UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema:

"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"

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Grado Académico de Magíster

en Agroecología y Ambiente

Autor: Ingeniero Edgar Raúl Castro Proaño

Director: Ingeniero Marco Oswaldo Pérez Salinas, Magister

Ambato - Ecuador

2015

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, e integrado por los señores Ingeniero Luis Alfredo Villacis Aldaz Magister, Ingeniero Ángel Wilfrido Yánez Yánez Magister e Ingeniero Jorge Santiago Espinoza Vaca Magister de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar la defensa oral del trabajo de titulación para graduación con el tema: "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", elaborado y presentado por el señor Ingeniero Edgar Raúl Castro Proaño, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente

Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Luis Alfredo Villacis Aldaz, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Ángel Wilfrido Yánez Yánez, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Jorge Santiago Espinoza Vaca, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: "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", le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Edgar Raúl Castro Proaño, Autor bajo la Dirección de Ingeniero Marco Oswaldo Pérez Salinas Magister, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Edgar Raúl Castro Proaño	Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas Mg.
Autor	**Director**

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autoriza su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Edgar Raúl Castro Proaño
C.C 0909272015

DEDICATORIA

A DIOS

A la memoria de mi padre Julio Castro

A mi querida Madre Odila Proaño que con sacrificio y dedicación me brindo su ayuda incondicional.

A mí amada esposa Anabel, quien con su paciencia, y amor ayudó a culminar una meta más de mi vida.

Para el ser más sublime de mi vida mi hijo Martin que lo amo con todo mi corazón.

A mis hermanos quienes me apoyaron y alentaron en todo momento.

AGRADECIMIENTO

EL autor expresa su sincero y profundo agradecimiento a todos quienes hicieron posible llegar a feliz término esta investigación.

Al Ingeniero Marco Oswaldo Pérez Salinas Magister, tutor del trabajo de investigación, por sus valiosos conocimientos, comentarios y constantes orientaciones durante la ejecución del presente trabajo.

A los Señores miembros del tribunal de grado por sus valiosas sugerencias y opiniones para la culminación de este trabajo investigativo.

A la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias de la cual me llevo las mejores enseñanzas.

Al personal que la labora en la Granja Experimental la Pradera de la Universidad Técnica del Norte en especial al Ingeniero Fausto Merino, por las facilidades prestadas para la realización del trabajo de campo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Pág.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO …… I
AL CONSEJO DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. II
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN…….. III
DEDICATORIA…….. V
AGRADECIMIENTO……. VI
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS…… VII
ÍNDICE DE FIGURAS……. XII
RESUMEN EJECUTIVO……. XIII
INTRODUCCIÓN …… XV

CAPÍTULO I ……. 1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACION…… 1
1.1 TEMA……. 1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……. 1
1.2.1 Contextualización……. **1**
1.2.2 Análisis critico…….. **3**
1.2.3 Prognosis……. **4**
1.2.4 Formulación del problema**……** **4**
1.2.5 Preguntas directrices …… **4**
1.2.6 Delimitación del Objeto de investigación…… **4**
1.2.6.1 Delimitación espacial……. 4
1.2.6.2 Delimitación temporal…… 5
1.3 JUSTIFICACIÓN…… 5
1.4 OBJETIVOS…… 5
General…… **5**

CAPÍTULO II…… 7
MARCO TEÓRICO…….…… 7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS…… 7
EL EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS…… 10
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA…… 16
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL…… 16
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES……17
2.5 HIPÓTESIS.…… 17
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS. …… 17

CAPITULO III…… 18
METODOLOGÍA…….. 17
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN…… 18
3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN……... 18
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA…… 18
3.5.1.1 Análisis de suelos……. 19
3.5.1.2 Preparación del suelo…… 20
3.5.1.3 Siembra …… 20
3.5.1.4 Adición de zeolitas al suelo …… 20

3.5.1.5 Controles fitosanitarios ……. ……. 20
3.5.1.6 Deshierbas y aporques …….. 21
3.5.1.7 Prevención de ataque de Pájaros …… 21
3.5.1.8 Cosecha en vaina verde ……... 21
3.6 Plan de Procesamiento de la información …… 21
3.6.2 Tratamientos ……. 22
3.6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL 22
3.6.4 UBICACIÓN DEL ENSAYO 23
3.6.5 DATOS EVALUADOS 23
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS……. 25
4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS DE CAMPO……. 25
4.1.1 Días a la emergencia ……. 25
4.1.1.1 Análisis de varianza para la variable días a la emergencia ……. 25
4.1.1.2 Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la variable días a la emergencia 26
4.1.2 Altura de planta a los 30 días después de la emergencia ……... 27
4.1.2.1 Análisis de varianza para la variable altura de planta 30 días después de la emergencia..... 27
4.1.2.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta 30 días después de la emergencia…….. 27
4.1.3 Altura de planta a los 45 días después de la emergencia ……. 28
4.1.3.1 Análisis de varianza para la variable altura de planta 45 días después de la emergencia.…….. 28
4.1.3.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta 45 días después de la emergencia…… 29
4.1.4 Altura de planta a los 60 días después de la emergencia …….. 30
4.1.4.1 Análisis de varianza para la variable altura de planta 60 días después de la emergencia.…… 30
4.1.4.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta 60 días después de la emergencia. ……. 31
4.1.5 Días al inicio de la floración …….. 32
4.1.5.1 Análisis de varianza para la variable días al inicio de la floración……. 32
4.1.5.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable días al inicio de la floración…… 33
4.1.6 Numero de vainas por planta antes de la cosecha …….. 33
4.1.6.1 Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta antes de la cosecha…….. 34
4.1.7 Numero de granos por vaina después de la cosecha 35
4.1.7.1 Adeva para número de granos por vaina después de la cosecha…….. 35
4.1.7.2 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de granos en vaina verde /planta …… 36
4.1.8 Días a la cosecha en vaina verde 37
4.1.8.1 Análisis de varianza para días a la cosecha en vaina verde …… 37
4.1.8.2 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable días a la cosecha en vaina verde……. 38
4.1.9 Rendimiento de parcela neta en vaina verde …….. 39
4.1.9.1 Análisis de varianza para rendimiento de parcela neta. (Kg) ……. 39
4.1.9.2 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento de parcela neta en vaina verde……. 39
4.1.10 Rendimiento por hectárea en vaina verde (kg) …… 40
4.1.10.1Análisis de varianza para rendimiento por hectárea en vaina verde …… 40
4.1.10.2 Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por hectárea en vaina verde. (kg)…. 41

4.1.10.3 Análisis estadístico para macro elementos, materia orgánica, Ph y conductividad eléctrica…… 42
4.1.10.4 Análisis estadístico realizado para micro elementos…….. 43
4.1.11 Análisis económico en vaina verde de los tratamientos ……. 45
4.1.12 Verificación de hipótesis. …….. 45

CAPÍTULO V …… 46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES …….. 46
5.1 CONCLUSIONES 46
5.2 RECOMENDACIONES 47

CAPITULO VI …… 48
PROPUESTA …… 48

6.1 DATOS INFORMATIVOS…… 48
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA. 48
6.3 JUSTIFICACIÓN. 49
6.4 OBJETIVO 50
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD 50
6.6 FUNDAMENTACIÓN 50
6.7 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO 50
6.8 ADMINISTRACIÓN 51
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN 51

BIBLIOGRAFIA …… 53
ANEXOS ……. 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de las zeolitas. 10
Tabla 2. Tratamientos evaluados en el estudio de tres fuentes de zeolitas .....……..22
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable días a la emergencia 25
Tabla 4. Prueba de Tukey al 5 % para la variable días a la emergencia 26
Tabla 5. Análisis de varianza para la variable altura de planta a los 30 días 27
Tabla 6. Prueba de Tukey al 5 % de para la variable altura a los 30 días.....28
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta a los 45 días 29
Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta 45 días 29
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable altura de planta a los 60 días 30
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5 % de para altura de planta a los 60 dias 31
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable días al inicio de la floración 32
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5 % para la variable días a la floración 33
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta 34
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % en la variable número de vainas por planta 35
Tabla 15. Análisis de varianza para número de granos por vaina 36
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5 % de para la variable número de granos /vaina. 36
Tabla 17. Análisis de varianza para días la cosecha en vaina verde 37
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de días a la cosecha.....38
Tabla 19. Análisis de varianza para rendimiento de parcela neta en vaina verde 39
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en rendimiento / parcela neta. 40
Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea en vaina verde 41
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en rendimiento por hectárea 42
Tabla 23. Análisis estadístico macroelementos, mo, Ph y CE.....42
Tabla 24. Análisis económico para tratamientos 45
Tabla 25. Análisis estadístico para macro elementos, MO- Ph y C. eléctrica. 44
Tabla 26. Análisis estadístico de Microelementos. 45
Tabla 27. Análisis estadístico de elementos que inciden en la salinización…….….....46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados obtenidos y evaluados en días a la emergencia ……... 55
Anexo 2. Datos de campo evaluados para Altura de planta a los 30 días…. 55
Anexo 3. Datos obtenidos en campo para Altura de planta a los 45 días….....55
Anexo 4. Resultados en campo para Altura de planta a los 60 días…… 55
Anexo 5. Datos obtenidos en campo para días al inicio de la floración…… 55
Anexo 6. Resultados de campo para número de vainas por planta… ..... …….. 56
Anexo 7. Resultados en campo para número de granos por vaina ..... ……56
Anexo 8. Resultados obtenidos para días a la cosecha en vaina ……..…. 56
Anexo 9. Resultados obtenidos para rendimiento de parcela …….. …….. 56
Anexo 11 A. de suelo para el tratamiento 1 antes de la adición de las zeolitas… 56
Anexo 12.A. de suelo para el tratamiento 2 antes de la adición de las zeolita ..... ……. 58
Anexo 13. A. de suelo para el tratamiento 3 antes de la adición de las zeolitas…. 59
Anexo 14. de suelo para el tratamiento 4 antes de la adición de las zeolita….....60
Anexo 15. A. de suelo para el tratamiento 1 al final de la investigación ..... ……. 61
Anexo 16. A. de suelo para el tratamiento 2 al final de la investigación…… ……62
Anexo 17. A. de suelo para el tratamiento 3 al final de la investigación…….. 63
Anexo 18. A. de suelo para el tratamiento 4 al final de la investigación…….. 64
Anexo19. Galería fotográfica de las actividades realizadas …….....65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas.....3
Figura 2. Valores promedios para días a la emergencia.....26
Figura 3. Promedios para altura de planta a los 30 días después de la emergencia.....28
Figura 4. Promedios para altura de planta a los 45 días 30
Figura 5. Valores promedio para altura de planta a los 60 días …….. 31
Figura 6. Valores promedios para días a la floración.....33
Figura 7. Valores promedios para número de vainas por planta 36
Figura 8. Valores promedios para número de granos por vaina.....37
Figura 9. Valores promedios para número de días a la cosecha en vaina verde.....38
Figura 10. Valores promedios para rendimiento de parcela neta en vaina verde. 40
Figura 11. Valores promedios para rendimiento por hectárea en vaina verde. 42

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Tema: **"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".**

Autor: Ing. Edgar Raúl Castro Proaño
Director: Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, Mg.
Fecha: 12 de Agosto del 2015

RESUMEN EJECUTIVO

En esta investigación se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables fueron: Días a la emergencia, Altura de planta, Días al inicio de la floración, Numero de vainas/ planta, numero de granos /vaina, Días a la cosecha en vaina verde, Rendimiento de parcela neta en vaina verde, Rendimiento por hectárea en vaina verde (kg), Conductividad eléctrica **y** Análisis económico, las variables fueron sometidas al adeva, prueba de Tukey al 5%. Al valorar altura de planta a los 30, 45 y 60 días después de la siembra y días al inicio de la floración se determinó diferencias significativas, en donde el tratamiento 3 con un valor de 19.95 cm presento el promedio más alto para altura de planta a los 30 días, 27.85 cm de altura de planta a los 45 días para el tratamiento 3 y un valor de 45.35 cm para el tratamiento número tres a los 60 días. Los tratamientos 2 y 3 sobresalieron en, número de vainas por planta, granos por vaina, días a la cosecha y óptimos rendimientos en vaina verde. El análisis económico determinó que el tratamiento 2 obtiene el mejor ingreso neto (6312.0 USD) con un beneficio costo B/C de 2.22 dólares; sin existir diferencias significativas para conductividad eléctrica, materia orgánica, Ph del suelo y macro y micro elementos.

Descriptores: Adeva, conductividad eléctrica, macro elementos, micro elementos, materia orgánica, no paramétrica, Ph, salinización, tukey, zeolitas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

Theme: **"ASSESSMENT OF THREE SOURCES ZEOLITES IN CROP PRODUCTION PEA *Pisum sativum* L. AND SOIL SALINIZATION IN CHALTURA IMBABURA"**

Author: Ing. Edgar Raul Castro Proaño.
Director: Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, Mg.
Date: August, 12 the 2015

EXECUTIVE SUMMARY

In this investigation, the Design of Complete Blocks was applied at random with four treatments and four repetitions. The variables were: Days to the emergency, plant Height, Days to the beginning of the floración, I Number of sheaths / it plants, I number of grains / sheath, Days to the crop in green sheath, Yield of net parcel in green sheath, Yield for hectare in green sheath (kg), conductivity and Economic analysis, were subjected to the adeva, test of Tukey to 5% , When valuing plant height to the 30, 45 and 60 days after the siembra and days to the beginning of the floración it was determined significant differences where the treatment 3 with a value of 19.95 cm present the highest average for plant height to the 30 days, 27.85 cm of plant height to the 45 days for the treatment 3 and a value of 45.35 cm for the treatment three to the 60 days. The treatments 2 and 3 stood out in, number of sheaths for plant, grains for sheath, days to the crop and good yields in green sheath. The economic analysis determined that the treatment 2 obtain the best net income (6312.0 USD) with a benefit cost B/C of 2.22 dollars; without existing significant differences for electric conductivity, organic matter, Ph of the floor and macro and micro elements.

Keywords: Adeva, electric conductivity, macro elements, microelements, organic matter, not parametric, Ph, salinization, tukey, zeolites.

INTRODUCCIÓN

A través del método de investigación experimental explicativo se determinó cuál o cuáles son los factores que propician la salinización del suelo en la Parroquia Chaltura, provincia de Imbabura.

Para este propósito se utilizaron 3 fuentes de zeolitas naturales algunos estudios demuestran que existe una relación entre la utilización de este mineral y el incremento de producción, basados en las propiedades de las zeolitas como capacidad de intercambio iónico, adsorción y propiedades de hidratación, demuestran un potencial tanto de enmienda para el suelo, como de liberación lenta del fertilizante. Morante, (2004).

Según SEMPLADES (2013), el objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, apuesta por la transformación productiva bajo un modelo ecoeficiente con mayor valor económico, social y ambiental. En este sentido, se plantean como prioridades la conservación y el uso sostenible del patrimonio natural y sus recursos naturales, la inserción de tecnologías ambientalmente limpias, la aplicación de la eficiencia energética y una mayor participación de energías renovables, así como la prevención, el control y la mitigación de la contaminación y la producción, el consumo y el postconsumo sustentables.

Con los datos que se obtuvo en campo y utilizando muestras representativas, diseño experimental como estrategia de control y una metodología cuantitativa para analizar los datos, pudimos determinar la influencia de las 3 fuentes de zeolita en la producción del cultivo de arveja y la salinización del suelo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

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.

1.2 Planteamiento del Problema

La salinidad en los suelos es un problema para la agricultura del mundo, siendo el factor que más limita la productividad de los cultivos .Las sales tienen efectos adversos sobre las propiedades físicas y químicas, y sobre los procesos microbiológicos del suelo. Los suelos afectados por sales representan cerca del 15% de las tierras áridas y semiáridas del mundo.

La presente investigación fue diseñada con el propósito de buscar alternativas agroecológicas que contribuirán directamente a mantener o mejorar la calidad de los suelos, a través de actividades orientadas al manejo sostenible de los suelos y cultivos, que permitan alcanzar sistemas de producción amigables con el medio ambiente

1.2.1 Contextualización.

El Ecuador ha experimentado un considerable incremento de su población con la mayor concentración en áreas urbanas, con 7’196.000 habitantes versus 4´741.000 del área rural. Para el año 2020 se estima que la población urbana aumentará a 12'269.000, mientras que la población rural será de 4'635.000 habitantes. INEC (2014)

Esto implica que la producción de alimentos en el Ecuador debe duplicarse para el año 2020, por lo que sin duda, el mayor reto será producir de manera sustentable,

cantidades de alimentos nutricionales y disponibles para la mayoría de la población. Se estima que el 90% de las familias pobres del Ecuador carece de una adecuada alimentación, y que el consumo de proteína en el país alcanza niveles de 50 - 85 g proteína/día, mientras que el de calorías varía entre 1800 a 2500/día con valores inferiores asociados con las regiones más pobres. INEC (2014)

De acuerdo a la **FAO** (2000), señala que el proceso de degradación de los suelos o la pérdida parcial y/o total de la capacidad productiva, tanto para la utilización actual y futura se debe fundamentalmente a procesos de erosión, sedimentación, anegamiento, salinización, alcalinización, contaminación química, uso elevado de fertilizantes y uso inadecuado del recurso que conlleva a la desertificación.

El planteamiento tendiente a optimizar los recursos utilizados para incrementar los rendimientos de una manera amigable con el medio ambiente sería aumentar la concentración de iones disponibles para la absorción de las plantas. Ello puede lograrse creando una malla molecular natural de zeolitas capaz de incrementar la CIC y, con ello, generar una mayor retención de iones en el suelo, lo cual generaría una reserva de elementos aprovechables para un óptimo desarrollo de las plantas, además de disminuir su concentración en los lixiviados que llegan hasta los acuíferos. FAO (2000)

Según Ramos, J. *et al* (2002), el uso de fertilizantes minerales ha contribuido de forma decisiva a incrementar el rendimiento de los cultivos hasta el extremo de que en las últimas décadas su consumo ha aumentado extraordinariamente. Los países desarrollados son los mayores consumidores. En los últimos años se han multiplicado los estudios para determinar el efecto de la agricultura intensiva sobre los suelos y los ecosistemas. Muchas veces el uso excesivo de fertilizantes no ha redundado en un aumento considerable de la producción de las cosechas. Sin embargo, se ha relacionado con procesos de salinización y eutrofización de las aguas y suelos.

Bajo este contexto, las leguminosas como la arveja, frejol, soya y maní, juegan un papel importante en la seguridad alimentaria, como fuentes de proteínas y calorías para la población ecuatoriana.

1.2.2 Análisis critico

Según Guevara, R. (2005), La producción agrícola que predomina en nuestro país se fundamenta en el uso indiscriminado de los recursos naturales, particularmente suelo y agua, lo que ha dado lugar a una degradación acelerada de los mismos por la excesiva utilización de químicos y sales fertilizantes en los campos de cultivo.

ARBOL DE PROBLEMAS

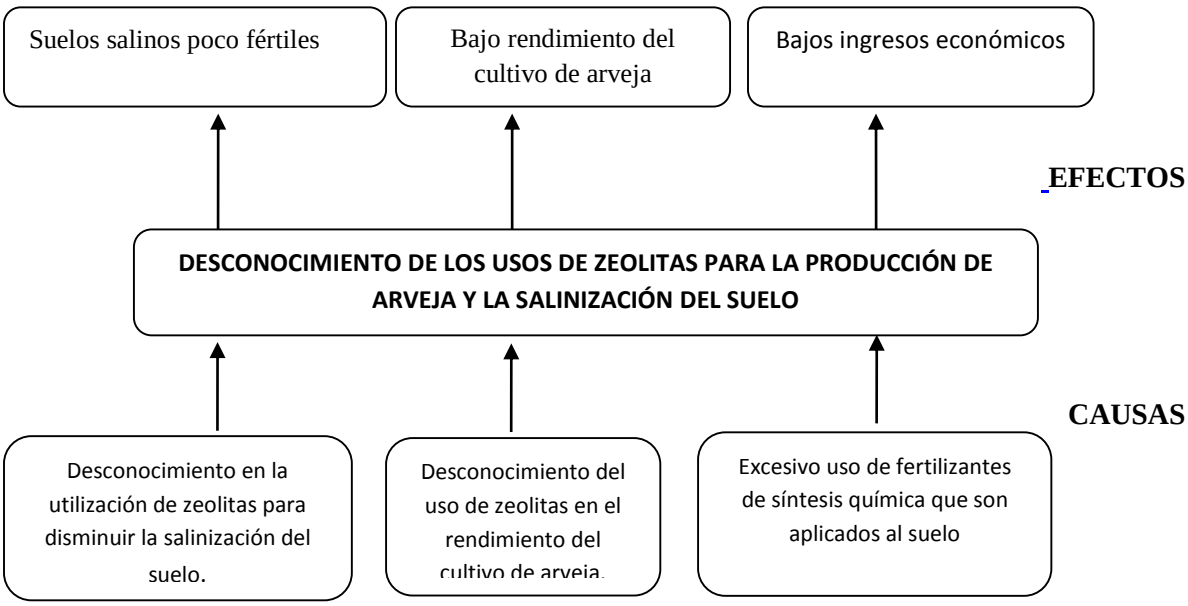


Figura 1. **Árbol de problemas**

1.2.3 Prognosis

Los efectos de la salinidad sobre la relación del agua en la planta, el desbalance nutricional, y la toxicidad de los iones, son responsables de la inhibición de su crecimiento y como consecuencia de la disminución de la productividad. Las sales reducen el crecimiento de las plantas, la fotosíntesis y la demanda de nitrógeno.

1.2.4 Formulación del problema

¿Es la no utilización de zeolitas la principal causa de la salinización del suelo, que reduce la productividad de los cultivos de arveja en la parroquia San José Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura en el segundo semestre de 2014?

1.2.5 Preguntas directrices

- ¿Existe desconocimiento de los agricultores sobre los efectos negativos al suelo por la aplicación de fertilizantes de síntesis química?
- ¿La pérdida de la fertilidad del suelo está asociada a la aplicación de fertilizantes?
- ¿La incorporación de zeolitas al suelo disminuirá la salinización del mismo?

1.2.6 Delimitación del Objeto de investigación

Campo: Agrícola
Área: Agroecología
Aspecto: Desalinización de suelos agrícolas

1.2.6.1 Delimitación espacial

Esta investigación se realizó en la granja experimental la pradera de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la Parroquia de San José de Chaltura Provincia de Imbabura, a una altura de 2.350 msnm, geográficamente la zona se encuentra entre las siguientes coordenadas: 00° 22’ 00’’ de Latitud norte y 78° 11’ 00’’ Longitud Oeste Inamhi (2008)

1.2.6.2 Delimitación temporal

Se desarrolló en el período comprendido entre los meses de agosto del 2014 y mayo del 2015.

1.3 Justificación

De acuerdo a Tecoman, C. (2011), la aplicación de zeolitas naturales al suelo reduce significativamente la cantidad de agua y el costo en fertilizantes, mediante la retención de nutrientes en la zona de las raíces, forma un depósito permanente de agua, controlan la acidez del suelo incrementando el pH, aumenta la resistencia a la compactación del suelo.

La utilización de agroquímicos en la actividad agrícola, como los fertilizantes, genera un impacto ambiental negativo en el recurso suelo cuando los iones disueltos en éstos pasan directamente a las aguas subsuperficiales a través de los lixiviados edáficos. La adición de zeolita, una arcilla natural, crea una malla molecular capaz de retener iones en el suelo, haciendo que el sistema suelo-planta sea más eficiente en términos de mayor producción por unidad de área y de menor contaminación del recurso suelo y de los acuíferos. Tecoman, C. (2011).

La alternativa de manejo de zeolitas naturales contribuirá directamente a mantener o mejorar la calidad de los suelos, a través de actividades orientadas al manejo sostenible de suelos y cultivos. Con estos antecedentes, el autor justifico la ejecución de la presente investigación, que aportará con conocimientos tecnológicos a los agricultores de la zona.

1.4 Objetivos

General

Determinar el uso de zeolitas y su incidencia en la salinización del suelo en la productividad del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.*)*

Específicos

- Analizar agronómicamente cada uno de los tratamientos,
- Evaluar el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad INIAP – 436 Liliana con la aplicación de tres fuentes de zeolitas,
- Determinar la acción de las zeolitas sobre la salinización del suelo,
- Analizar económicamente los tratamientos,
- Establecer una propuesta de utilización de las fuentes de zeolita.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos.

Según **Chávez, G. V., & Rodríguez, A. R. (2000),** La salinización y sodificación de los suelos constituyen unos de los procesos de degradación química del suelo que en mayor medida han contribuido y contribuyen a la desertificación de amplias zonas de los territorios.

La aridez climática y la baja capacidad de infiltración de los suelos no hacen sino acelerar los procesos que en los últimos tiempos se han visto agravados por la incorporación desmedida de fertilizantes de síntesis química de alta frecuencia, permitiendo así obtener notables producciones, pero sin eliminar las sales o el sodio del suelo y llevando así a una salinización.Chávez, G. V., & Rodríguez, A. R. (2000)

Basándose en los estudios de Zerega L. (1997), el uso de fertilizantes minerales ha contribuido de forma decisiva a incrementar el rendimiento de los cultivos hasta el extremo de que en las últimas décadas su consumo ha aumentado extraordinariamente. Los países desarrollados son los mayores consumidores. En los últimos años se han multiplicado los estudios para determinar el efecto de la agricultura intensiva sobre los suelos y los ecosistemas. Muchas veces el uso excesivo de fertilizantes no ha redundado en un aumento considerable de la producción de las cosechas. Sin embargo, se ha relacionado con procesos de salinización y eutrofización de las aguas así como con problemas de salinidad y acumulación de nutrientes como el fósforo en el suelo.

Tomando como referencia a Morante, (2004), el interés agrícola por el uso de las zeolitas naturales se ha incrementado en los últimos años. Algunos estudios demuestran que existe una relación entre la utilización de este mineral y el incremento de producción, basados en las propiedades de las zeolitas como capacidad

de intercambio iónico, adsorción y propiedades de hidratación, demuestran un potencial tanto de enmienda del suelo, como de liberación lenta de fertilizante. Se ha experimentado con proporciones de 20% a 30% respecto a la cantidad de fuente de fertilizante. Las adiciones de zeolita pueden ayudar al incremento de la eficiencia de estos fertilizantes, la reducción de la lixiviación de los fertilizantes por la adición de zeolitas incrementa del uso de estos. Las adiciones de zeolitas naturales reducen la lixiviación de fertilizantes a aguas subterráneas, ríos y lagos.

Según Morante, (2004), la elevada selectividad de las zeolitas frente a algunos estados del Nitrógeno, puede reducir el uso de fertilizantes químicos y puede dosificar los nutrientes y el agua cuando lo requiera el cultivo. La zeolita disminuye las pérdidas de fertilizantes (NH_4), fósforo y otros componentes, por la solubilización con agua, por filtración, por descomposición del amonio.

Basados en las propiedades de adsorción, hidratación y en la capacidad de intercambio iónico, las zeolitas muestran potencial tanto de enmienda del suelo, como de liberación lenta del fertilizante. La clinoptilolita y otras zeolitas, por ejemplo tienen una capacidad de intercambio iónico entre 100 y 300 meq/100 g, y una alta selectividad del K y NH_4. Suelos con alto contenido de arcilla poseen una capacidad de intercambio iónico de entre 11 a 50 meq/100 g. La retención de NH_4 en los canales estructurales del mineral, previenen su oxidación a NO_3 por bacterias y ayudan a reducir la pérdida de fertilizantes del tipo amoniacal. Para los suelos las zeolitas naturales resulta un fertilizante de liberación lenta que mejora significativamente las propiedades físico-químicas de las tierras de cultivo. Además, las zeolitas acortan considerablemente el ciclo para alcanzar plantas con tamaño comercial, incrementando el rendimiento de las cosechas y mejorando la calidad de los frutos, puede ser utilizado en cultivos hidropónicos con excelentes resultados Morante, (2004).

Según Morante, (2004), la zeolita (zeoenvironment) es el único mineral en la naturaleza que presenta 5 propiedades físico – químicas en sí mismo, y son:

- Intercambio catiónico,
- Adsorción,
- Tamiz molecular,
- Actividad catalítica,
- Estimulación biológica.

Las diferentes muestras de zeolitas indican que todas tienen una estructura muy similar, que corresponde a los tipos de zeolita clinoptilolita, mordenita y heulandita además de cuarzo y feldespato (albita) como fases mayoritarias, y de arcillas, calcita como fases minoritarias.

La clinoptilolita, la mordenita y la heulandita tiene una capacidad de intercambio catiónico entre 100 y 300 meq/100 g. retienen amonio (NH_4) en sus canales estructurales, previniendo su oxidación ayudando a reducir las pérdidas de fertilizantes de tipo amoniacal. Las zeolitas citadas anteriormente se las encuentra en las vesículas de rocas volcánicas tales como basaltos, rhyolitas y andesitas. Clinoptilolita, que significa en griego "*la piedra oblicua de la pluma* " La diferencia de la heulandita y la mordenita con la clinoptilolita es su enriquecimiento en potasio.

Tabla 1. Composición química de las zeolitas. (%)

Zeolitas	SIO_2	AL_2O_3	FeO_3	CaO	Na_2O	MgO	K_2O	Si/ Al	PPC
Clinoptilolita	58.1	14.1	6.6	3.7	1.5	1.9	1.3	3.6	11.8
Heulandita	63.1	11.2	5.5	3.4	1.2	1.6	1.1	4.9	11.8
Mordenita	53.5	11.3	4.2	3.6	1.2	1.4	1.1	4.8	11.9

Fuente: Fernando Morante Carballo, 2004.

Salinización de los suelos.

La salinización de los suelos de acuerdo a Ecured, (2015), es la contaminación química del suelo por acumulación de sal. Usualmente esto ocurre por malas prácticas de riego, en donde el agua "lava" las sales orgánicas y otros elementos orgánicos que neutralizan las sales inorgánicas. Un suelo con este tipo de sales ya no es productivo debido a que quema las raíces de las plantas.

La salinidad del suelo también puede producirse como resultado de un manejo inadecuado por parte del hombre. La agricultura, desde su comienzo, ha provocado situaciones de salinización, cuando las técnicas aplicadas no han sido las correctas. El empleo de elevadas cantidades de fertilizantes, especialmente los más solubles, más allá de las necesidades de los cultivos, es otra de las causas que provocan situaciones de altas concentraciones de sales, que contaminan los acuíferos y como consecuencia los suelos que reciben estas aguas.

Se han sugerido que los límites de salinidad de los suelos en que las plantas empiezan a ser afectadas de manera adversa es cuando el contenido en sales excede el valor de 2 dS/m.

El Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de las plantas

La salinidad puede afectar el crecimiento de las plantas en varias maneras:

Disminución de la absorción del agua por las raíces

Una concentración alta de sales tiene como resultado potencial osmótico alto de la solución del suelo, por lo que la planta tiene que utilizar más energía para absorber el agua. Bajo condiciones extremas de salinidad, las plantas no pueden absorber el agua y se marchitan, cuando la presión osmótica dentro del sistema radicular es menor que la presión osmótica en el suelo(suelos salinos), el agua fluye hacia el suelo, incluso cuando el suelo alrededor de las raíces se siente mojado al tacto.

Toxicidad por iones específicos

Cuando la planta absorbe agua que contiene iones de sales perjudiciales (por ejemplo, sodio, cloruro, exceso de boro etc.), síntomas visuales pueden aparecer, tales como puntas y bordes de las hojas quemadas, deformaciones de las frutas etc.

Tolerancia de sales en la planta

El nivel posible máximo tolerable de acumulación de sal en el suelo es el nivel en el que las raíces pueden todavía absorber agua.

Muchos problemas de salinidad en la agricultura son el resultado del manejo incorrecto del riego y de la falta de drenaje apropiado en el suelo.

Suelos afectados por sales, las reciben generalmente de:

Agua de riego.

Agua de drenaje.

Estiércol y otros residuos animales.

Fertilizantes y nutrientes.

Aguas residuales / municipales.

Proceso de acumulación de sales en suelo

El proceso de acumulación de sales en suelo está relacionado con el proceso de evaporación.

El nivel máximo posible de acumulación de sales depende del constante de solubilidad de las sales.

La historia ha mostrado que la agricultura regada no puede sobrevivir sin un manejo apropiado de la sal.

Reacción de la planta a la sal durante su desarrollo

La sensibilidad de la planta a la sal, cambia durante el desarrollo de la misma.

Existen 3 estados fenológicos diferentes en la planta referente a la sensibilidad a la sal estos son:

Germinación.

La fase temprana del crecimiento vegetativo de plántulas es generalmente más sensible a la salinidad que las fases más tardías.

Crecimiento vegetativo.

Durante la fase de crecimiento del tallo la planta es más sensible al estrés salino que durante la fase del desarrollo de las raíces

Crecimiento reproductivo

La relación raíz/tallo en la planta, aumenta bajo condiciones de salinidad.

La salinidad afecta la concentración de iones dentro del tejido de la planta. Esto puede provocar toxicidad y deficiencia. Los sistemas radicales afectados por la salinidad no se desarrollan en forma óptima.

Un sistema radical afectado por la salinidad es menos profundo, tiene menos ramificaciones, pesa menos y es menos eficiente en la absorción de agua y nutrientes.

La arveja.

Bernal G. y Estévez C. (1994), citado por el INIAP, (1994), indican que la arveja (*Pisum sativum* L.**)** tiene su origen en el sur del Ecuador y norte del Perú, con un segundo centro de origen ubicado en Mesoamérica. Es la leguminosa más importante en la alimentación de los países de Centro y Sur América y los ubicados en la región central y este de África. El consumo de la arveja en forma de grano seco, representa especialmente para los pueblos de América Latina y África, la principal fuente de calorías, proteínas y aminoácidos tiamina y niacina.

Analizando los resultados publicados por el INEC, (2001), el consumo de arveja en grano seco aporta con el 46 % de proteína, la misma que es barata si se compara con las proteínas provenientes de la carne, pescado, leche, y huevos. También la arveja es fuente de carbohidratos, fibra, calcio, hierro, vitaminas y calorías que son elementos importantes para mejorar la alimentación de la población rural y urbana. La proporción más indicada de consumo es de una tercera parte de arveja, más dos terceras partes de cereales.

La demanda es mayor en estado tierno y es significativamente rentable al comercializarla como verdura, la misma que aporta con el 20 % de proteína, por lo que se considera un cultivo de sustento económico que garantiza la seguridad alimentaria al ser parte de la canasta familiar de la población. La sustitución de la

arveja por otros productos de bajo contenido de proteína, es una alternativa de nutrición que aporta contra la desnutrición infantil y el desequilibrio nutricional de la población en general.

De acuerdo al PRONALEG, (2001), la taxonomía y morfología del cultivo de la arveja es la siguiente:

- Familia: Leguminosae
- Subfamilia Papilionoidea.
- Nombre científico: *Pisum sativum* L
- Ciclo de cultivo en tierno: 105 a 115 días
- Ciclo de cultivo en seco :130 a 135 días
- Época de siembra: Abril a Junio
- Sistema: monocultivo
- Rendimiento en tierno: 4500 a 5250 Kg/ha

2.1.1 Variedades

Proaño, (2007), establece en cuanto a variedades, que los genetistas y fitomejoradores han desarrollado un buen número de ellas, las cuales, desde el punto de vista agronómico y basado en sus características, son ubicadas en los siguientes tipos:

1. Período Vegetativo: Precoces, intermedias, tardías.
2. Color del grano seco: amarillo, verde.
3. Altura: enredadera, intermedias, enanas.
4. Hábito de crecimiento: indeterminadas, determinadas.
5. Superficie o testa de la semilla: lisas, arrugadas.
6. Uso: industrial, consumo en fresco.

2.1.2. Características de la variedad de Arveja INIAP – 436 Liliana

Según INIAP, (2010) las principales características de esta variedad son:

Características Morfológicas

Características morfológicas:

Habito de crecimiento: Decumbente

Color de la flor: Blanca

Altura de planta (cm): 113.7

Largo de vaina (cm): 7.62

Forma de vaina: Recta

Forma de grano: Esférico

Agronómicas

Días a la floración: 68

Días a la cosecha en verde: 92

Número de vainas por planta: 16

Número de granos por vaina: 5

Rendimiento promedio en tierno kg/ha: 6673

2.1.3 Zonas Actuales del Cultivo

Según Proaño, (2007), en el Ecuador las zonas de cultivo más potencial se encuentra en el Carchi (Tulcán-San Gabriel - El Ángel), Imbabura (Ibarra-Otavalo), Chimborazo (Riobamba-Pallatanga), Pichincha (Cayambe – Tumbaco-Quito Sur-Machachi), Bolívar (Guaranda) con variedades enanas y con decumbentes en Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Loja, Cañar y Azuay

2.1.4 Condiciones Ecológicas

Factores climáticos

La planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje. Su período crítico a bajas temperaturas 5 o 7°C, por lo general ocurre a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo de crecimiento con temperaturas comprendidas

entre 16 y 20 ºC, estando el mínimo entre 6 y 10 ºC y el máximo en más de 35 ºC. Si la temperatura es muy elevada la planta se desarrolla bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que desarrolle bien. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. En general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras. Prado, (2008).

2.1.5 Factores edafológicos

La arveja es una especie que requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrimentos asimilables y de reacción levemente acida a neutra. Los mejores resultados se logran en suelos con pH entre 6 – 7.5 y bien drenados, que aseguren una adecuada aireación, y, a su vez, tengan la suficiente capacidad de captación y almacenaje de agua para permitir su normal abastecimiento, en especial durante su fase crítica (período de floración y llenado de vainas). Un drenaje deficiente que favorezca el "encharcamiento", inclusive durante un breve período después de las lluvias o el riego, es determinante para provocar un escaso desarrollo y, en muchos casos, pérdidas por ataque de enfermedades. Prado, (2008)

2.1.6 Manejo Agronómico

Preparación del suelo

Las labores de preparación del terreno deben ser arada, rastrada, y surcada dependiendo de las condiciones del área se debe considerar las recomendaciones para este cultivo. Adicionalmente, en esta labor puede incorporarse materia orgánica en forma de compost de estiércol. Peralta, et al. (2010)

Siembra

El cultivo se inicia por medio de siembra directa, ubicando de 3 a 5 semillas por golpe en líneas distanciadas 40 cm entre sí. Luego del riego correspondiente a la siembra, debe regarse el cultivo cuando las plantas ya desarrollaron sus primeras hojas verdaderas, ya que durante la geminación los excesos de agua pueden afectar mucho el porcentaje de implantación.

2.2 **Fundamentación filosófica.**

De acuerdo a Roberto Hernández et. al. (2010), la presente investigación se fundamenta en el paradigma Positivismo, neopositivismo y pospositivismo donde el enfoque predominante de la investigación es cuantitativo el mismo que pretende intencionalmente medir con precisión las variables del estudio, mediante un proceso secuencial, deductivo y probatorio mediante la utilización intensiva de la estadística (descriptiva e inferencial).

2.3 Fundamentación legal.

Según SEMPLADES, (2013), en el apartado correspondiente al objetivo 7 del Plan Nacional Del Buen Vivir 2013-2107 manifiesta,

Objetivo 7:

Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

Políticas y lineamientos estratégicos

7.1. Asegurar la promoción, la vigencia y la plena exigibilidad de los derechos de la naturaleza.

a) Diseñar e implementar un marco normativo que garantice los derechos de la naturaleza e instaure mecanismos intersectoriales, transversales e integrados, de prevención, control, sanción y restauración integral de daños y pasivos socioambientales, asegurando las compensaciones respectivas y la no repetición de los daños o afectaciones.

b) Desarrollar e implementar los mecanismos institucionales, en particular en la Función Judicial, las judicaturas de la naturaleza y el ambiente, en la Función de Transparencia y Control Social, y en la Superintendencia Ambiental, para hacer efectivos los derechos de la naturaleza y sancionar su incumplimiento.

c) Fortalecer el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y asegurar una acción coordinada entre los diferentes niveles de Gobierno, funciones del Estado y las instituciones administrativas y legales pertinentes, con el involucramiento del sector privado, las universidades y organizaciones sociales, para garantizar el cumplimiento y la exigibilidad de los derechos de la naturaleza.

d) Promover una cultura biocéntrica de respeto a los derechos de la naturaleza local y nacional para su protección.

e) Diseñar y aplicar un sistema integrado de seguimiento, control y monitoreo del cumplimiento de los derechos de la naturaleza.

f) Consolidar el posicionamiento de la Declaración Universal de los Derechos de la Naturaleza, y de la gestión sustentable de los bienes comunes globales, en las negociaciones internacionales y los espacios de integración regional.

2.4 Categorías fundamentales

2.5 Hipótesis.

H0: La utilización de las fuentes de zeolitas **no** disminuye la salinización del suelo en la Parroquia Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura.

H1: La utilización de las fuentes de zeolitas **disminuye** la salinización del suelo en la parroquia Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura.

2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis.

Variable independiente

Fuentes de zeolitas

Variables dependientes

Salinidad del suelo y productividad de arveja

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación.

Investigación Experimental primaria y secundaria a través del método de diseño experimental acorde a las características de la investigación.

3.2 Nivel o tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado fue el experimental explicativo cuyo objetivo se centra en controlar el fenómeno a estudiar, empleando el razonamiento hipotético-deductivo, utilizando muestras representativas, diseño experimental como estrategia de control y una metodología cuantitativa para analizar los datos.

3.3 Población y muestra

Área total:	400 m^2
Área experimental:	256 m^2
Área de la unidad experimental:	16m^2 (4 x 4) m
Área de la parcela neta:	7.5 m^2
Numero de surcos:	7
Número de sitios /surco:	13
Número de sitios/unidad experimental:	91
Numero de semillas/sitio:	3
Densidad de siembra:	0.60 x 0.30 m
Número total de Unidades experimentales:	16

3.4 Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Rendimiento	Desarrollo de la planta	Días a la emergencia Altura de planta (cm) Días a la floración
Rendimiento	Producción	Número de vainas/planta Número de granos/vaina Días a la cosecha Rendimiento/ parcela
Zeolitas	Fuentes	Conductividad eléctrica

3.5 Plan de recolección de la información

Se tomaron datos en campo respecto a: días a la emergencia, altura de planta, días al inicio de la floración, numero de vainas por planta número de granos por vaina, rendimiento por parcela neta en vaina verde. Se ejecutó un análisis físico químico del suelo.

3.5.1 Manejo del ensayo

3.5.1.1 Análisis de suelos

Se efectuó antes de la preparación del suelo, con todos los parámetros técnicos, para obtener una muestra representativa del lote experimental a efecto de determinar el contenido nutricional del área del ensayo, y otro análisis de suelo al final de la investigación para contrastar los valores obtenidos en el laboratorio antes y después de la adición de las fuentes de zeolita al fertilizante, estas muestras fueron enviadas al laboratorio Labonort en la ciudad de Ibarra.

3.5.1.2 Preparación del suelo

Esta labor se realizó en forma manual mediante un pase de arado y dos de rastra para pulverizar el suelo, y posteriormente surcar, luego se procedió a la delimitación de las parcelas experimentales según el diseño propuesto.

3.5.1.3 Siembra

La siembra se realizó en forma manual (mateado), depositando 3 semillas por sitio, el sistema de siembra utilizado es el que, comúnmente han utilizado los agricultores donde se desarrolló la investigación muchos ciclos atrás y que en definitiva lo adoptamos para no sesgar los resultados.

3.5.1.4 Adición de zeolitas al suelo

De acuerdo a los tratamientos propuestos se incorporaron las fuentes de zeolita más la adición de fertilizantes al suelo cubriendo con una capa de tierra, inmediatamente se dio un riego por aspersión, para contar con la humedad necesaria para el proceso de germinación de la semilla.

Riegos

El cultivo de arveja es una especie que no requiere de mucha humedad ya que es tolerante a las sequía, antes de la emergencia se realizó un riego por aspersión posteriormente los riegos se efectuaron por inundación cada tres semanas aproximadamente.

3.5.1.5 Controles fitosanitarios

Se efectuó una aplicación de clorpirifos 1cc/litro de agua cuando las plantas comenzaron a emerger, para prevenir el ataque de trozadores y minadores durante el desarrollo del cultivo se utilizó carbendazin 1.25 cc/litro de agua para prevenir la presencia de fusariun y antranosis (*Colletotrichum* pisi) y para alternaría (*Alternaria* sp.) utilizamos clorotalonil (protectante) 1cc/litro de agua cada quince días, dos aplicaciones durante el ciclo de cultivo.

3.5.1.6 Deshierbas y aporques

Las deshierbas se realizaron a los treinta y sesenta días después de la siembra y el aporque se hizo a los treinta y ocho días después de la siembra, las mismas que fueron realizadas de forma manual y con azadón.

3.5.1.7 Prevención de ataque de Pájaros

El ensayo de arveja fue afectado por el ataque de tórtolas (*Zenaida auriculata*), entre 25 a 50 aves. Para el control, se empleó cinta reflectante, cinta de casetes, espanta pájaros y tarros para generar ruidos.

3.5.1.8 Cosecha en vaina verde

Esta labor fue ejecutada en forma manual cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica para vaina verde con un promedio de 90 días después de la siembra, para lo cual se recolecto las vainas , colectándolas en fundas de yute con su respectiva identificación para su posterior evaluación. Luego de la cosecha se procedió a pesar las vainas con ayuda de una balanza electrónica con el fin de establecer el rendimiento por parcela neta.

3.6 Plan de Procesamiento de la información

Se aplicó el Análisis de Varianza, prueba de rango múltiple Tukey al 5 % de probabilidad con ayuda del software estadístico Sedex e Infostat. Se realizó la interpretación pertinente de los resultados generados con respaldo de fuentes bibliográficas.

3.6.1. Factores de estudio

En la investigación se utilizaron los siguientes factores

- Fuentes de zeolitas
- Variedad de arveja INIAP - 461 Liliana

3.6.2 Tratamientos

La investigación estuvo conformada por un total de 4 tratamientos y que están consignados en la tabla 3

Tabla 3. Tratamientos evaluados en el estudio de tres fuentes de zeolitas en la producción del cultivo de arveja y la salinización del suelo en Chaltura provincia de Imbabura

Tratamientos	Fuentes de zeolitas	+ Fertilizante Químico (10-30-10) Kg/ha
T1	Clinoptilolita	100 + 200
T2	Mordenita	100 + 200
T3	Heulandita	100 + 200
T4 (testigo)	Fertilizante (10-30-10)	0 + 200

3.6.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza, y la prueba de Tukey cuando se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza (Adeva)

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Bloques	3
Error Experimental	9

3.6.4 Ubicación del ensayo

La investigación fue desarrollada en la Granja Experimental La Pradera, de propiedad de la facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la Parroquia San José de Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura. **De acuerdo al GAD, (2013)** el área experimental posee las siguientes características climáticas: altitud 2350 msnm, 00° 22' 00'' de latitud Norte, 78° 11' 00''de longitud Oeste, temperatura media anual de 16,4 °C, precipitación promedio de 600 mm y una humedad relativa de 68.9 %. El lote experimental presenta una textura Franco y una pendiente de 5%.

3.6.5 Datos evaluados

Para determinar el efecto de los tratamientos se tomaron las siguientes variables:

3.6.6.1 Días a la emergencia

Este dato se cuantifico cuando las plantas emergieron totalmente en cada parcela neta de las unidades experimentales, y el resultado se expresó en días.

3.6.6.2 Altura de planta (cm)

Se realizó a los 30, 45 y 60 días después de la emergencia, se tomó en 10 plantas al azar de la parcela neta de cada unidad experimental, y que correspondieron a 10 sitios previamente sorteados, tomando en cuenta el efecto borde, se tomó la altura desde la parte basal y el ápice de la hoja terminal, el resultado se registró en centímetros para este propósito se utilizó un flexómetro, y los datos fueron tomados de las mismas plantas a los 45 y 60 días.

3.6.6.3 Días al inicio de la floración

Este variable se tomó cuando el 50 % de plantas de la parcela neta iniciaron la floración.

3.6.6.4 Número de vainas por planta antes de la cosecha

Esta variable se evaluó a la cosecha, en las plantas seleccionadas para la toma de datos de cada unidad experimental, contabilizando el número total de vainas por planta/ parcela neta

3.6.6.5 Número de granos /vaina

En las mismas plantas seleccionadas en la variable anterior, se tomaron 10 vainas al azar y se contabilizó el número de granos por vaina/parcela neta

3.6.6.6 Días a la cosecha en vaina verde

Este dato se tomó cuando el cultivo en cada una de las unidades experimentales alcanzo más del 50 % de madurez, siendo cuantificando en la parcela neta.

3.6.6.7 Rendimiento en vaina verde kg/ ha

Se ultimó en base al parámetro del rendimiento de parcela neta en vaina verde, ajustando la producción en kilogramos por hectárea.

3.6.6.8 Conductividad eléctrica (mS/cm)

Para este propósito se tomaron muestras de suelo al inicio y al final de la investigación para comparar la conductividad eléctrica en los diferentes tratamientos, antes de la aplicación al suelo de las fuentes de zeolita más el fertilizante y posterior a esta aplicación.

3.6.6.9 Análisis económico de los tratamientos

Para el análisis económico se realizó la relación beneficio costo (B/C) proyectado a hectárea, y el precio por kilogramo de arveja en el mercado.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de Varianza de los datos de campo

4.1.1 Días a la emergencia

Los resultados obtenidos en campo para la variable días a la emergencia se observa en el Anexo 1.

4.1.1.1 Análisis de varianza para la variable días a la emergencia

En la tabla 5 se presenta los resultados estadísticos obtenidos para esta variable, el análisis de varianza no reporto diferencias significativas, con un coeficiente de variación de 7.21 % que es un valor muy aceptable para este tipo de investigaciones, en donde los datos obtenidos en campo siguieron una distribución normal con un promedio general de 12. 3 días. Es decir las fuentes de zeolita no tuvieron ninguna incidencia en la variable descrita anteriormente.

Tabla 5. Análisis de varianza para días a la emergencia.

Fuente de Variación	SC	Grados de libertad	CM	F. cal
Total	13	15		
Bloques	2.5	3	0.83	1.06 ns
Tratamientos.	3.5	3	1.17	1.5 ns
Error.	7	9	0.78	
CV: 7.21 %				
Promedio:12.3días				

ns: no significativo
CV: Coeficiente de variación (%)

En la tabla 6 la prueba de tukey al 5 % de probabilidad no hace más que ratificar los resultados obtenidos en el análisis de varianza y que se reflejado en la obtención de un solo rango en los tratamientos.

4.1.1.2 Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la variable días a la emergencia

En la tabla 6 se puede apreciar el rango obtenido para los tratamientos, la presencia de un solo rango ratifica la no existencia de significancia estadística para tratamientos como lo podemos evidenciar en el análisis estadístico respectivo.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para días a la emergencia.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	13	a
T3	12.25	a
T1	12	a
T2	11.75	a

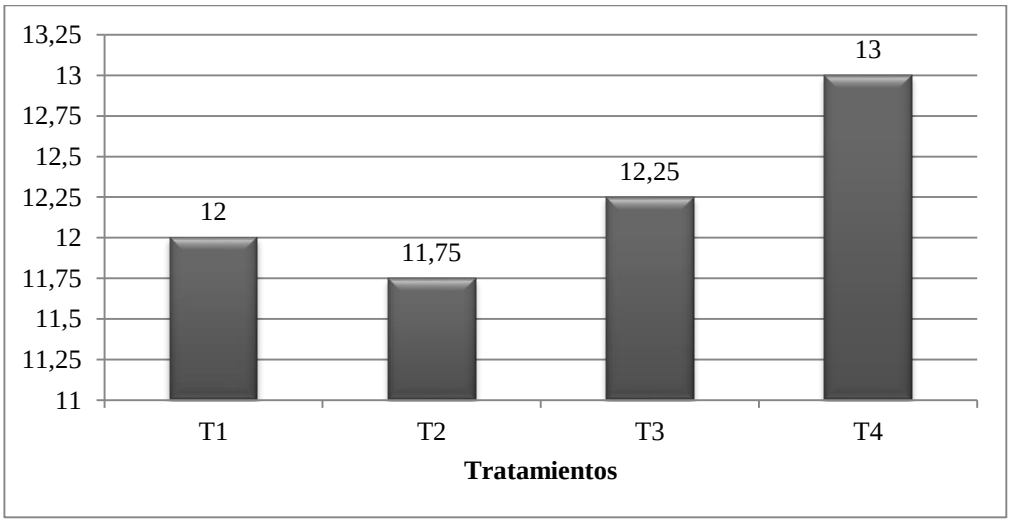


Figura 2. Valores promedios para días a la emergencia

4.1.2 Altura de planta a los 30 días después de la emergencia

Los resultados obtenidos en campo para altura de planta a los 30 días se indican en el anexo 2.

4.1.2.1 Análisis de varianza para la variable altura de planta 30 días después de la emergencia

En la tabla 7 se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 30 días y en la cual se determina que existen diferencias significativas a nivel del 5 % para tratamientos con un coeficiente de variación del 6.6 % que es muy bueno para investigaciones de campo y con un promedio general de 18. 5 cm.

De igual forma se establecen diferencias significativas entre bloques lo que demuestra que se realizó un buen bloqueo de los tratamientos en campo.

Tabla 7. Análisis de varianza para altura de planta 30 días después de la emergencia

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	61.4	15		
Bloques	26.1	3	8.7	5.8 *
Tratamientos	21.9	3	7.3	4.9 *
Error.	13.4	9	1.5	
CV: 6.6 % **Promedio:18.5cm**				

*: Significativo al 5%
CV: Coeficiente de variación (%)

4.1.2.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta 30 días después de la emergencia

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad tabla 8 para la comparación de los promedios de los tratamientos reporta la presencia de 2 rangos, en donde el tratamiento 3 (Heulandita) presenta el valor más alto y el tratamiento número 4 (testigo) el promedio más bajo.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de planta 30 días después de la emergencia

Tratamientos	Medias	Rangos
T3	19.95	a
T1	18.67	a b
T2	18.52	a b
T4	16.68	b

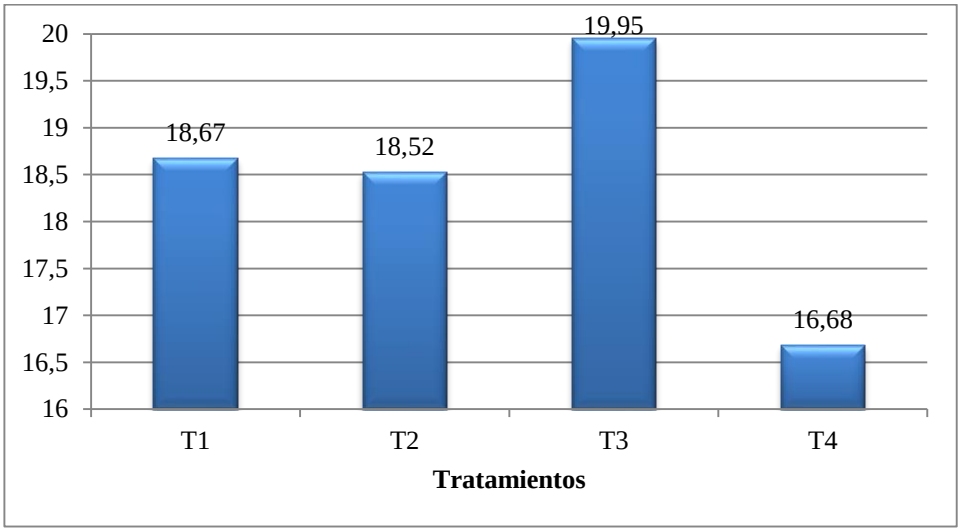


Figura 3. Valores promedios para altura de planta a los 30 días después de la emergencia.

4.1.3 Altura de planta a los 45 días después de la emergencia

Los valores obtenidos en campo para la variable altura de planta a los 45 días se presentan en el anexo 3.

4.1.3.1 Análisis de varianza para la variable altura de planta 45 días después de la emergencia.

El análisis de varianza para la variable altura de planta a los 45 días se observa en la tabla 9, en el cual podemos determinar que existen diferencias altamente

significativas para tratamientos con un coeficiente de variación del 4.73 % y un promedio general de 24.3 cm. Se manifiesta diferencias significativas a nivel del 5 % para bloques demostrando efectivamente que se realizó un buen bloqueo.

Tabla 9. Análisis de varianza para altura de planta 45 días después de la emergencia.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	108.39	15		
Bloques	26.36	3	8.79	6.66 *
Tratamientos	70.16	3	23.39	17.72 **
Error.	11.87	9	1.32	
CV: 4.73 %				
Promedio:24.3				

*:Significativo al 5
**: Significativo al 1 %
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.3.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta 45 días después de la emergencia

La prueba de tukey al 5 % de probabilidad tabla número 10 detecta la presencia de dos rangos bien definidos en donde el tratamiento 3 (Heulandita) presenta el valor más alto con un promedio de 27.85 cm/planta.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de planta 45 días después de la emergencia.

Tratamientos	Medias	Rangos
T3	27.85	a
T1	23.78	b
T4	22.85	b
T2	22.70	b

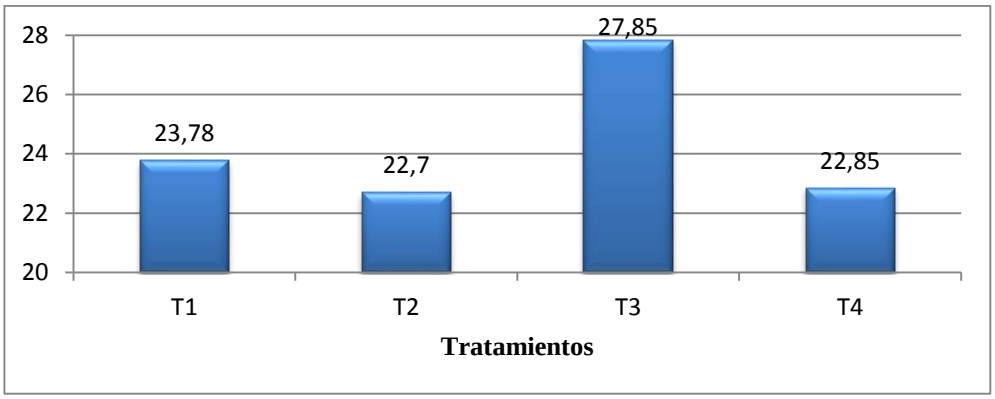


Figura 4. Valores promedios para altura de planta a los 45 días después de la germinación.

4.1.4 Altura de planta a los 60 días después de la emergencia

Los valores obtenidos en campo durante el desarrollo de la investigación para la variable altura de planta a los 60 días se presentan en el anexo 4.

4.1.4.1 Análisis de varianza para la variable altura de planta 60 días después de la emergencia.

El estudio del análisis estadístico para la variable altura de planta a los 60 días después de la emergencia tabla número 11 determina diferencias significativas a nivel del 1 % para tratamientos con un coeficiente de variación de 7.69 % y una media general de 39.34 cm

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	515.82	15		
Bloques	37.05	3	12.35	1.35 ns
Tratamientos	396.53	3	132.18	14.46 **
Error.	82.24	9	9.14	

CV: 7.69 %
Promedio: 39.34 cm

Ns: no significativo - CV: coeficiente de variación (%) - **: Significativo al 1 %

4.1.4.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta 60 días después de la emergencia.

La prueba de tukey al 5 % de probabilidad tabla número 12 detecta la presencia de dos rangos bien definidos en donde el tratamiento 3 (Heulandita) y el tratamiento 1 (Clinoptilolita) presentan los promedios más altos respecto a los restantes tratamientos.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para altura de planta 60 días después de la emergencia.

Tratamientos	Medias	Rangos
T3	45.35	a
T1	43.15	a
T2	34.72	b
T4	34.12	b

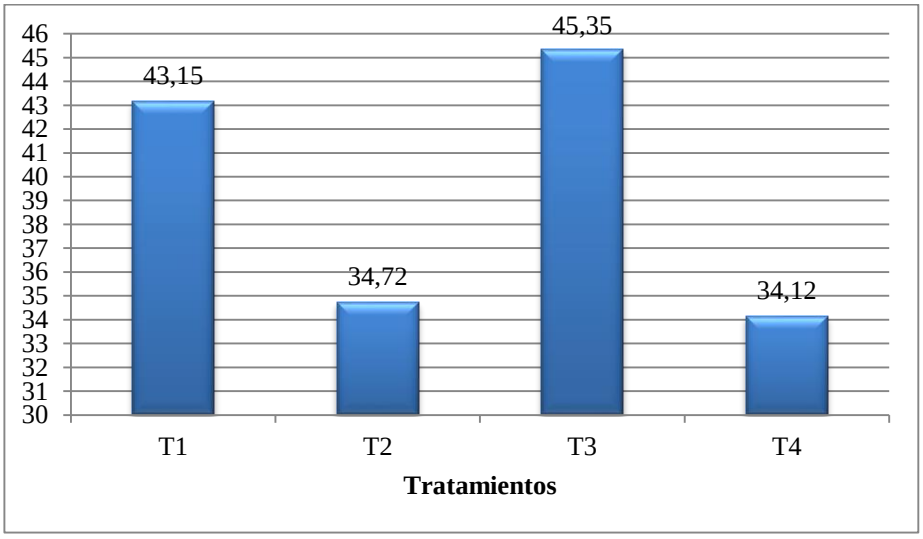


Figura 5. Valores promedio para altura de planta a los 60 días después de la emergencia.

4.1.5 Días al inicio de la floración

Los valores obtenidos en campo para la variable días a la floración se presentan en el anexo 5.

4.1.5.1 Análisis de varianza para la variable días al inicio de la floración.

El análisis estadístico obtenido para la variable días al inicio de la floración se ve reflejado en la tabla número 13, en el cual se advierte que existe significación estadística para los tratamientos a nivel del 1%, en donde el tratamiento número 2 (Mordenita) presenta el promedio más bajo en cuanto a días a la floración , y el testigo (T4 sin adición de zeolita) reporta un mayor número de días a la floración Lo anterior indica que la adición de zeolitas con el fertilizante, acelera los días a floración en arveja , lo cual posiblemente se deba a que la zeolita mejora las propiedades químicas y físicas de los suelos (Iskenderov, s.f., citado por Montalvo *et al.*,(1991), favoreciendo la nutrición de las plantas, y por ende, un normal metabolismo de las mismas (Padilla, 2005). El coeficiente de variación fue de 5.41 % y una media general de 64.81 días

Tabla 13. Análisis de varianza para la variable días al inicio de la floración.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	138.44	15		
Bloques	7.19	3	2.4	2.86 ns
Tratamientos.	123.69	3	41.23	49.08 **
Error.	7.56	9	0.84	

CV: 5.41%
Promedio: 64.81 días

Ns: no significativo
**: Significativo al 1 %
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.5.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable días al inicio de la floración.

En la tabla 14 se presentan los resultados de la prueba de rango múltiple Tukey al 5 % de significación, la misma que ubica al tratamiento número 2 (Mordenita) con un promedio de 60.5 días y distinguida con un rango de C. Mencionada prueba ha reportado tres rangos bien definidos

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para la variable días a la floración

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	67.50	a
T1	67.00	a
T3	64.25	b
T2	60.50	c

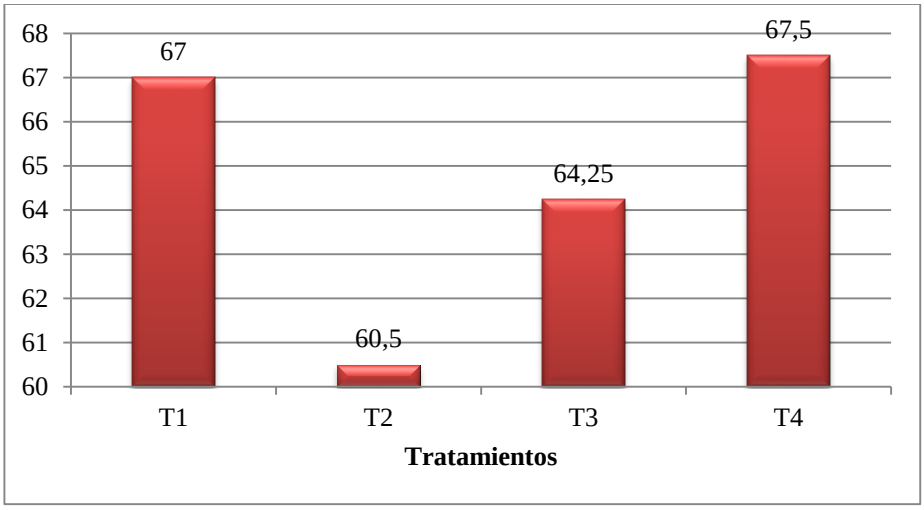


Figura 6. Valores promedios para días al inicio de la floración.

4.1.6 Numero de vainas por planta antes de la cosecha

En el anexo 6 se observa los resultados obtenidos en campo para la variable número de vainas por planta a la cosecha.

4.1.6.1 Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta antes de la cosecha

El análisis estadístico obtenido para la variable número de vainas por planta antes de la cosecha se presenta en la tabla número 15, en el cual se observa que existe significación estadística para tratamientos a nivel del 1 %, con un coeficiente de variación de 6.4 % valor que se encuentra dentro de los parámetros normales para este tipo de investigaciones, con un promedio general de 14.31 vainas /planta.

Tabla15. Análisis de varianza para número de vainas por planta antes de la cosecha.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	61.44	15		
Bloques	1.19	3	0.4	0.48 ns
Tratamientos	52.69	3	17.56	20.9 **
Error.	7.56	9	0.84	

CV: 6.4 %
Promedio: 14.31 vainas / planta

Ns: no significativo
**: Significativo al 1 %
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.6.2 Prueba de Tukey al 5% para la variable número de vainas por planta.

En la tabla número 16 se presentan los resultados de la prueba de rangos Tukey al 5 %, la misma que ubica al tratamiento número 2 (Mordenita) con un promedio de 16 vainas / planta en primer lugar y asignada con un rango de A, dicha prueba ha reportado dos rangos , en donde claramente se observa la tendencia del tratamiento 2 de obtener los mejores promedios; confirmándose así, que la zeolita incrementa el nivel de rendimiento de las plantas, ya que mejora la eficiencia de los fertilizantes, Coello y Osorio,(2003). La zeolita aumenta la disposición de nutrientes, incrementado así, la productividad de la arveja.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para número de vainas por planta.

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	16.00	a
T1	15.00	a
T3	15.00	a
T4	11.25	b

.

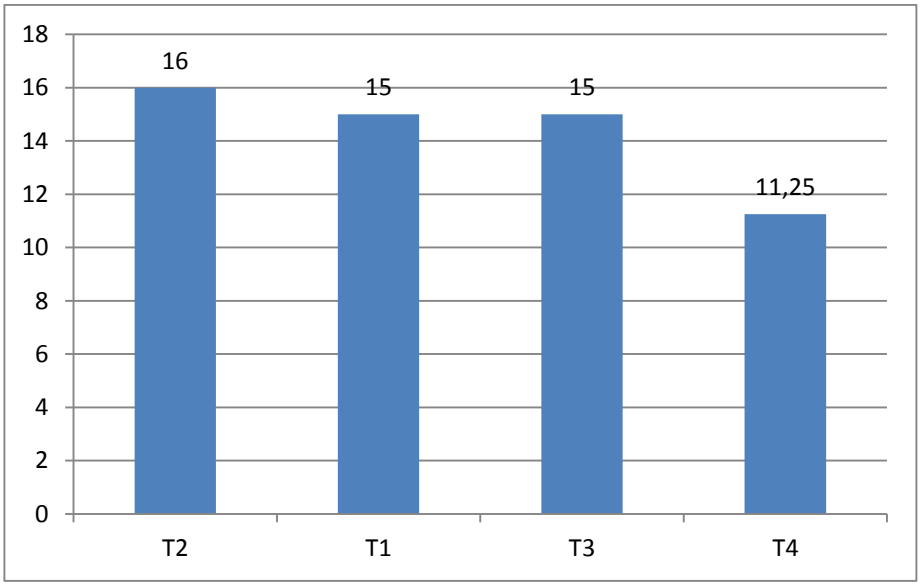


Figura 7. Valores promedios para número de vainas por planta.

4.1.7 Numero de granos por vaina después de la cosecha

Los resultados obtenidos en campo para la variable número de granos por vaina a la cosecha se reporta en el anexo 7.

4.1.7.1 Adeva para número de granos por vaina después de la cosecha

El análisis estadístico obtenido para la variable número de granos por vaina después de la cosecha se presenta en la tabla número 17, en el mismo que determina

significancia estadística a nivel del 5% para tratamientos con un coeficiente de variación de 7.39 % y un promedio general de 4.69 granos / vainas.

Tabla 17. Adeva para número de granos por vaina después de la cosecha.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	3.44	15		
Bloques	0.69	3	0.23	1.92 ns
Tratamientos	1.69	3	0.56	4.67 *
Error.	1.06	9	0.12	

CV: 7.39%
Media: 4.7 granos/vaina

Ns: no significativo,
*: Significativo al 5 %,
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.7.2 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de granos en vaina verde /planta

En la tabla número 18 se presentan los resultados obtenidos con la prueba de rango múltiple Tukey al 5 %, la misma que ubica a los tratamientos número 2, y número 3 con promedios de 5 granos/vaina respectivamente, el tratamiento número 4 testigo (sin adición de zeolita) presenta el promedio más bajo, estos resultados como lo ratifica (Coello y Osorio, 2003). La zeolita aumenta la disposición de nutrientes, incrementado así, la productividad de la arveja.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para número de granos / vaina

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	5	a
T3	5	a
T1	4.50	a b
T4	4.25	b

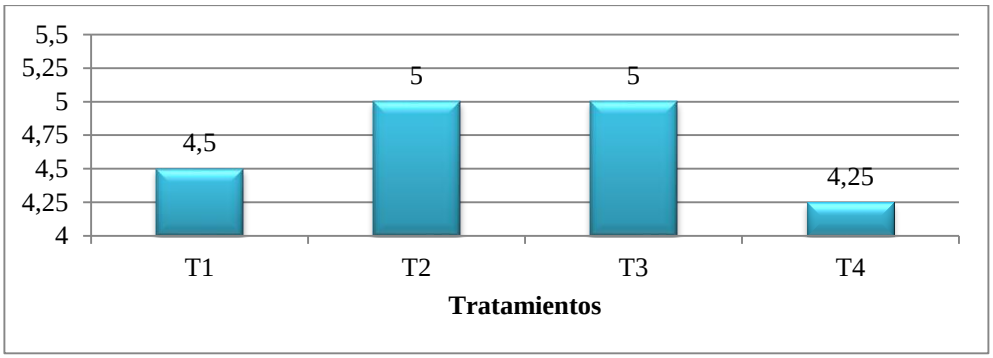


Figura 8. Valores promedios para número de granos por vaina.

4.1.8 Días a la cosecha en vaina verde

En el anexo 8 encontramos los datos correspondientes a la variable días a la cosecha.

4.1.8.1 Análisis de varianza para días a la cosecha en vaina verde

Según la tabla 19, el promedio general para días a la cosecha en vaina verde fue de 94.9 días, contabilizados desde la siembra hasta cuando las vainas de cada unidad experimental estuvieron listas para su cosecha, y en el análisis de varianza se observa diferencias altamente significativas para tratamientos y no significativas para repeticiones, con un coeficiente de variación de 6.72 %.

Tabla 19. Análisis de varianza para días la cosecha en vaina verde.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	15.75	15		
Bloques	0.25	3	0.08	0.17 ns
Tratamientos.	11.25	3	3.75	7.98 **
Error.	4.25	9	0.47	
CV: 6.72 %				
Promedio: 94.9 días				

Ns: no significativo
**: Significativo al 1 %
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.8.2 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable días a la cosecha en vaina verde.

En la tabla número 20 se presentan los resultados obtenidos con la prueba de rango múltiple Tukey al 5 %, de probabilidad la misma que ubica al tratamiento número 3 (Heulandita) con un valor de 93.5 días a la cosecha como el mejor, seguidos por los restantes tratamientos T1-T2 y T3 respectivamente que comparten el mismo rango, y que no hacen más que ratificar los resultados obtenidos por Muñoz Lema (2013), en que al evaluar 15 cultivares de arveja se obtuvo promedios de días a la cosecha en vaina verde de 96 días.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para número de días a la cosecha.

Tratamientos	Medias	Rangos
T4	95.75	a
T2	95.25	a
T1	95.50	a
T3	93.50	b

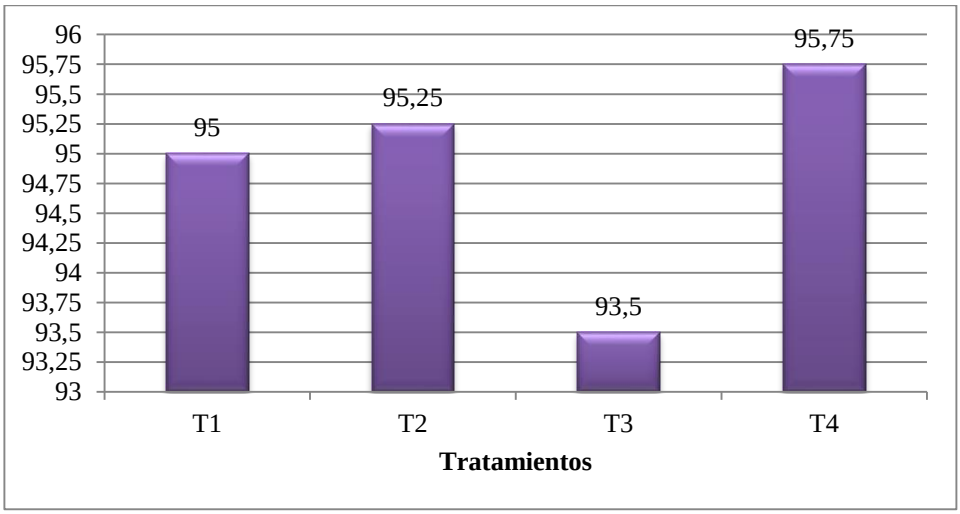


Figura 9. Valores promedios para número de días a la cosecha en vaina verde

4.1.9 Rendimiento de parcela neta en vaina verde

En el anexo 9 encontramos los datos correspondientes a la variable rendimiento de parcela neta en vaina verde.

4.1.9.1 Análisis de varianza para rendimiento de parcela neta. (Kg)

En el análisis de varianza para rendimiento de parcela neta en vaina verde tabla 21, se observa diferencias altamente significativas para tratamientos y ninguna significancia estadística para repeticiones, con un promedio general de 4.3 kilogramos y 5.6 % para el coeficiente de variación.

Tabla 21. Análisis de varianza para rendimiento de parcela neta en vaina verde.

Fuente de Variación	SC	Grados de Libertad	CM	F. cal
Total	1.1994	15		
Bloques	0.0449	3	0.015	1.145 ns
Tratamientos	1.0363	3	0.3454	26.3664 **
Error.	0.1182	9	0.0131	
CV: 5.6%				
Promedio: 4.3 Kg				

Ns: no significativo
**: Significativo al 1 %
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.9.2 Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable rendimiento de parcela neta en vaina verde.

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento de parcela neta en vaina verde tabla 22 se determina la presencia de dos rangos bien definidos, ubicándose en primer lugar los tratamiento 2 (Mordenita), tratamiento 3 (heulandita) y tratamiento 1 (clinoptilolita) con promedios de 4.57 , 4.4 y 4.33 kilogramos por parcela neta respectivamente en tanto que el tratamiento 4 (testigo) sin fuentes de zeolita se ubica en el último rango con un promedio de 3.88 Kg/ parcela neta. Estos resultados

como lo menciona Coello y Osorio, (2003). La zeolita aumenta la disposición de nutrientes, incrementado así, la productividad de la arveja.

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para rendimiento de parcela neta en vaina verde.

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	4.57	a
T3	4.40	a
T1	4.33	a
T4	3.88	b

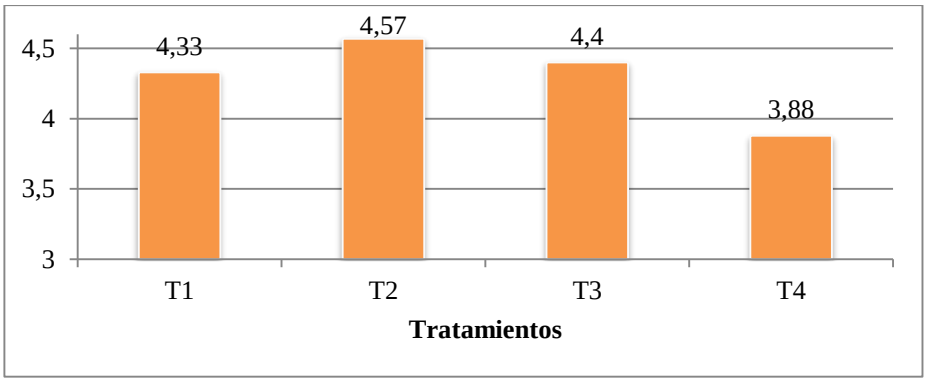


Figura 10. Valores promedios para rendimiento de parcela neta en vaina verde.

4.1.10 Rendimiento por hectárea en vaina verde (kg)

Los datos de campo respecto a rendimiento por hectárea en vaina verde los encontramos en el anexo 10.

4.1.10.1 Análisis de varianza para rendimiento por hectárea en vaina verde

Efectuado el análisis de varianza, tabla 23 para la variable descrita anteriormente se determina diferencias altamente significativas para tratamientos y ninguna significación estadística para repeticiones, el coeficiente de variación calculado reporta un valor de 5.6 % y una media general de 5728.33 kg/ha.

Tabla 23. Análisis de varianza para rendimiento por hectárea en vaina verde.

Fuente de Variación	SC	G. de Libertad	CM	F. cal
Total	2132294.79	15		
Bloques	79739.9	3	26579.97	1.14 ns
Tratamientos.	1842359	3	614119.67	26.3 **
Error.	210195.89	9	23355.1	

CV: 5.6 %
Promedio: 5728.33 kg/ha

Ns: no significativo
**: Significativo al 1 %
CV: coeficiente de variación (%)

4.1.10.2 Prueba de Tukey al 5% para rendimiento por hectárea en vaina verde. (kg).

La prueba de Tukey al 5% para rendimiento por hectárea en vaina verde tabla 24 establece dos rangos ubicándose en primer lugar los tratamiento 2 (Mordenita), tratamiento 3 (heulandita) y tratamiento 1 (clinoptilolita) con promedios de 6096.68 , 5863.32 y 5776.68 kilogramos por hectárea respectivamente en tanto que el tratamiento 4 (testigo) sin fuentes de zeolita se ubica en el último rango con un promedio de 5176.65 Kg/ hectárea. Peralta *et al.,* (2010), Minchala *et al.,* (2003) corroboran que los rendimiento por hectárea de arveja en vaina verde oscila de 5 000 a 8 000 kg/ha, considerando esta observación, la media general se encuentra dentro de estos parámetros.

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en rendimiento por hectárea en vaina verde

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	6096.68	a
T3	5863.32	a
T1	5776.68	a
T4	5176.65	b

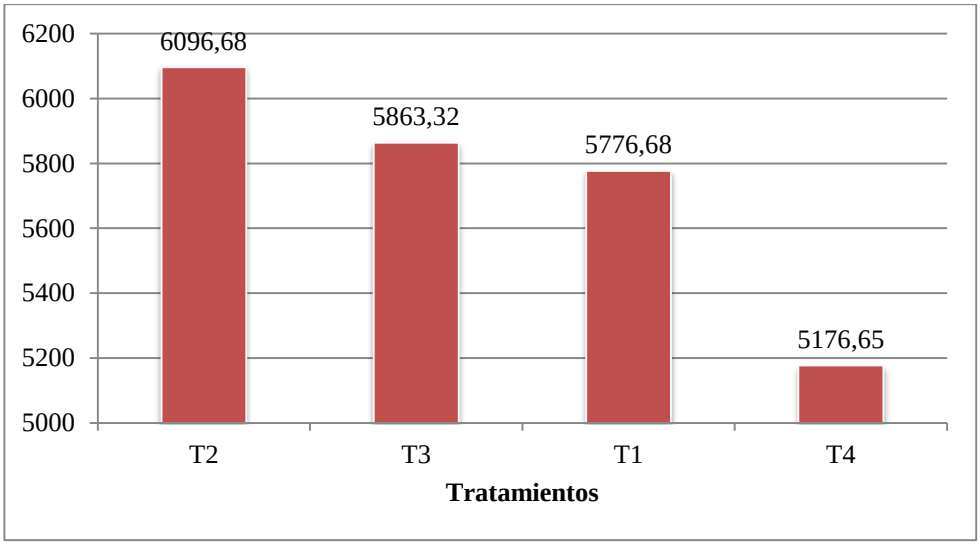


Figura 11. Valores promedios para rendimiento por hectárea en vaina verde.

4.1.10.3 Análisis estadístico para macro elementos, materia orgánica, Ph y conductividad eléctrica.

Los resultados generados en el laboratorio de análisis de suelo LABONORT para la variable conductividad eléctrica en el suelo se observa en el Anexo 11 al 18. La tabla 25 determina que no existen diferencias significativas respecto a macro elementos, materia orgánica, Ph y conductividad eléctrica, frente a la aplicación de las fuentes de zeolitas. Esto probablemente como lo manifiesta, Faber de Jesús Chica Toro *et al.*, (2006) Existen cerca de 50 tipos de zeolita (Clinoptilolita, Mordenita, Chabazita, Fillipsita, Haulandita, etc), en cada una de ellas varían sus propiedades físicas y

químicas originando diferentes densidades, selectividad catiónica y tamaño de los poros. Estos resultados coinciden con lo expuesto por **Tecoman, C. (2011)**, la aplicación de zeolitas naturales al suelo reduce significativamente la cantidad de agua y el costo en fertilizantes, mediante la retención de nutrientes en la zona de las raíces, forma un depósito permanente de agua, controlan la acidez del suelo incrementando el Ph, aumenta la resistencia a la compactación.

Tabla 25. Análisis estadístico para macro elementos, materia orgánica Ph y conductividad eléctrica.

TRATAMIENTOS	ANTES DE LA ADICIÓN DE ZEOLITAS					DESPUES DE LA ADICION DE ZEOLITAS				
	N ppm	P ppm	MO %	Ph	Ce mS/cm	N ppm	P ppm	MO %	Ph	Ce mS/cm
T1	35.5	37.4	1.5	5.95	0.170	43.2	25.7	1.85	7.2	0.21
T2	37.9	27.1	1.8	6.18	0.171	30.6	37.5	1.78	7.3	0.32
T3	35,5	49.4	2.0	5.77	0.298	21.5	33.8	2.12	7.2	0.26
T4	33.1	33.9	1.8	6.2	0.177	18.0	27.5	1.96	7.6	0.32
SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA						NS	NS	NS	NS	NS

NS: no significativo

4.1.10.4 Análisis estadístico realizado para micro elementos.

Los resultados generados en el laboratorio de análisis de suelo LABONORT para la variable conductividad eléctrica en el suelo se observa en el Anexo 11 al 18. La tabla 26 determina que no existen diferencias significativas respecto a micro elementos, es decir la adición de las fuentes de zeolita al fertilizante y su posterior incorporación al suelo no produjo ningún efecto en estos parámetros.

Tabla 26. Análisis estadístico para micro elementos.

TRATAMIENTOS	ANTES DE LA ADICIÓN DE ZEOLITAS				DESPUÉS DE LA ADICIÓN DE ZEOLITAS			
	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	B ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	B ppm
T1	7.22	7.98	51.7	0.46	7.15	7.55	48.5	0.38
T2	3.68	6.36	37.09	0.53	4.3	6.45	39.2	0.45
T3	4.15	7.91	51.0	0.4	3.85	7.56	47.5	0.41
T4	4.9	6.22	35.74	0.28	4.18	5.95	39.2	0.32
SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA					NS	NS	NS	NS

NS: no significativo

Tabla 27. Análisis estadístico para los elementos químicos que inciden en el incremento de la salinización

TRATAMIENTOS	ANTES DE LA ADICIÓN DE ZEOLITAS				DESPUÉS DE LA ADICIÓN DE ZEOLITAS			
	Ca meq	Mg meq	Na meq	K meq	Ca meq	Mg meq	Na meq	K meq
T1	8.4	3.2	0.8	0.22	5.7	3.8	0.8	0.24
T2	8.3	3.3	0.9	0.24	8.2	2.7	0.8	0.33
T3	8.7	3.3	0.8	0.37	8.4	2.9	0.9	0.28
T4	8.4	3.3	0.9	0.21	8.7	2.9	0.8	0.17
SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA					NS	NS	NS	NS

NS: no significativo

Los resultados obtenidos en el laboratorio de análisis de suelo LABONORT para la variable conductividad eléctrica en el suelo se observa en el Anexo 11 al 18. La tabla 27 determina que no existen diferencias significativas respecto a los elementos químicos que incrementan la presencia de sales en el suelo, a pesar que los resultados del laboratorio determinan una disminución en los valores de la conductividad en tres de los cuatro tratamientos, sin embargo estadísticamente a nivel del 5 % de probabilidad no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

4.1.11 Análisis económico en vaina verde de los tratamientos

En la tabla 26 se presentan el análisis económico, según los resultados obtenidos el tratamiento dos (Mordenita), obtiene el mayor ingreso neto 6312 dólares con un costo beneficio B/C de 2.22 es decir por cada dólar invertido se obtendría 1.22 dólares de beneficio neto; en el mismo cuadro se establece que el testigo (sin adición de zeolitas) obtiene un valor inferior en cuanto a costo beneficio equivalente a 1.76 usd.

Tabla 26. Análisis económico para tratamientos

Tratamientos	Rendimiento Kg/ha	Costos totales usd/ha	Ingresos (usd)		Relación B/C
			Bruto	Neto	
T1(Clinoptilolita	5766.68	2828	8665.02	5837.1	2.06
T2(Mordenita)	6096.68	2833	9145.02	6312.0	2.22
T3(Heulandita)	5863.32	2831	8794.90	5963.9	2.10
T4(Testigo)	5176.65	2810	7764.80	4954.8	1.76

4.1.12 Verificación de hipótesis.

Con los resultados alcanzados en la 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 y efectuados los análisis estadísticos a cada una de las variables nos permitimos aceptar la hipótesis nula planteada al inicio de la investigación.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El análisis e interpretación de los resultados experimentales, obtenidos en la investigación estudio de tres fuentes de zeolitas en la producción del cultivo de arveja *Pisum sativum* L y la salinización del suelo en la Parroquia de Chaltura, provincia de Imbabura, nos conducen a las siguientes conclusiones:

En lo que respecta a la característica morfológica, altura de planta a los 30, 45 y 60 días después de la siembra se determina claramente que el tratamiento tres (heulandita), obtiene los promedios más altos (19,95 - 27.85 y 45.35 centímetros respectivamente) en tanto que el testigo (sin adición de zeolitas) reporta promedios inferiores(16.68 -22.7 y 34.12 centímetros respectivamente) .En cuanto a días al inicio de la floración el tratamiento número 2 (Mordenita) presenta el promedio más bajo (60.5 días) , y el testigo (T4 sin adición de zeolita) reporta un mayor número de días a la floración(67.5 días).

Los tratamientos T2 (Mordenita) y T3 (Heulandita) prevalecieron por, número de vainas por planta, granos por vaina, días a la cosecha y excelente producción en vaina verde, con 6096,68 kg/ha y 5863,32 kg/ha para los tratamientos dos y tres respectivamente. El análisis económico determina que el tratamiento 2 (Mordenita) obtiene el mejor ingreso neto (6312.0 USD) con un beneficio costo B/C de 2.22 dólares.

Se produce una disminución en los valores de conductividad eléctrica en el tratamiento 3 Heulandita al pasar de 0.298 a 0.265 mS/cm y en el testigo (sin adición de zeolitas) existe un incremento significativo en este parámetro; pero en cuanto a los macroelementos nitrógeno, fósforo y potasio no se determina diferencias significativas, al igual que para micro elementos, porcentaje de materia orgánica y Ph del suelo.

5.2 Recomendaciones

Usar las fuentes de zeolitas en las dosis establecidas adicionando al fertilizante e incorporar inmediatamente al suelo después de la siembra.

Realizar investigaciones posteriores bajo otros parámetros como: sistemas de siembra y diferentes cultivares de arveja para esta zona.

Efectuar estudios adicionales en función de los resultados obtenidos en esta investigación con otras fuentes de zeolitas a diferentes niveles.

Realizar estudios posteriores con la adición de zeolitas en otras especies de leguminosas y otras fuentes de fertilizantes.

CAPITULO VI
PROPUESTA

Adición de fuentes de zeolita al fertilizante en la producción del cultivo de arveja *pisum sativum l.*

6.1 Datos Informativos:

La adición de fuentes de zeolitas al fertilizante para ejecutar la propuesta se realizó en los predios de la Universidad Técnica del Norte ubicado en:

Provincia: Imbabura

Cantón: Antonio Ante

Parroquia: San José de Chaltura

Sector: Granja la pradera

Localización:

Región geográfica	Sierra: Provincia de Imbabura. Cantón: Antonio Ante Sector: Granja experimental la pradera.
Coordenadas	Latitud : 00° 22' 00" Norte Longitud: 78° 11' 00" Oeste
Altitud	2350 msnm.
Temperatura	Promedio anual de 16.4 °C
Precipitación	Media anual de 600 mm

Fuente: GAD de San José de Chaltura (2013)

6.2 Antecedentes de la propuesta.

La adición de las fuentes de zeolita al fertilizante en el cultivo de arveja determino diferencias significativas en todas las variables evaluadas, Existen diferencias altamente significativas en cuanto a los rendimientos en vaina verde con rendimientos de 6096.68 Kg/ha para el tratamiento numero dos (mordenita)

Se establece claramente un efecto positivo de la adición de zeolitas al fertilizante y la posterior incorporación al suelo en dosis de 100 kg de Mordenita + 200 kg/ha de (10-30-10).

6.3 Justificación.

Las prácticas agrícolas pueden tener impactos ambientales negativos actualmente la agricultura a nivel mundial viene siendo afectada por varios componentes (uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas, monocultivos, contaminación de aguas subterráneas, uso intensivo del recurso suelo, etc.) y de no tomar los correctivos necesarios el presente y el futuro para la raza humana no es nada alentador.

Según la **SEMPLADES, (2013),** el objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, apuesta por la transformación productiva bajo un modelo ecoeficiente con mayor valor económico, social y ambiental. En este sentido, se plantean como prioridades la conservación y el uso sostenible del patrimonio natural y sus recursos naturales, la inserción de tecnologías ambientalmente limpias, la aplicación de la eficiencia energética y una mayor participación de energías renovables, así como la prevención, el control y la mitigación de la contaminación y la producción, el consumo y el postconsumo sustentables.

De acuerdo a Tecoman, C. (2011: Internet**)**, la aplicación de zeolitas naturales al suelo reduce significativamente la cantidad de agua y el costo en fertilizantes, mediante la retención de nutrientes en la zona de las raíces, forma un depósito permanente de agua, controlan la acidez del suelo incrementando el Ph, aumenta la resistencia a la compactación del suelo.
La utilización de agroquímicos en la actividad agrícola, como los fertilizantes, genera un impacto ambiental negativo cuando los iones disueltos en éstos pasan directamente a las aguas subsupeficiales a través de los lixiviados edáficos.

La alternativa de manejo de zeolitas naturales contribuirá directamente a mantener o mejorar la calidad de los suelos, a través de actividades orientadas al manejo

sostenible de suelos y cultivos, que permitan alcanzar sistemas de producción amigables con el medio ambiente, con estos antecedentes, el autor justifico la ejecución de la presente investigación, que aportará con conocimientos tecnológicos a los agricultores de la zona.

6.4 Objetivo

Divulgar los resultados generados en esta investigación a los agricultores y estudiantes en la zona donde se desarrolló la investigación.

6.5 Análisis de factibilidad

La posibilidad de repetir este trabajo de investigación en otros sectores de la provincia de Imbabura que tengan las mismas condiciones climáticas y edáficas, con la incorporación de fuentes de zeolitas e incrementar los rendimientos en el cultivo de arveja.

6.6 Fundamentación

La adición de zeolita, una arcilla natural, crea una malla molecular capaz de retener iones en el suelo, haciendo que el sistema suelo-planta sea más eficiente en términos de mayor producción por unidad de área y de menor contaminación del recurso suelo y de los acuíferos. La eficiencia del fertilizante se mejora con la adición de zeolitas en dosis de 100 Kg/ha.

6.7 Metodología, Modelo operativo

Para la difusión de los resultados de la investigación ejecutamos las siguientes actividades:

- Enviamos una carta de invitación con quince días de anticipación al Presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado de Chaltura y al administrador de la granja experimental la pradera para un día de campo.

- Registro de los asistentes el día del evento.
- El día del evento en primer término se realizó una presentación en power point con todos los asistentes en donde dimos a conocer las actividades desarrolladas en cuanto

al manejo del ensayo y los resultados obtenidos, en este taller hubo una retroalimentación en donde los agricultores y estudiantes formularon las más diversas preguntas para beneficio de todos los asistentes, posteriormente en uno de los lotes de la granja experimental cedidos muy gentilmente se realizó una práctica demostrativa de la adición de las fuentes de zeolita al fertilizante la incorporación al suelo y la siembra de arveja.

- Al final del evento realizamos un resumen de todas las actividades desarrolladas, luego los asistentes fueron evaluados y finalmente entregamos un tríptico con material divulgativo.

6.8 Administración

La administración y cuidados será responsabilidad del señor Wilson Ushiña trabajador de la granja la pradera en la cual se realizó la investigación.

6.9 Previsión de la evaluación

Con el material entregado, el taller y el día de campo realizado, todos los asistentes realizarán la adición de zeolitas al fertilizante, incorporarán al suelo y realizaran siembras en sus propiedades no necesariamente solo en arveja sino en otras leguminosas, habrá un monitoreo y asesoramiento permanente del maestrante cuando los agricultores lo estimen necesario.

BIBLIOGRAFÍA

- *Bernal G. y Estevez C. (1994). Evaluación de inoculantes importados de soya utilizando el medio BJSM (Bradyrhizobium japonicen selective médium). Revista INIAP 1994*.

- *Coello, H.; Osorio, L. (2003). Estudio comparativo de fertilización orgánica y química en mezcla con zeolita en el cultivo de pimiento (Capsicum anhum L.) en la zona de Quevedo. Tesis Ing Agr. Quevedo, EC. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 63 p.*

- *Chávez, G. V., & Rodríguez, A. R.* (2000). *Influencia de las aguas de riego en los procesos de salinización y sodificación de suelos en cultivos de plátanos y tomates (I. Canarias). Edafología, 7(3), 129-136. (En línea). Disponible en: http://edafologia.ugr.es/…ista/tomo7tr/a129v7tt.htm (Fecha de consulta 09.02.2014*

- *FAO. (2000). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación por sus siglas en ingles. (En línea) .Disponible en: http://www.eurosur.org/medioambiente/bif49.htm (Fecha de consulta 15.01.2014)*

- *GAD. (2013).Gobierno Autonomo Descentralizado de San Jose de Chaltura. Recuperado de: http://www.antonioante.gob.ec/web/?page_id*

- *Guevara, R. (2005). Impacto del cambio de uso del suelo en el proceso erosivo. Centro Universitario de la costa Sur de la universidad de Guadalajara, Jalisco, MX.2p.(En línea). Disponible en: www.cubambiente.com/.../05%20III%20CONGRESO%20GESTION%20. (Fecha de consulta 20.03.2014)*

- *Hernández, R.* et. al. (2010). *Metodología de la investigación quinta edición. (En línea).Disponible en: http://nisearch.com/…stigacion-hernandez-sampieri/3 (Fecha de consulta 10.04.201*

- *INEC.* (2001).*Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, *"III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales y Provinciales. Quito-Ecuador", 15 pp.*

- *INEC. (2014).Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, boletín divulgativo Quito- Ecuador", 24 pp.*

- *INIAP. (2010). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, programa nacional de leguminosas y granos andinos. Estación Experimental Santa Catalina, boletín divulgativo No 381*

- *Montalvo, H.; Diaz, H.; Valenzuela R y Umpierrez C. (1991). Memorias de la 3ra. Conferencia Internacional sobre Ocurrencia, Propiedades y Usos de las Zeolitas Naturales. Habana, CU. p. 74.*

- *Morante, F. (2004), Las zeolitas de la costa de Ecuador. (En línea). Disponible en http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/ (Fecha de consulta 15.01.2014)*

- *Muñoz, L. (2013) "evaluación agronómica de quince cultivares de arveja (pisum sativum l.), mediante el apoyo de investigación participativa con enfoque de género en la estación experimental del Austro Bullcay"*

- *Padilla, W. (2005). Fertilización de suelos. Grupo clínica agrícola. 4 ed. Quito, EC. CD – R. Formato PDF. 185 p.*

- *Peralta, E. et al. (2010). Nueva variedad de arveja para la provincia Bolívar; INIAP 436 LILIANA. Boletín Divulgativo N° 381. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.*

- *Peralta, E. a. et al., (2010). Manual Agrícola de Frejol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.70 p.*

- *Prado L. (2008). "Evaluación agronómica de dos líneas de arveja (Pisum sativum L) y su efecto a la fertilización química y orgánica, en el Cantón Chimbo". Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bolívar, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.*

- *Proaño J. (2007). "Respuesta de cuatro variedades de arveja (Pisum sativum L.) a la fertilización orgánica y química en la granja La Pradera" Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.*

- *PRONALEG. (2001). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos . (Enlínea). Disponible en: www.iniap.gob.ec/…te/images/documentos/MANUAL%20(Fecha de consulta 15.01.2014)*

- *Ramos, J. et al (2002). Estudio de las características de los antrosoles cumúlicos en los invernaderos de la comarca del poniente almeriense. Influencia de las prácticas agrícolas sobre los cambios de sus propiedades. (En línea). Disponible en http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo%3Fcodigo%3D847855 (Fecha de consulta 12.03.2014)*

- *SEMPLADES. (2013). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Quito,Ecuador.(En línea).Disponible en: http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-7.-garantizar-los-derechos-de-la-naturaleza-y-promover-la-sostenibilidad-ambiental-territorial-y-global(Fecha de consulta 15.03.2014)*

- *Tecoman, C. (2011). La zeolita Un mineral muy especial. (En línea). Disponible en: http://www.slideshare.net/kato04/zeolita-presentacion-general-agricultura (Fecha de consulta 13.12.2013)*

- Zerega, *L. (1997). Influencia de la fertilización química en la salinización del suelo y en los rendimientos del cultivo de la caña de azúcar ll a mediano plazo. Caña de Azúcar, 15(2), 53-67. (En línea).Disponible en : http://sian.inia.gob.ve/…a1101/texto/influencia.htm*

ANEXOS

Anexo 1. Resultados obtenidos en campo en días a la emergencia.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	11	13	12	12	48	12
T2	10	12	13	12	47	11,75
T3	13	12	12	12	49	12,25
T4	13	14	13	12	52	13

Anexo 2. Datos de campo para Altura de planta a los 30 días

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	17	18.3	19.4	20	74,7	18,7
T2	15.5	19.3	21.3	18	74,1	18,5
T3	17.5	21.3	22	19	79,8	20
T4	16.3	15.4	18	17	66,7	16,7

Anexo 3. Resultados obtenidos para Altura de planta a los 45 días.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	25.6	23.4	24.1	22	95,1	23,78
T2	24	25.3	20.2	21.3	90,8	22,7
T3	29.5	28.4	26	27.5	111,4	27,85
T4	25	23	22.4	21	91,4	22,85

Anexo 4. Valores obtenidos en campo para Altura de planta a los 60 días.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	42.5	46.6	36.5	47	172,6	43,15
T2	35.2	35.2	33.4	35.1	138,9	34,72
T3	44.5	43.4	45.3	48.2	181,4	45,35
T4	32.3	30.4	36.5	37.3	136,5	34,12

Anexo 5. Datos obtenidos en campo en días al inicio de la floración.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	66	68	68	66	268	67
T2	60	60	61	61	242	60,5
T3	62	64	65	66	257	64,25
T4	67	67	68	68	270	67,5

Anexo 6. Valores para número de vainas por planta antes de la cosecha .

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	14	15	16	15	60	15
T2	15	16	16	17	64	16
T3	16	14	15	15	60	15
T4	12	11	12	10	45	11,25

Anexo 7. Resultados obtenidos para granos por vaina después de la cosecha.

Trat.	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	4	5	5	4	18	4,5
T2	5	5	5	5	20	5
T3	5	5	5	5	20	5
T4	4	4	5	4	17	4,25

Anexo 8. Valores obtenidos en días a la cosecha en vaina verde.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	95	96	95	94	380	95
T2	95	96	95	95	381	95,25
T3	94	93	93	94	374	93,5
T4	96	95	96	96	383	95,75

Anexo 9. Resultados obtenidos en campo para rendimiento de parcela neta en verde (Kg)

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	4.1	4.4	4.53	4.3	17,33	4,33
T2	4.58	4.58	4.62	4.51	18,29	4,57
T3	4.43	4.32	4.39	4.45	17,59	4,4
T4	3.72	3.95	3.85	4.01	15,53	3,88

Anexo 10. Valores obtenidos en para rendimiento por hectárea en vaina verde (kg),

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
T1	5466.7	5866.7	6040	5733.3	23106,7	5776,68
T2	6106.7	6106.7	6160	6013.3	24386,7	6096,68
T3	5906.7	5760	5853.3	5933.3	23453,3	5863,32
T4	4960	5266.7	5133.3	5346.6	20706,6	5176,65

Anexo 11. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número uno antes de la adición de las fuentes de zeolita

L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO		**DATOS DE LA PROPIEDAD**	
Nombre:	RAÚL CASTRO	Provincia:	Imbabura
Ciudad:		Cantón:	Antonio Ante
Teléfono:	0994502171	Parroquia:	Chaltura
Fax:		Sitio:	La Pradera

DATOS DEL LOTE		**DATOS DE LABORATORIO**	
Sitio:	La Pradera	Nro Reporte.:	5881
Superficie:		Tipo de Análisis:	Completo
Número de Campo:	T 1	Muestra:	Suelo T 1
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso:	2015-01-08
A Cultivar:	Arveja	Fecha de Reporte:	2015-01-14

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	35.50	ppm	
P	37.40	ppm	
S	4.41	ppm	
K	0.22	meq/100 ml	
Ca	8.46	meq/100 ml	
Mg	3.23	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Zn	7.22	ppm	
Cu	7.98	ppm	
Fe	51.70	ppm	
Mn	3.21	ppm	BAJO MEDIO ALTO
B	0.46	ppm	BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH	5.95		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 — Acido, Lig. Acido, Pract. Neutro, Lig. Alcalino, Alcalino
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na	0.8	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Ce	0.170	mS/cm	No Salino, Lig. Salino, Salino, Muy Salino
MO	1.56	%	BAJO MEDIO ALTO

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.62	14.68	53.14	11.91						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 12. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número dos antes de la adición de las fuentes de zeolita

L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO
Nombre: RAÚL CASTRO
Ciudad:
Teléfono: 0994502171
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD
Provincia: Imbabura
Cantón: Antonio Ante
Parroquia: Chaltura
Sitio: La Pradera

DATOS DEL LOTE
Sitio: La Pradera
Superficie:
Número de Campo: T 2
Cultivo Actual:
A Cultivar: Arveja

DATOS DE LABORATORIO
Nro Reporte.: 5878
Tipo de Análisis: Completo
Muestra: Suelo T 2
Fecha de Ingreso: 2015-01-08
Fecha de Reporte: 2015-01-14

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	37.97	ppm	
P	27.08	ppm	
S	4.91	ppm	
K	0.24	meq/100 ml	
Ca	8.83	meq/100 ml	
Mg	3.35	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Zn	3.68	ppm	
Cu	6.36	ppm	
Fe	37.09	ppm	
Mn	2.37	ppm	BAJO MEDIO ALTO
B	0.53	ppm	BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH	6.18		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 — Acido, Lig. Acido, Pract. Neutro, Lig. Alcalino, Alcalino
Acid Int. (Al+I		meq/100 ml	
Al	0.9	meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Ce	0.171	mS/cm	No Salino, Lig. Salino, Salino, Muy Salino
MO	1.83	%	BAJO MEDIO ALTO

Ca Mg	Mg K	Ca+Mg K	(meq/100ml) Sum Bases	% NTot	ppm Cl	(%) Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
2.64	13.96	50.75	12.42						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 13. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número tres antes de la adición de las fuentes de zeolita

L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO		**DATOS DE LA PROPIEDAD**	
Nombre:	RAÚL CASTRO	Provincia:	Imbabura
Ciudad:		Cantón:	Antonio Ante
Teléfono:	0994502171	Parroquia:	Chaltura
Fax:		Sitio:	La Pradera

DATOS DEL LOTE		**DATOS DE LABORATORIO**	
Sitio:	La Pradera	Nro Reporte.:	5880
Superficie:		Tipo de Análisis:	Completo
Número de Campo:	T 3	Muestra:	Suelo T 3
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso:	2015-01-08
A Cultivar:	Arveja	Fecha de Reporte:	2015-01-14

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	35.50	ppm	
P	49.47	ppm	
S	6.74	ppm	
K	0.37	meq/100 ml	
Ca	8.74	meq/100 ml	
Mg	3.34	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Zn	4.15	ppm	
Cu	7.91	ppm	
Fe	51.0	ppm	
Mn	3.39	ppm	BAJO MEDIO ALTO
B	0.40	ppm	BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH	5.77		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 — Acido, Lig. Acido, Pract. Neutro, Lig. Alcalino, Alcalino
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na	0.8	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Ce	0.29	mS/cm	No Salino, Lig. Salino, Salino, Muy Salino
MO		%	BAJO MEDIO ALTO

Ca / Mg	Mg / K	Ca+Mg / K	(meq/100ml) Sum Bases	% NTot	ppm Cl	(%) Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
2.62	9.03	32.65	12.45						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUIMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 14. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número cuatro antes de la adición de las fuentes de zeolita

L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO		**DATOS DE LA PROPIEDAD**	
Nombre:	RAÚL CASTRO	Provincia:	Imbabura
Ciudad:		Cantón:	Antonio Ante
Teléfono:	0994502171	Parroquia:	Chaltura
Fax:		Sitio:	La Pradera

DATOS DEL LOTE		**DATOS DE LABORATORIO**	
Sitio:	La Pradera	Nro Reporte.:	5879
Superficie:		Tipo de Análisis:	Completo
Número de Campo:	T 4	Muestra:	Suelo T 4
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso:	2015-01-08
A Cultivar:	Arveja	Fecha de Reporte:	2015-01-14

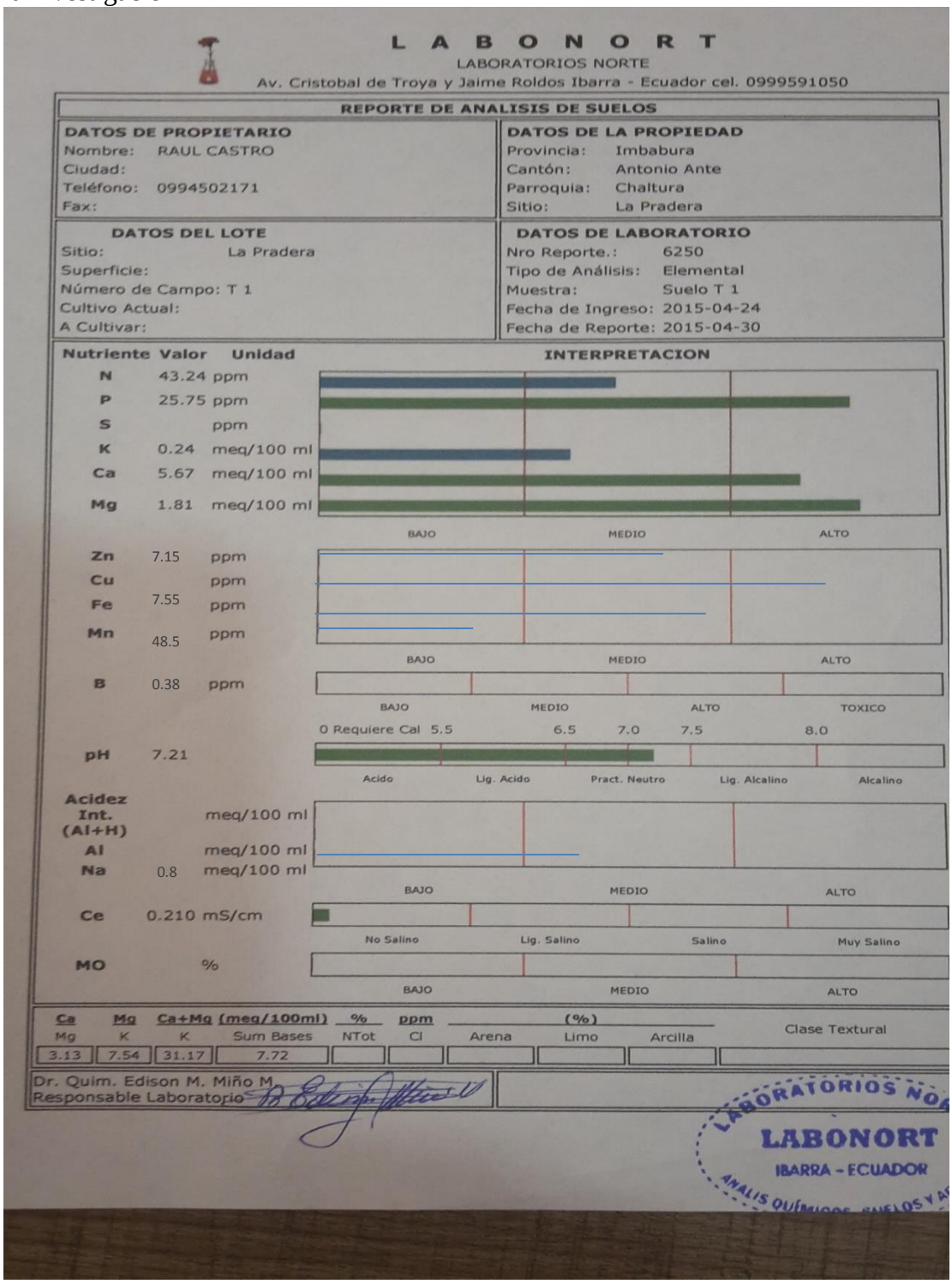
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	33.04	ppm	
P	33.90	ppm	
S	4.75	ppm	
K	0.21	meq/100 ml	
Ca	8.38	meq/100 ml	
Mg	3.28	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Zn	4.90	ppm	
Cu	6.22	ppm	
Fe	35.74	ppm	
Mn	2.24	ppm	BAJO MEDIO ALTO
B	0.28	ppm	BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH	6.20		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 — Acido, Lig. Acido, Pract. Neutro, Lig. Alcalino, Alcalino
Acidez Int. (Al+		meq/100 ml	
Al	0.9	ıeq/100 ml	
Na	0.177	ıeq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Ce		ıS/cm	No Salino, Lig. Salino, Salino, Muy Salino
MO	1.86	%	BAJO MEDIO ALTO

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)		%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.55	15.62	55.52	11.87						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 15. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número uno al final de la investigación



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre:	RAUL CASTRO	Provincia:	Imbabura
Ciudad:		Cantón:	Antonio Ante
Teléfono:	0994502171	Parroquia:	Chaltura
Fax:		Sitio:	La Pradera

DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio:	La Pradera	Nro Reporte.:	6250
Superficie:		Tipo de Análisis:	Elemental
Número de Campo:	T 1	Muestra:	Suelo T 1
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso:	2015-04-24
A Cultivar:		Fecha de Reporte:	2015-04-30

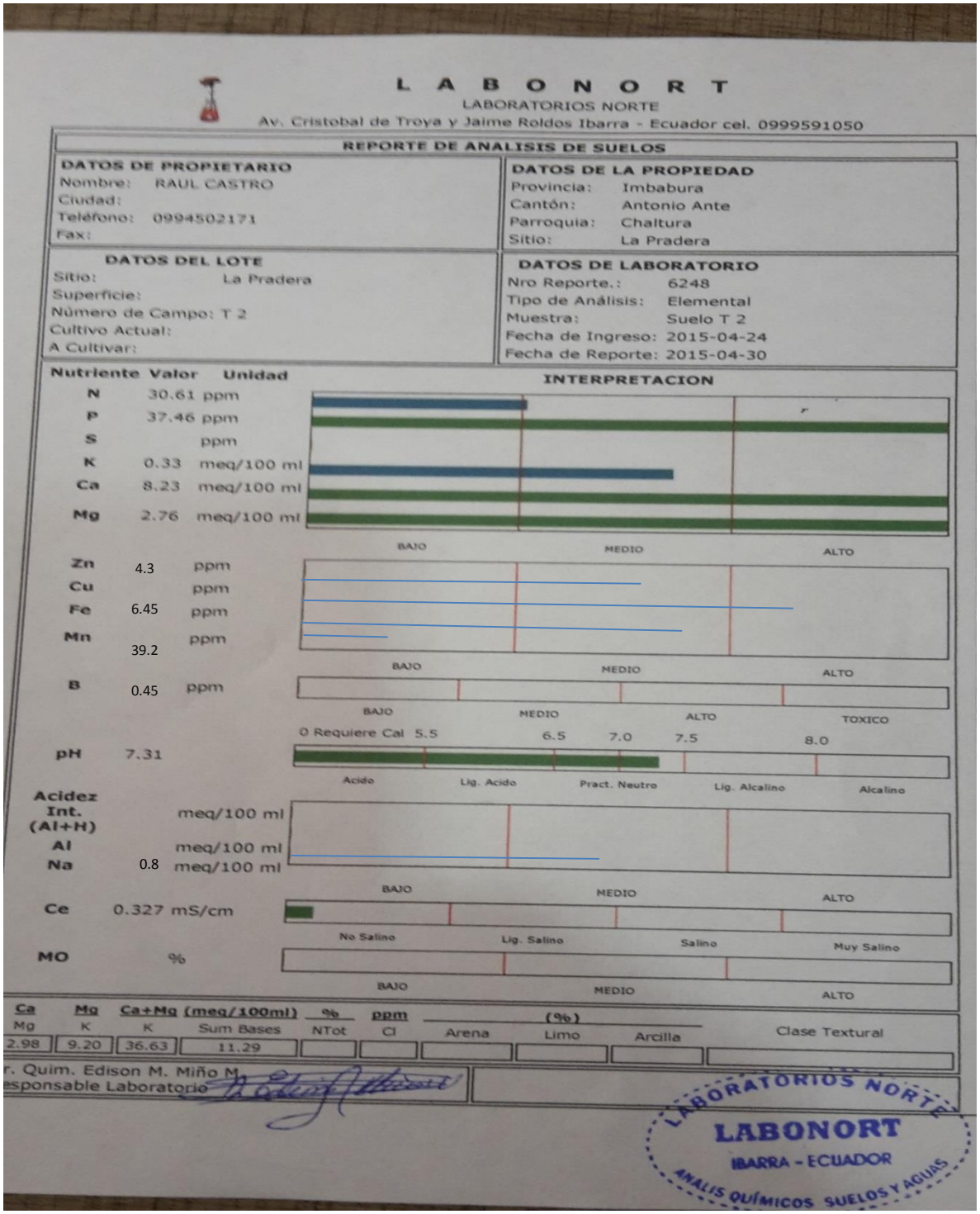
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	43.24	ppm	BAJO / MEDIO / ALTO
P	25.75	ppm	
S		ppm	
K	0.24	meq/100 ml	
Ca	5.67	meq/100 ml	
Mg	1.81	meq/100 ml	
Zn	7.15	ppm	BAJO / MEDIO / ALTO
Cu		ppm	
Fe	7.55	ppm	
Mn	48.5	ppm	
B	0.38	ppm	BAJO / MEDIO / ALTO / TOXICO
pH	7.21		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 — Acido / Lig. Acido / Pract. Neutro / Lig. Alcalino / Alcalino
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	BAJO / MEDIO / ALTO
Al		meq/100 ml	
Na	0.8	meq/100 ml	
Ce	0.210	mS/cm	No Salino / Lig. Salino / Salino / Muy Salino
MO		%	BAJO / MEDIO / ALTO

Ca Mg	Mg K	Ca+Mg K	(meq/100ml) Sum Bases	% NTot	ppm Cl	(%) Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
3.13	7.54	31.17	7.72						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NOR
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUIMICOS SUELOS Y A

Anexo 16. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número dos al final de la investigación.



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO
Nombre: RAUL CASTRO
Ciudad:
Teléfono: 0994502171
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD
Provincia: Imbabura
Cantón: Antonio Ante
Parroquia: Chaltura
Sitio: La Pradera

DATOS DEL LOTE
Sitio: La Pradera
Superficie:
Número de Campo: T 2
Cultivo Actual:
A Cultivar:

DATOS DE LABORATORIO
Nro Reporte.: 6248
Tipo de Análisis: Elemental
Muestra: Suelo T 2
Fecha de Ingreso: 2015-04-24
Fecha de Reporte: 2015-04-30

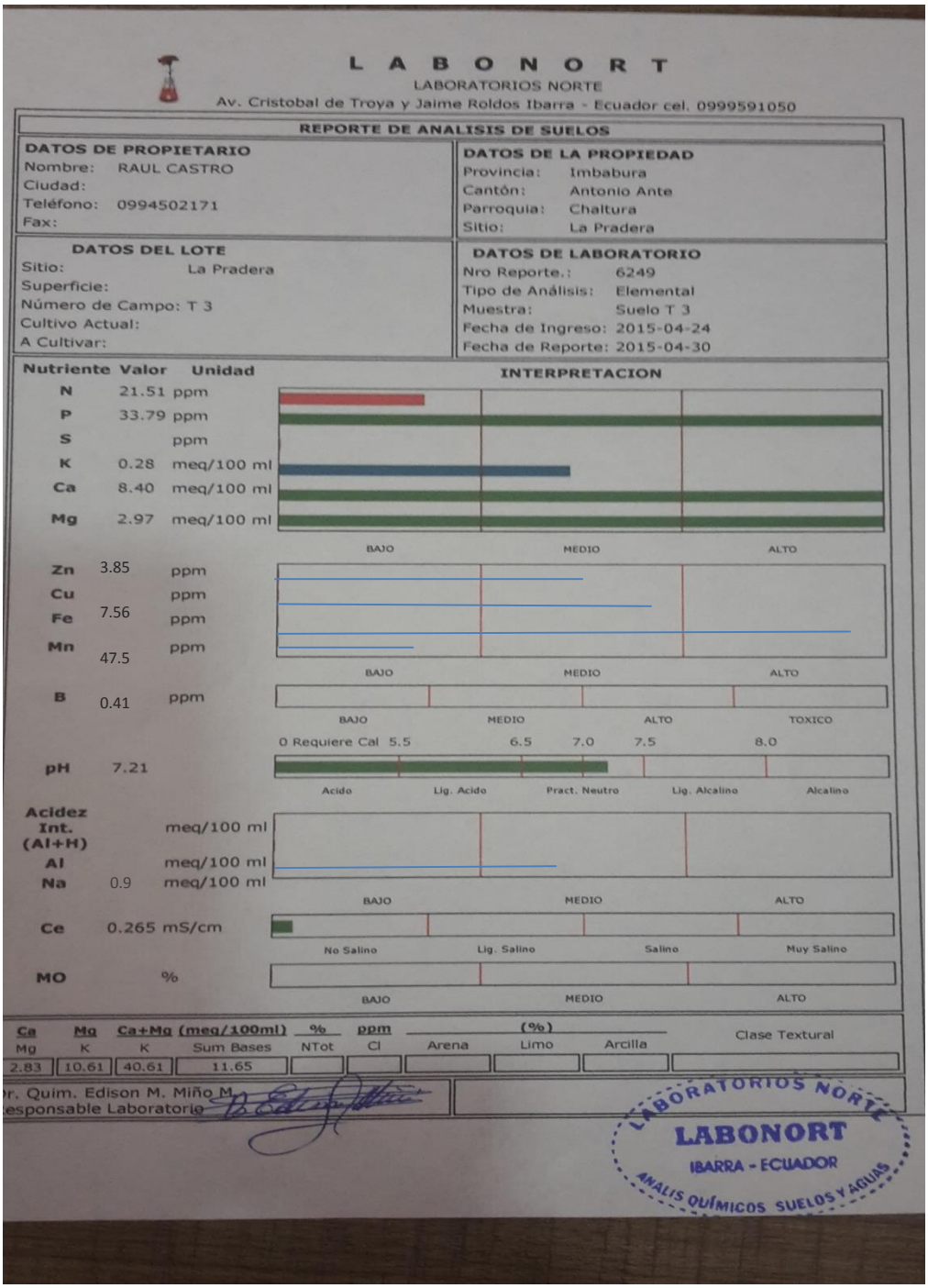
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	30.61	ppm	
P	37.46	ppm	
S		ppm	
K	0.33	meq/100 ml	
Ca	8.23	meq/100 ml	
Mg	2.76	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Zn	4.3	ppm	
Cu		ppm	
Fe	6.45	ppm	
Mn	39.2	ppm	BAJO MEDIO ALTO
B	0.45	ppm	BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH	7.31		0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na	0.8	meq/100 ml	BAJO MEDIO ALTO
Ce	0.327	mS/cm	No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino
MO		%	BAJO MEDIO ALTO

Ca Mg	Mg K	Ca+Mg (meq/100ml) K	Sum Bases	% NTot	ppm Cl	(%) Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
2.98	9.20	36.63	11.29						

r. Quim. Edison M. Miño M.
esponsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 17. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número tres al final de la investigación.



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO
Nombre: RAUL CASTRO
Ciudad:
Teléfono: 0994502171
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD
Provincia: Imbabura
Cantón: Antonio Ante
Parroquia: Chaltura
Sitio: La Pradera

DATOS DEL LOTE
Sitio: La Pradera
Superficie:
Número de Campo: T 3
Cultivo Actual:
A Cultivar:

DATOS DE LABORATORIO
Nro Reporte.: 6249
Tipo de Análisis: Elemental
Muestra: Suelo T 3
Fecha de Ingreso: 2015-04-24
Fecha de Reporte: 2015-04-30

Nutriente	Valor	Unidad
N	21.51	ppm
P	33.79	ppm
S		ppm
K	0.28	meq/100 ml
Ca	8.40	meq/100 ml
Mg	2.97	meq/100 ml
Zn	3.85	ppm
Cu		ppm
Fe	7.56	ppm
Mn	47.5	ppm
B	0.41	ppm
pH	7.21	
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml
Al		meq/100 ml
Na	0.9	meq/100 ml
Ce	0.265	mS/cm
MO		%

INTERPRETACION

BAJO MEDIO ALTO

BAJO MEDIO ALTO

BAJO MEDIO ALTO TOXICO

0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0

Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino

BAJO MEDIO ALTO

No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino

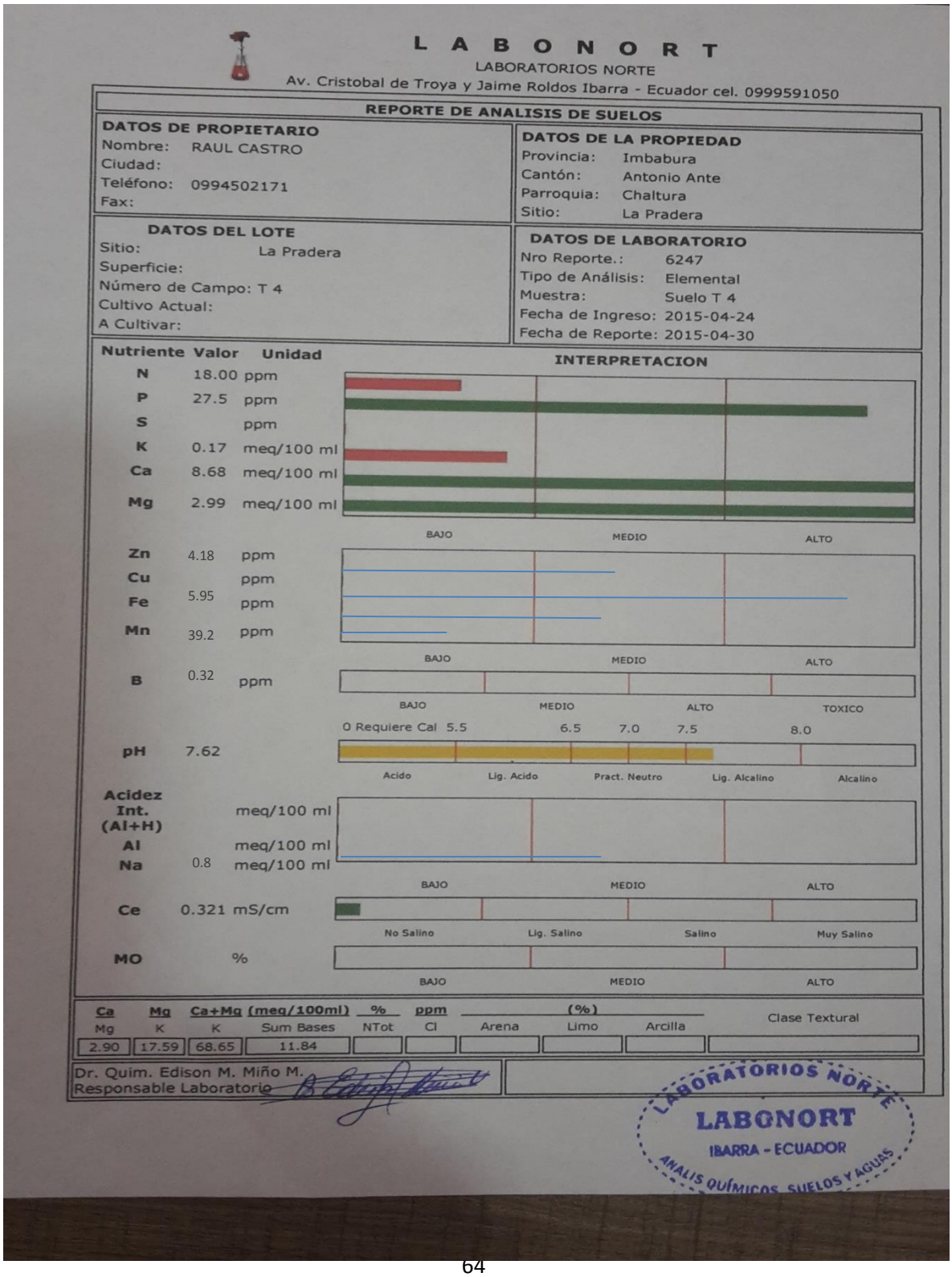
BAJO MEDIO ALTO

Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	(meq/100ml) Sum Bases	% NTot	ppm Cl	(%) Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
2.83	10.61	40.61	11.65						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 18. Resultado del análisis de suelo para el tratamiento número cuatro al final de la investigación.



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO
Nombre: RAUL CASTRO
Ciudad:
Teléfono: 0994502171
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD
Provincia: Imbabura
Cantón: Antonio Ante
Parroquia: Chaltura
Sitio: La Pradera

DATOS DEL LOTE
Sitio: La Pradera
Superficie:
Número de Campo: T 4
Cultivo Actual:
A Cultivar:

DATOS DE LABORATORIO
Nro Reporte.: 6247
Tipo de Análisis: Elemental
Muestra: Suelo T 4
Fecha de Ingreso: 2015-04-24
Fecha de Reporte: 2015-04-30

Nutriente	Valor	Unidad
N	18.00	ppm
P	27.5	ppm
S		ppm
K	0.17	meq/100 ml
Ca	8.68	meq/100 ml
Mg	2.99	meq/100 ml
Zn	4.18	ppm
Cu		ppm
Fe	5.95	ppm
Mn	39.2	ppm
B	0.32	ppm
pH	7.62	
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml
Al		meq/100 ml
Na	0.8	meq/100 ml
Ce	0.321	mS/cm
MO		%

INTERPRETACION

BAJO MEDIO ALTO

BAJO MEDIO ALTO

BAJO MEDIO ALTO

BAJO MEDIO ALTO TOXICO

0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0

Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino

BAJO MEDIO ALTO

No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino

BAJO MEDIO ALTO

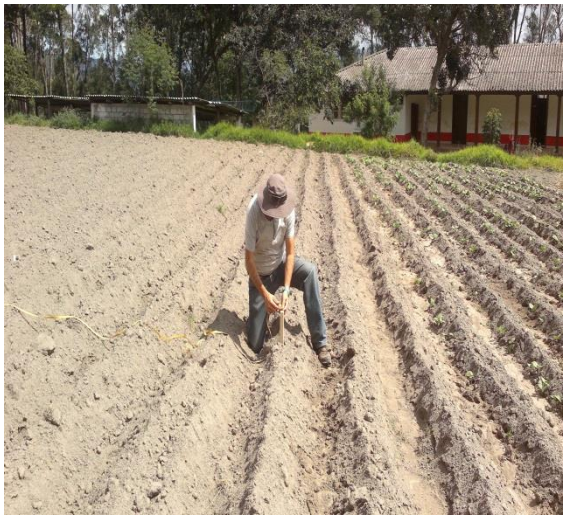
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.90	17.59	68.65	11.84						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

LABORATORIOS NORTE
LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANALIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 19. Galería fotográfica de las principales actividades realizadas en el estudio de tres fuentes de zeolitas en la producción del cultivo de arveja y la salinización del suelo en Chaltura provincia de Imbabura, 2014.

1



2

3

4

Descripción:

1. Selección y preparación del suelo.
2. Surcado para el ensayo de arveja.
3. Asignación de tratamientos y repeticiones al lote experimental
4. Banner de identificación del área experimental

5

6

7

8

Descripción:

5. Fuente de zeolita para el tratamiento uno.
6. Fuente de zeolita para el tratamiento dos.
7. Fuente de zeolita para el tratamiento tres.
8. Tratamiento tres en campo

9

10

11

12

Descripción:

9. Semilla de arveja desinfectada
10. Adición de fertilizante a la zeolita
11. Controles fitosanitarios
12. Identificación de Plantas de la parcela neta

13

14

Descripción:

13. Generación de datos de altura de planta
14. Generación de datos para número de granos por vaina