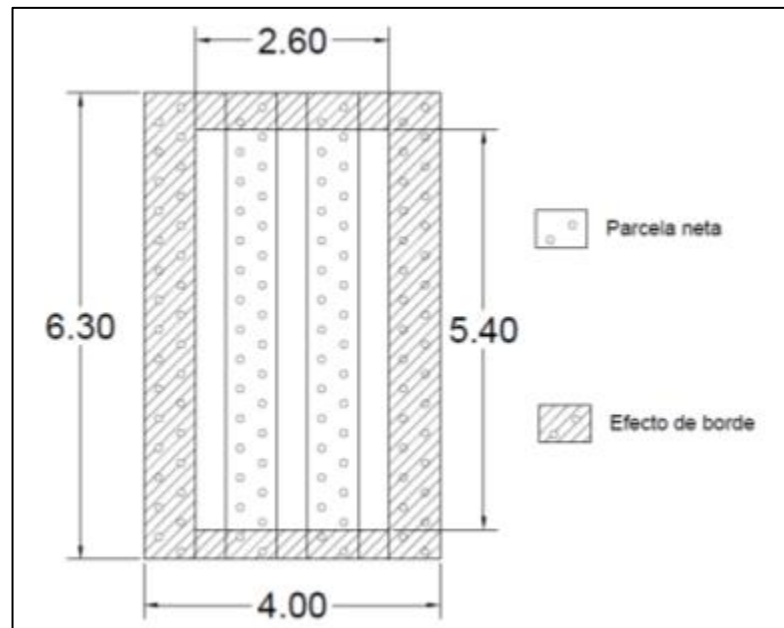
Gráfico 2: Características del ensayo



3.5.5.3. Características de la Unidad experimental

La parcela neta la constituyen las dos camas centrales excepto las dos primeras plantas de los extremos como se muestra en el gráfico con un total de 54 plantas.

Gráfico 3: Características de la unidad experimental



3.5.5.4. Análisis de varianza.

Permitió obtener información sobre las variables en estudio, determinando si existe diferencia o no.

Tabla 8: Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACION	FORMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Total	$a \cdot n - 1$	15
Tratamientos	$a - 1$	3
Repeticiones	$r - 1$	3
Error experimental	$(a - 1)(r - 1)$	9

3.5.5.5. Análisis funcional.

Para el análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% para identificar los mejores tratamientos.

3.5.6. Variables a evaluarse

- a) **Prendimiento de plántulas.** Fue evaluado el número de plantas vivas frente al número total de plantas por cada unidad experimental, expresado en porcentaje

- b) Floración:** Se seleccionó y marcó 10 plantas sanas y bien formadas, se contó el número de flores por planta a los 63 días del trasplante
- c) Fructificación:** De las mismas plantas marcadas en la floración se contó el número de frutos por planta a los 91 días del trasplante.
- d) Rendimiento por categoría:** Se cosechó los frutos que presentaban una madurez mayor al 80 % dentro de la parcela neta, luego se clasificó y pesó en tres categorías.
- Categoría extra frutos de gran tamaño y bien formados; categoría 1 o súper frutos de tamaño medio y bien formados; categoría 2 frutos pequeños y con malformaciones. Se tomó datos de 10 cosechas, 2 semanales.
- e) Rendimiento total:** Se sumó el peso total de las 10 cosechas en todas las categorías.
- f) Costo - beneficio:** Se realizó el análisis para ver la conveniencia de los tratamientos según costo de producción y precios de mercado.

3.5.7. Información secundaria:

Obtención bibliográfica de libros revistas, manuales sitios web etc. Para la fundamentación científica y el respectivo análisis.

3.5.8. Métodos de Manejo del Experimento

3.5.8.1. Materiales y equipos

a) Materiales de Campo.

Plantas de fresa, variedad Albión

Letreros

Herramientas de labranza

Bomba de fumigar

Fungicidas

Fertilizantes

Insecticidas

Herbicidas

Tanques y plataforma
Tuberías y cintas de goteo
Libreta de apuntes
Regla
Balanza
Fluxómetro
Piola
Estacas
Recipientes de cosecha

b) Equipos de Oficina.

Computadora
Impresora
Flash Memory
Calculadora
Cámara digital

3.5.8.2. Procedimiento

a. Análisis de suelo

Para realizar el análisis de suelo se tomó una muestra de suelo de 1 kg proveniente de 3 submuestras del terreno, dichas muestras se enviaron a la estación experimental Santa Catalina del INIAP. (Ver Anexo 19)

b. Preparación de suelo.

Se aplicó glifosato previamente luego se trabajó manualmente con azadones por varias ocasiones contratando jornaleros para retirar el kikuyo y otras plantas no útiles. Posteriormente se trabajó en limpieza de raíces y estolones del kikuyo seco con rastrillos y uso de un motocultor para dejar el suelo muy suelto para el inicio de la formación de camas

c. Elaboración de camas.

Se midió y trazó las camas usando cuerdas y estacas, con las medidas especificadas en la descripción de experimento. Se formó las camas con el uso de azadones, palancones y rastrillos.

Foto 1: *Elaboración de camas*



d. Fertilización de fondo

Según el resultado del análisis de suelo se realizó enmienda aplicando:

Baze Mag: 36% de MgO,

KSOP: 50%K₂O, 7%MgO, 3%S

Para corregir las deficiencias de magnesio y potasio. También se procedió a la aplicación de la Zeolita en las dosis indicadas en los tratamientos.

e. Aplicación de la zeolita.

Para cada unidad experimental fue necesario proceder a pesar la zeolita y colocarla en las proporciones que corresponda según el tratamiento, es decir, en el tratamiento 1 (100 g de zeolita/m²) se colocó 1764g; para el tratamiento 2 (200 g de zeolita/m²) se puso 3528g; finalmente para el tratamiento 3 (300 g de zeolita/m²) se colocó 5,292g de zeolita.

Foto 2: *Aplicación de zeolita en el suelo*



f. Instalación del sistema de riego

Se colocó 2 cintas de goteo por cada cama conectadas a una manguera central que a su vez estaba conectada a dos tanques de 220 litros cada uno ubicados a 2,20 m de altura en una plataforma con estructura metálica.

Foto 3: *Instalación del sistema de riego*



g. Instalación del mulch

Se colocó el plástico de 1m de ancho sobre las camas.

h. Perforación del mulch.

Se realizaron agujeros en el plástico de un diámetro de 10cm, a una distancia de 40cm entre plantas y 25 cm entre hileras, en tres bolillo.

i. Trasplante de plántulas.

Se sembraron aproximadamente 2000 plantas que se adquirieron a raíz expuesta y conservadas en frío. Las plantas fueron climatizadas por 24 horas antes de trasplantarlas y previo a su plantación fueron sumergidas en agua con Ácido Giberélico para inducir el enraizamiento y desarrollo celular.

Foto 4: *Plántulas de fresa a raíz expuesta*



Foto 5: *Inmersión de las plántulas en solución de ácido Giberélico*



j. Fertirrigación.

Se realizó dos veces por semana utilizando diferentes fertilizantes solubles en agua.

Los fertilizantes que se usaron fueron:

- FOLIGREEN 24 - 12 – 12
- Nitrato de Potasio
- Sulfato de magnesio
- Fertisol 10-30-10

k. Fertilización foliar.

Los productos utilizados para complementar la nutrición de las plantas con micronutrientes fueron:

- Nektar Plus
- Caboron

l. Control de plantas no deseadas

Los controles de plantas no deseadas se realizan cada mes o de acuerdo a las condiciones que se observen.

Los caminos entre camas se limpian con azadón, mientras que con la mano se retira las plantas no deseadas que crecieron en el agujero de las plantas de fresa.

m. Poda.

Se realizó diferentes tipos de poda:

- Poda de primeras flores para estimular el desarrollo foliar
- Poda de estolones se realiza cada dos meses. Se ha dejado crecer algunos estolones con el objetivo de usarlos para remplazar plantas que han muerto o no han crecido.
- Poda de hojas viejas y/o enfermas.

n. Cosechas.

Las cosechas se iniciaron a finales de agosto en mínimas cantidades, para el desarrollo de la investigación se registró datos de 10 cosechas a los 103 días del trasplante.

Se cosecha dos veces por semana y el producto es comercializado al por menor en la ciudad de Tulcán.

3.6. Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

3.6.1. Prendimiento de plántulas a 10 días del trasplante.

Después de realizar el Análisis de varianza (tabla 9) para el porcentaje de prendimiento de las plántulas no se observaron diferencias estadísticas, con un coeficiente de variación aceptable del 2,85% y una media de 96,36%. Esto debido a que las plantas provenían de un vivero, sus condiciones eran optimas al momento del trasplante por lo que presentaron un buen prendimiento tal y como se esperaba.

Tabla 9: Análisis de varianza de prendimiento de plántulas los 10 días de trasplante (%)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	126,36	15				
Bloque	9,4	3	3,13 ns	0,41	3,86	6,99
Trat.	48,96	3	16,32 ns	2,16	3,86	6,99
Error.	68	9	7,56			

Sumatoria Total: 1541,70 **CV:** 2,85% **Media:** 96,36%

3.6.2. Floración a los 63 días del trasplante bajo la influencia de zeolita.

Según el Análisis de varianza (tabla 10) aplicado al número de flores por planta, no se presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 15,41% y la media de 4,16 flores por planta. El número de flores es muy bajo al haber sido contadas a los 63 días luego de varias semanas el número de flores se ha incrementado. Las diferentes dosis de zeolita no influyeron de manera considerable en el número de flores.

Tabla 10: Análisis de varianza para número de flores por planta a los 63 días del trasplante

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	9,74	15				
Bloque	5,3	3	1,77*	4,32	3,86	6,99
Trat.	0,73	3	0,24ns	0,59	3,86	6,99
Error.	3,71	9	0,41			

Sumatoria Total: 66,50 **CV:** 15,41% **Media:** 4,16 flores/planta

3.6.3. Fructificación a los 91 días del trasplante bajo la influencia de zeolita:

Luego de realizar el Análisis de varianza (tabla 11) para el número promedio de flores por planta, no se registra diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Con un coeficiente de 18,15% que se considera aceptable, la media fue de 3,31 frutos por planta. Los frutos se contaron cuando llegaron a un 50% de formación por los que el promedio es más bajo al del número de flores puesto que muchos estaban apenas empezando a formarse.

Tabla 11: Análisis de varianza para número de frutos por planta

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	10,23	15				
Bloque	5,64	3	1,88*	5,22	3,86	6,99
Trat.	1,35	3	0,45 ns	1,25	3,86	6,99
Error.	3,24	9	0,36			

Sumatoria Total: 52,90 **CV:** 18,15% **Media:** 3,31frutos/planta

La zeolita desarrolla su mayor potencial a partir de los cuatro meses de su aplicación (Tipaz; 2015) por lo que no tuvo influencia en el número de flores y frutos antes de este tiempo

3.6.4. Rendimiento por categoría:

3.6.4.1. Categoría Extra: Ver anexo 7

En el Análisis de varianza (Tabla 12) para el rendimiento en la categoría extra podemos observar que existe una diferencia significativa al 5% entre los tratamientos evaluados. La media encontrada es de 1944,70 kilogramos por hectárea de frutos de categoría extra. Se presentó una diferencia significativa en los bloques debido a que al haber una leve pendiente en el terreno los 2 bloques ubicado en la parte más baja presentan mayor rendimiento.

Tabla 12: Análisis de varianza para el rendimiento categoría extra

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	4643936,53	15				
Bloque	2135814,48	3	711938,16**	8,35	3,86	6,99
Trat.	1741166,84	3	580388,95 *	6,81	3,86	6,99
Error.	766955,21	9	85217,25			

Sumatoria Total: 31115,13 **CV:** 15,01% **Media:** 1944,70 kg/ha

La prueba de tukey (Tabla 13) otorga 3 rangos a los tratamientos, en el rango A se encuentra el T2= 200 g de zeolita/m²; en el rango A B tenemos al T1= 100 g de zeolita/ m²; y en el rango B se ubican los tratamientos: T3= 300 g de zeolita/ m² y el T4= 0 g de zeolita/ m².

Tabla 13: Prueba de Tukey para rendimiento categoría extra

Tratamientos	Medias	Rango
T2= 200 g de zeolita/m ²	2460,17	A
T1= 100 g de zeolita/ m ²	1984,42	A B
T3= 300 g de zeolita/ m ²	1750,40	B
T4= 0 gr de zeolita/m ²	1583,80	B

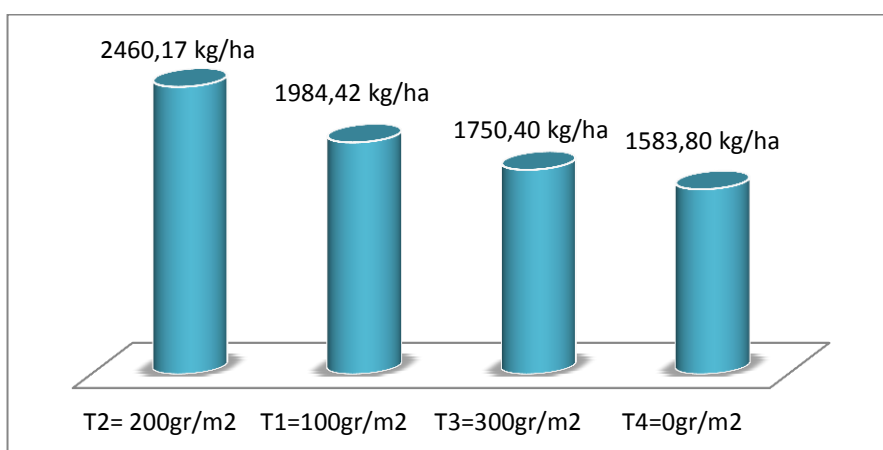
El tipo de zeolita utilizada es la clinoptilolita, que es rica en potasio (Bajaña, 2005, pág. 12). Además intercambia fácilmente a los iones calcio y potasio (Flores, 2006, pág. 6).

El potasio es vital para los proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas, y no solo aumenta los rendimientos de los cultivos, sino que también beneficia muchos aspectos de la calidad del cultivo. (Imas, 2009, pág. 1).

Un adecuado suministro de potasio permitirá mantener la función de las hojas a lo largo del desarrollo de los frutos y contribuirá al aumento del rendimiento y acumulación de sólidos solubles en frutos en el período de cosecha.

En esta categoría el mejor tratamiento fue el T2= 200g de zeolita/m² con un rendimiento de 2460,17 kg/ha superando considerablemente al cultivo testigo que presentó una producción de 1583,8kg/ha. Gráfico 7.

Gráfico 4: Rendimiento categoría extra



3.6.4.2. Categoría 1 o súper. Ver anexo 8

En el Análisis de varianza (tabla 14) realizado para el rendimiento en la categoría 1 se observa que existen diferencias altamente significativas. La media encontrada es de 933,19 kilogramos por hectárea.

Tabla 14: Análisis de varianza para rendimiento categoría 1

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1208624,63	15				
Bloque	90456,6	3	30152,20 ns	1,36	3,86	6,99
Trat.	917980,02	3	305993,34**	13,76	3,86	6,99
Error.	200188,01	9	22243,11			

Sumatoria Total: 14930,98 **CV:** 15,98% **Media:** 933,19 kg/ha

La prueba de Tukey (tabla 15) aplicada para el rendimiento en la categoría 1 da a los tratamientos dos rangos, en el rango A se ubica el T2= 200 g de zeolita/m², en el rango B ubica a los tratamientos: T1= 100 g de zeolita/ m², T3= 300 g de zeolita/ m² y T4= 0 gr de zeolita/m².

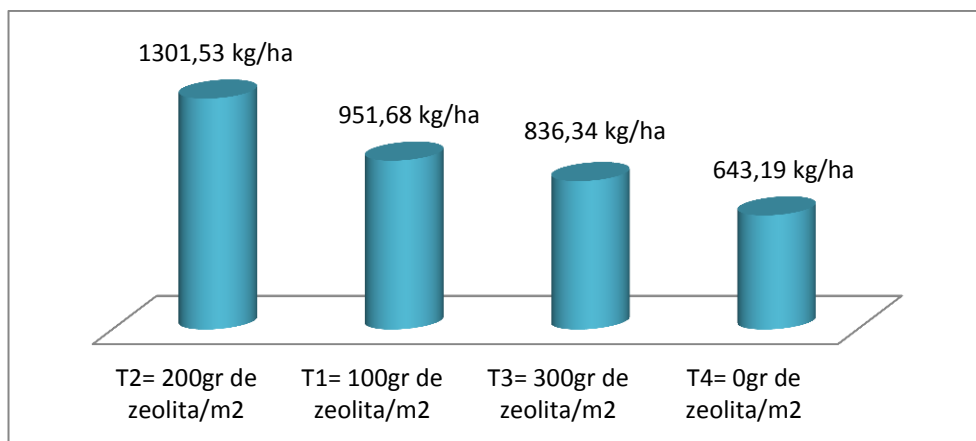
Tabla 15: Prueba de Tukey para rendimiento categoría 1

Tratamientos	Medias	Rango
T2= 200 g de zeolita/m ²	1301,53	A
T1= 100 g de zeolita/ m ²	951,68	B
T3= 300 g de zeolita/ m ²	836,34	B
T4= 0 gr de zeolita/m ²	643,19	B

El mejor tratamiento es el T2= 200 g de zeolita/m² que con un rendimiento de 1301,53 kg por hectárea supera por más del doble al testigo T4= 0 gr de zeolita/m² que presentó un rendimiento de 643,19 kg por hectárea.

En cuanto a los tratamientos T1 y T3, también fueron superiores al tratamiento sin zeolita, aunque con diferencias no tan drásticas.

Gráfico 5: Rendimiento categoría 1



3.6.4.3. Categoría 2. Ver anexo 9

De acuerdo al Análisis de varianza (tabla 16) realizado para el rendimiento de la categoría 2, no hay diferencias significativas. El coeficiente de variación es de 15,15% y la media de 825,01 kg por hectárea.

En cuanto al rendimiento de la categoría 2 el mejor tratamiento es el T3= 300 g de zeolita/ m² obteniendo un rendimiento de 986,30 kg/ha. A pesar de que el T4= 0 gr de zeolita/m² presenta el menor rendimiento que es de 752,96 kg/ha, este es muy cercano a los valores obtenidos en T2 y en T1.

Tabla 16: Análisis de varianza para el rendimiento categoría 2

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	342333,41	15				
Bloque	59727,46	3	19909,15	1,27 ns	3,86	6,99
Trat.	141917,66	3	47305,89	3,03 ns	3,86	6,99
Error.	140688,29	9	15632,03			

Sumatoria Total: 13200,10

CV: 15,15%

Media: 825,01kg/ha

3.6.4.4. Rendimiento total.

En el rendimiento total se determinó mediante el análisis de varianza (Tabla 17) que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos. La media es de 3702,89 kg/ha.

Tabla 17: Análisis de varianza para rendimiento total

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	9260234,63	15				
Bloque	3802992,43	3	1267663,86**	28,48	3,86	6,99
Trat.	5056652,87	3	1685550,96**	37,87	3,86	6,99
Error.	400590,19	9	44510,02			

Sumatoria Total: 59246,19 **CV:** 5,70% **Media:** 3702,89 kg/ha

Según la prueba de Tukey (tabla 18) los tratamientos se diferencian en tres rangos, en el rango A tenemos el T2= 200 g de zeolita/m², en rango B el T1= 100 g de zeolita/ m² y T3= 300 g de zeolita/ m² en el rango C el T4= 0 gr de zeolita/m².

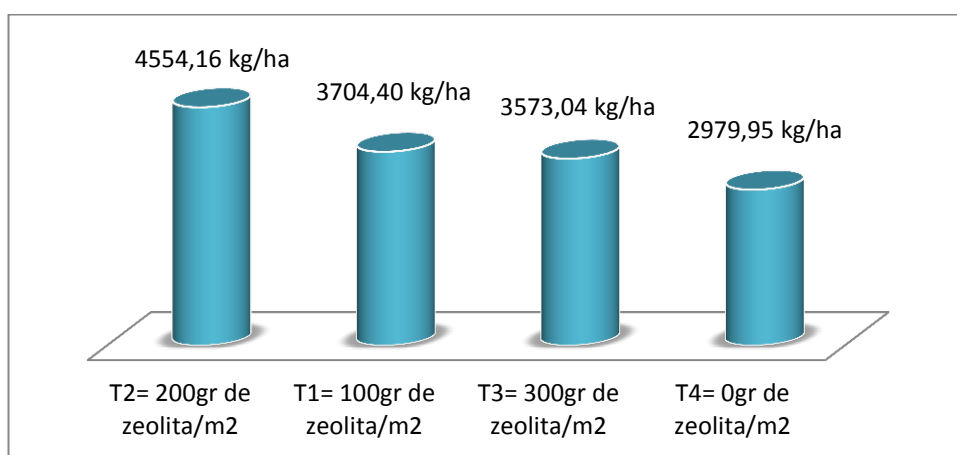
Tabla 18: Prueba de Tukey para el rendimiento total

Tratamientos	Medias	Rango
T2= 200gr de zeolita/m2	4554,16	A
T1= 100gr de zeolita/m2	3704,4	B
T3= 300gr de zeolita/m2	3573,04	B
T4= 0gr de zeolita/m2	2979,95	C

El mejor tratamiento es el T2= 200 g de zeolita/m² con un rendimiento de 4554,16 kg/ha y la diferencia es alta comparada con el testigo T4 que obtuvo un rendimiento de 2979,95 kg/ha.

Los T1 y T3 mostraron buenos resultados con rendimientos de 3704,40 kg/ha y 3573,04 kg/ha respectivamente.

Gráfico 6: Rendimiento total



3.6.5. Costo - beneficio.

Se realizó el análisis para ver la conveniencia de los tratamientos según costo de producción (anexo 11) y precios de mercado. Se estableció una estimación de rendimiento de una hectárea durante los 2 años de vida útil de la planta, se calculó que a partir de los 4 meses hasta los 24 meses se puede obtener 172 cosechas (2 semanales). El precio de mercado que se tomó como referencia es de \$1,75 el kg de fruta.

Tabla 19: Análisis costo-beneficio

Tratamiento	Rend. kg/ha	Costo/ha	Costo zeolita/ha	Costo por T	Ventas	Rel. C/B
T1= 100 g de zeolita/ m ²	63715,68	56468,42	160	56628,42	111502,44	1,97
T2= 200 g de zeolita/ m ²	78331,55	56468,42	320	56788,42	137080,21	2,43
T3= 300 g de zeolita/ m ²	61456,28	56468,42	480	56948,42	107548,50	1,90
T4= 0 g de zeolita/ m ²	51255,14	56468,42	0	56468,42	89696,49	1,59

Según el resultado del análisis costo-beneficio (tabla 19) la mejor relación es el T2= 200 g de zeolita/ m² con un índice de 2,43 lo que significa que se está esperando \$ 2,43 en beneficios por cada \$ 1 invertido. En los otros tratamientos, al ser el índice mayor a 1, se considera que es una inversión rentable, el T4= 0gr de zeolita/m² presenta el índice más bajo 1,59. Por lo tanto podemos concluir que es más conveniente aplicar zeolita para obtener mayores rendimientos.

3.7. Verificación de hipótesis

Luego de concluida la investigación se confirma la hipótesis afirmativa que menciona que el uso de zeolita mejora el rendimiento del cultivo de Fresa, *Fragaria x ananassa* ya que todos los tratamientos con zeolita presentaron mayores rendimientos que el testigo sin zeolita.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La investigación realizada arroja como resultado que el uso de zeolita en el cultivo de fresa incrementa el rendimiento e influye principalmente en el tamaño de la fruta.
- La dosis media de zeolita es decir 200 g de zeolita/m² equivalente a 2 t/ha fue la mejor tratamiento puesto que obtuvo los más altos rendimientos en la categoría extra, 1 o súper y en el rendimiento total.
- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables: porcentaje de prendimiento, floración, fructificación, y rendimiento categoría 2, sin embargo, en todas estas variables el testigo sin zeolita presentó los niveles más bajos.
- Según el análisis costo beneficio el tratamiento 2 obtuvo el mejor resultado por lo que presenta un índice de 2,43 a diferencia del testigo que tiene una relación costo beneficio de 1,59.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda usar zeolita junto con la fertilización tradicional en el cultivo de fresa, con la dosis de 2 t/ha.
- Se recomienda realizar nuevas investigación sobre el uso de zeolita en otros cultivos como papa, arveja, cebolla, pastos etc.
- El cultivo de fresa en el cantón y la provincia representa una alternativa viable para los agricultores por lo que se recomienda la difusión e implementación de este cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdi, G., Khosh-Khui, M., & Eshgh, S. (2006). *SCIENCE ALERT*. Recuperado el 06 de 02 de 2015, de Effects of Natural Zeolite on Growth and Flowering of Strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.): <http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2006.384.389>
- Agroes. (2013). *Agroes*. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/colifor/353-fresa-y-el-freson-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Agrolibertad. (2010). *Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa*. Recuperado el 9 de junio de 2015, de http://www.agrolibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf
- Angulo, R. (2009). *Cartilla Fresa*. Bogotá: Univisual Ltda.
- Angulo, R. (2009). *Fresa*. Bogotá: Bayer CropScience S. A.
- Bajaña, M. (2005). *Usos de las zeolitas naturales del bloque tecnológico experimental de la zeolita (btez) de la ESPOL y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (zea mays l.)*. Guayaquil.
- Casals, C. (1988). *La Zeolita Mineral del Siglo XX*. Holguin: Plublicigraf.
- Chica, F. d. (07 de 08 de 2008). *Evaluación de la adición de zeolitas al suelo como factor para mitigar la contaminación producto de la fertilización agrícola*. Recuperado el 2 de 02 de 2015, de Lasallista: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol3n1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20adici%C3%B3n%20de%20zeolitas%20al%20suelo%20como%20factor%20para%20mitigar%20la%20contaminaci%C3%B3n%20producto%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n%20agr%C3%ADcola.pdf>
- Chiqui, F., & Lema, M. (2010). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (Fragaria sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (organica y quimica) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca*. Cuenca.
- Constitución del Ecuador. (2008). *Constitución del Ecuador*. Monte Cristi.
- El Agro. (2013). Agricultores le apuestan al cultivo de fresa. *El Agro*.

- FAO. (2002). *FAO*. Recuperado el 5 de 12 de 2015, de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
- FAO. (2014). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. FAO.
- Flores, J. (2006). Evaluación de los intercambios iónicos en una zeolita natural mexicana para la separación de N₂-O₂ en el aire atmosférico. *Revista mexicana de ingeniería química*.
- Gambardella, M., Fernández, S., & Díaz, V. (1999). *El cultivo de la frutilla en Chile y uso de germoplasma nativo en mejoramiento varietal*. Pouso Alegre: EPAMIG.
- Gobierno de la Rioja. (03 de 2006). *Life sinergia*. Recuperado el 12 de 01 de 2016, de http://www.lifesinergia.org/formacion/curso/03_impactos_ambientales_en_agr.pdf
- Imas, P. (2009). *El potasio: nutriente esencial para aumentar el rendimiento y calidad de las cosechas*.
- Lorente, J. (2006). *Biblioteca de la Agricultura*. Madrid: Lexus.
- MCPEC. (2011). *Agendas para la transformación*.
- Miserendino, E. (2012). *Frutillas. Implantación del cultivo en Patagonia*. Alto Valle: INTA.
- Nikolaev, S. (1997). *Posibilidades de utilización de zeolitas en las industrias nacionales*. Heredia: CEPIS.
- Pillajo, V. D. (2009). *UTN*. Recuperado el 19 de 10 de 2014, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/142/1/03%20AGP%2098%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- Pollock, M. (2003). *Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas*. Barcelona: Blume.
- Salazar, E., Fortis, M., Vázquez, A., & Vázquez, C. (2003). *Abonos orgánicos y pasticultura*.
- Senplandes. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir*.
- Smart. (2014). Recuperado el 2016, de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/fertigation>
- Sudzuki, F. (1985). *Cultivo de frutales menores*. Santiago: Universitaria.
- Tradecorp. (2010). *Tradecorp nutri-performance*. Obtenido de <http://www.tradecorp.com.mx/tradecorp/cultivos/hortalizas/fresa/>

- UNC-FCA. (s.r.). *EL CULTIVO DE LA FRUTILLA*. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de <http://www.agro.unc.edu.ar/~paginafacu/Catedras/oleo/apuntes/frutilla/Morfologia%20frutilla.pdf>
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de Frutilla* . Chillan: Trama Impresores S.A.
- UPEC, C. (2015). *Reglamento de trabajos de titulación, sustentación e incorporación de la UPEC* . Tulcán.
- Villa Rojas, R. (2010). *Desarrollo y evaluación de tratamientos con microondas de fresas*. Puebla.
- Villagrán, V. (2012). *Frutilla, cosideraciones productivas y manejo* . Villa Alegre: INIA.
- Zipmec. (10 de 01 de 2013). *Zipmec*. Recuperado el 10 de 02 de 2015, de <http://www.zipmec.com/es/fresas-historia-produccion-comercio.html>

ANEXOS

Anexo 1: *Plantas a 7 días del trasplante*



Anexo 2: *Planta con 10 días de trasplantada*



Anexo 3: *Planta de 55 días a partir del trasplante*



Anexo 4: Presencia de primeros frutos en proceso de maduración a los 100 días del trasplante



Anexo 5: Desarrollo de las plantas de fresa a los 120 días del trasplante



Anexo 6: Frutos de gran tamaño (categoría extra)



Anexo 7: Tamaño de fruta de la categoría extra



Anexo 8: Tamaño de la fruta de la categoría 1



Anexo 9: Tamaño de la fruta de la categoría 2



Anexo 10: Análisis de suelo



INIAP
INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

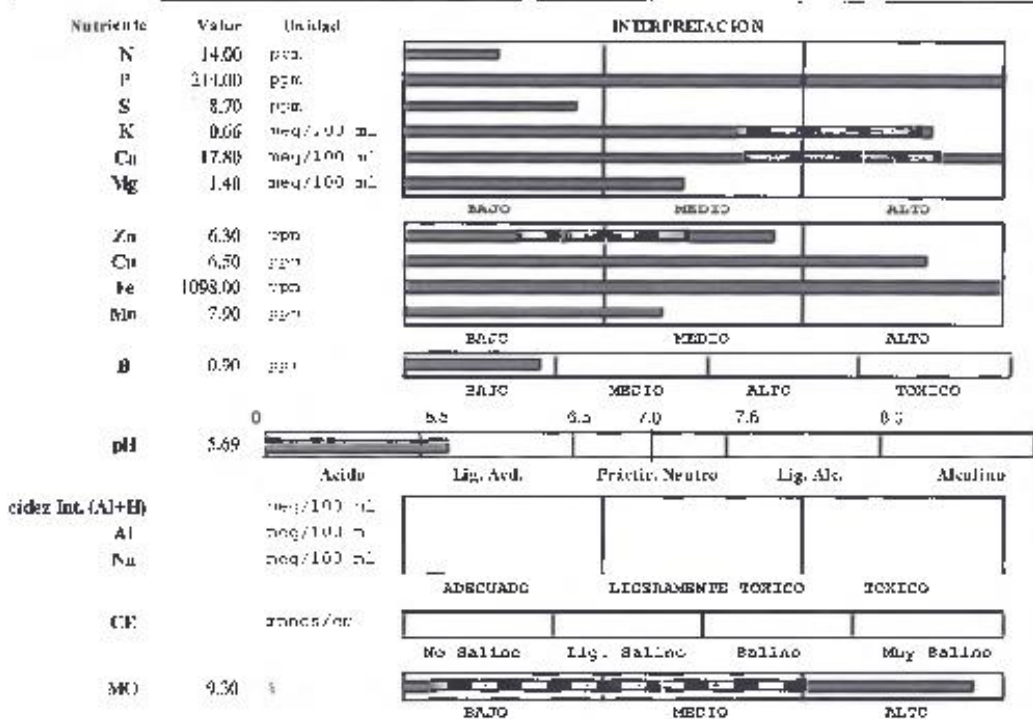
ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 17 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito-Ecuador Telf: 690-69192/93 Fax: 690 693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : DIANA RIVADENEIRA	Nombre : SAN MIGUEL
Dirección : CARCHI	Provincia : CARCHI
Ciudad :	Cantón : TULCAN
Teléfono :	Parroquia : GONZALES SUAREZ
Fax :	Ubicación : AGRONUNDO S.C

DATOS DEL LOTE	PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual : PISA	Nº Reporte : 38.836
Cultivo Anterior : POIRIRO	Nº Muestra Lab. : 102053
Fertilización Ant. :	Fecha de Muestra : 30/03/2015
Superficie :	Fecha de Ingreso : 09/04/2015
Identificación :	Fecha de Salida : 22/04/2015



Ca	Mg	Ca+Mg	(max 100ml)	ppm	ppm	C (%)			Clase textural
Mg	K	K	Σ Bases	PL20	Cl	Arcilla	Limo	Arejilla	
12,7	2,1	29,1	19,9	28,00					


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Elaborado por: INIAP 2015

Anexo 11: Costo de producción de una hectárea de fresa

ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO					
	Unidad	Cantidad	C. Unitario	C. Total	C. en una Ha
Preparación del terreno					
Análisis de suelo	-	1	40,00	40	40
Herbicida (glifosato)	Litro	0,5	5,00	2,5	44,80
Picado con azadones	Jornales	20	12,00	240	280,00
Elaboración de camas	Jornales	2	12,00	24	430,11
Sistema de riego					
Instalación de tanques y plataforma	-	1	640,00	640	640
Manguera 3/4"	M	30	2,00	60	1075,27
cinta de goteo	M	900	0,15	135	2419,35
conectores c. goteo	-	32	1,00	32	573,48
manguera 1/4"	M	10	0,80	8	143,37
Llaves de paso, uniones, universal.	-	1	25,00	25	448,03
mano de obra	Jornales	2	12,00	24	430,11
Siembra					
Desinfección del terreno					
Permit 200cc	CC.	0,20	6,00	1,2	21,51
Pilarben 100gr	G	0,20	2,00	0,4	7,17
Fozzy 500g	G	0,20	6,00	1,2	21,51
Plántulas	Plantas	2000	0,25	500	8960,57
Plástico (mulch)	M	500	0,30	150	2688,17
mano de obra	Jornales	9	12,00	108	1935,48
Ácido Giberélico 10%	Frasco	1	1,80	1,8	32,26
Fertilización de fondo					0,00
Baze mag 50Kg	Kilogramo	12	0,46	5,52	98,92
Nitrofoska azul	Kilogramo	10	0,80	8,00	143,37
Otros materiales					0,00
Estacas	Unidad	64	0,10	6,40	114,70
Piola	Rollo	2	6,00	12,00	215,05
Letreros	unidades	16	0,75	12,00	0,00
Subtotal 1=				2037,02	20763,23
COSTO DE MANTENIMIENTO 4 MESES (SIN COSECHAS)					
Fertirrigación					
Foligreen inicio (10-46-16) kg	kilogramo	4	4,00	16,00	286,74
Sulfato de magnesio técnico 4kl	Funda	2	2,00	4,00	71,68
Saeta Ca 250gr	Funda	4	5,70	22,80	408,60
Fert. Foliar NEKTAR PLUS 1/2L	Frasco	1	3,70	3,70	66,31
Agua	Mes	4	3,00	12,00	215,05
Mano de obra deshierba y aplicación	Jornal	4	12,00	48,00	860,22

<u>Fitosanitarios preventivos</u>						0,00
Gilmectin 100cc	Frasco	1	4,20	4,20	75,27	
Kasumin 500ml	Frasco	1	7,85	7,85	140,68	
Silwet 50cc	Frasco	1	2,55	2,55	45,70	
Subtotal 2=				121,10	2170,25	
COSTOS DE MANTENIMIENTO 20 MESES (PARA 172 COSECHAS)						
<u>Fertirrigación</u>						
Sulfato de magnesio técnico 4kl	Funda	5	2,00	10,00	179,21	
Nitrato de K 2kg	Funda	5	4,10	20,50	367,38	
Fertisol 10-30-10 kg	Funda	5	1,75	8,75	156,81	
Mainstay Calcio lt	Frasco	4	10,40	41,60	745,52	
Poliquel Ca lt	Frasco	5	5,20	26,00	465,95	
Fert. Foliar Caboron 250cc	Frasco	4	4,20	16,80	301,08	
<u>Fitosanitarios botritis</u>						
Alfan 45EC 250cc	Frasco	8	10,00	80,00	1433,69	
Cantus 100gr	Frasco	2	9,80	19,60	351,25	
Agua	Mes	20	3,00	60,00	1075,27	
<u>Mano de obra</u>						
Deshierbas	Jornal	10	12,00	120,00	2150,54	
Poda	Jornal	5	12,00	60,00	1075,27	
Cosecha (jornal x hora x cosecha)	j/h/c	344	2,00	688,00	12329,75	
Clasificación	j/h/c	172	2,00	344,00	6164,87	
Trasporte y venta	-	172	2,00	344,00	6164,87	
Fundas	Ciento	64	0,50	32,00	573,48	
Subtotal 3=				1871,25	33534,95	
TOTAL:				4029,37	56468,42	
(Subtotales 1+2+3)						