



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



PROGRAMA SEMIPRESENCIAL DE INGENIERIA AGRONOMICA

SEDE EL ÁNGEL-CARCHI

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Tema:

“Efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura.”

Autor:

Castillo Limaico Ana Guadalupe.

Docente Tutor:

Ing. Agr. Oscar Raúl Arévalo Vallejo

Espejo– El Ángel– Carchi

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
SEDE EL ÁNGEL-CARCHI

TRABAJO DE TITULACIÓN

Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del
título de:

Ingeniero Agrónomo

Tema:

“Efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita (alta, media, baja) en la
producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de
Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura.”

Tribunal de sustentación

Ing.Agr. Oscar Wellington Mora Castro, MBA
Presidente

Ing.For. Lixmania Pitacuar Meneses, MSc

Vocal

Ing.Agr. Guillermo Cevallos Araúz

Vocal

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis la dedico con profundo amor y cariño a quien me dio las fuerzas necesarias para concluir con esta hermosa etapa de mi vida.

A mis padres en especial a mi madre quien con sus sabios consejos permitieron que cumpliera mi objetivo, gracias por darme los recursos necesarios y estar siempre acompañándome en los buenos y malos momentos.

A mis hermanos tíos y demás familiares por el simple hecho de creer en mis capacidades .Por último a mis amigos que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas.

Castillo Limaico Ana Guadalupe.

AGRADECIMIENTO

A mis padres hermanos y toda mi familia por brindarme su apoyo incondicional.

Amíquerida Universidad Técnica de Babahoyo por abrirme las puertas y permitir mi formación académica y humanista para entregar a la sociedad una profesional con características necesarias para su integración.

Amis tutores por colaborar con mi formación académica de una manera ejemplar.

Castillo Limaico Ana Guadalupe.

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD

Yo Castillo Limaico Ana Guadalupe C/C: 1004517486, certifico ante las autoridades de la Universidad Técnica de Babahoyo que el contenido de mi trabajo de titulación cuyo tema es “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE ZEOLITA (ALTA, MEDIA, BAJA) EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), EN EL SECTOR DE SAN JOSÉ DE CHALTURA, CANTÓN ANTONIO ANTE, PROVINCIA DE IMBABURA.”, presentada como requisito de graduación de la carrera Ingeniería Agronómica de la FACIAG, ha sido elaborado en base a la metodología de la investigación vigente, consultas bibliográficas y linografías.

En consecuencia asumo la responsabilidad sobre el cuidado de las fuentes bibliográficas que se incluyen dentro de este documento escrito.

Castillo Limaico Ana Guadalupe.

ÍNDICE

I.		
INTRODUCCIÓN.....		1
1. Objetivos.....		2
1.1. Objetivo general		2
1.2. Objetivos específicos.....		2
II.MARCO TEORICO.....		3
2.1. El cultivo de arveja.....		3
2.1.1. Fundamentación Teórica.....		3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....		4
2.1.3. Características morfológicas y botánicas.....		4
2.1.4. Características edafoclimaticas.....		5
2.1.5. Principales plagas y enfermedades.....		6
2.1.6. Manejo del cultivo.....		7
2.1.7. Fertilización.....		8
2.2 La zeolita.....		8
2.2.1 Usos en la agricultura.....		9
2.2.2 Principales resultados alcanzados.....		10
2.2.3 Economía en la fertilización.....		11
2.2.4 Incrementos de producción.....		11
2.2.5 Impacto ecológico.....		12

2.2.6	Como aplicar la zeolita natural en los cultivos.	12
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1.	Ubicación del Ensayo.	13
3.2.	Material Experimental.	13
3.3.	Materiales de Campo y Equipos.	13
3.3.1.	Materiales de campo.	13
3.3.2.	Equipos	13
3.4.	Factores Estudiados	14
3.3.1.	Variable Independiente	14
3.3.2.	Variable dependiente	14
3.5.	Métodos.	14
3.5.1.	Método inductivo	14
3.3.2.	Método inductivo	14
3.6.	Tratamientos.	15
3.7.	Diseño Experimental.	15
3.8.	Análisis de la Varianza.	15
3.9.	Manejo del Ensayo.	16
3.10.	Características del sitio experimental.	16
3.11.	Manejo del Ensayo.	16
3.11.1.	Análisis de suelo.	16
3.11.2.	Preparación de suelo.	16
3.11.3.	Delimitación de parcelas.	16
3.11.4.	Siembra.	17
3.11.5.	Riego.	17

3.11.6. Aplicación de zeolita.....	17
3.11.7. Fertilización.....	17
La fertilización se hizo mediante los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo.....	17
3.11.8. Labores culturales.....	17
3.11.9. Control de plagas y enfermedades.....	17
3.11.10. Cosecha.....	17
3.12.Datos Evaluados.....	18
3.12.1. Porcentajes de germinación.....	18
3.12.2. Altura de la planta.....	18
3.12.3. Días a la floración.....	18
3.12.4. Número de vainas por plantas.....	18
3.12.5. Número de granos por vaina.....	18
3.12.6. Rendimiento.....	18
3.12.7. Análisis económico.....	18
Se realizó en base al rendimiento obtenido en kg/ha, la venta valorada en el precio actual en USD/kg, los costos fijos y variables.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Porcentajes de germinación.....	19
4.2. Altura de la planta 30 DDS.....	20
4.3. Número de días a la floración.....	22
4.4. Número de vainas por planta.....	23

4.5. Número de granos por vaina.....	24
4.6. Rendimiento (Kg).	25
4.7. Análisis económico.	26
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
VI. RESUMEN.....	29
VII. SUMMARY.....	30
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	31
APENDICE.....	33

I. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), sus orígenes se enmarcan en los registros históricos como uno de los cultivos más antiguos de la humanidad, encontrándose referencias escritas que se remontan a más de 7000 años AC. La producción mundial es oscilante, según las condiciones climáticas puede ubicarse en torno a las 10 u 11 millones de toneladas. De ese total se destina a exportación 4 millones de toneladas, liderado por Canadá con un volumen de ventas que va de los 2 a 2,5 millones de toneladas.¹

“En el Ecuador tiene un espacio productivo muy acogedor pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, cultivándose en especial en la Sierra en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua, tanto para cosecharlo en grano tierno así como en seco”.²

La arveja es fuente de carbohidratos, fibra, calcio, hierro, vitaminas, calorías, etc. que son elementos importantes para mejorar la alimentación de la población rural y urbana. La proporción más indicada de consumo es de dos terceras partes de cereales y una tercera parte de arveja. La demanda es mayormente en estado tierno y es significativamente rentable al comercializarla como verdura, la misma que aporta con el 8.2% 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.³

Este cultivo es poco conocido en la zona, por lo cual los agricultores tienen muy poco conocimiento del cultivo. Para mejorar la productividad y calidad del cultivo de arveja en la actualidad se busca nuevas alternativas de producción, la utilización de la fertilización química que son sustancias, son generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas, para hacerlo más fértil

¹(Luis De Bernardi, 2016), Las arvejas. Recuperado el 03 de 01 de 2018, de https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf.

²(INAMHI, 2013), EL CULTIVO DE LA ARVEJA Y EL CLIMA EN EL ECUADOR. Quito : INAMHI

³(INIAP, 2004). El cultivo de arveja en la Sierra Sur. Azogues : PROMSA- BIRF- MAG- BID.

y contribuye en el aporte de nutrientes, aplicando las carencias del suelo junto con el aporte de zeolita como potenciador de fertilizantes y regenerador de los suelos.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en los cultivos, nos lleva a considerar el uso de minerales, ya que estos permiten el aprovechamiento sostenible de los sistemas agropecuarios, mejorando las condiciones físicas, químicas del suelo y favoreciendo la fertilidad y productividad del suelo y estimulación y crecimiento de las plantas.

La presente investigación pretendió evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita (alta, media, baja) en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita (alta, media, baja) en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la dosis correcta de zeolita para alcanzar el óptimo desarrollo del cultivo de arveja.
- Comparar cuál tratamiento tiene mejor, rendimiento agronómico.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. MARCO TEORICO

2.1. El cultivo de arveja.

2.1.1. Fundamentación Teórica.

“Casseres, (1980), menciona que el centro de origen de la arveja (*Pisum sativum* L.) es en Asia Occidental. Es una leguminosa muy antigua conocida desde el tiempo anterior a Cristo. Según Davies (1976), la arveja constituye una de las cuatro leguminosas de semillas más importantes del mundo, siendo producida, en gran escala, en especial, en las zonas templada”.

El Chícharo Arveja Guisante es rico en proteínas, tiene un interesante contenido de vitaminas A y C, minerales, potasio, hierro, zinc, luteína y ácido fólico. La comida es más rica en vitamina b y contiene suficiente fibra. Nutrientes de la Arveja son buenas para el corazón, reducen el colesterol en la sangre, controlan el nivel de azúcar y son ricos en antioxidantes. (Doyle, s.f).

El cultivo de la arveja (*Pisum sativum* L.) en el Ecuador, tiene un espacio productivo muy acogedor, pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, sembrándose especialmente en la Sierra, en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua; cultivándose tanto para cosecharlo en grano tierno así como en seco, El Agro, (2012).

El mismo autor menciona que en el país tiene un ciclo vegetativo corto entre la siembra y la cosecha de alrededor de 4 meses para tierno y de 5 meses para seco. Por su utilidad, no sólo es usada en la alimentación humana y animal, sino también en la agroindustria, además que puede ser incluida en la rotación de cultivos pues es una gran fijadora del nitrógeno atmosférico incorporándolo al suelo y sirviendo de sustento nutricional para otras plantas.

2.1.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica de la arveja según Taxonomía, (2012) presenta la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Especie: *P. Sativum*

2.1.3. Características morfológicas y botánicas.

Jennifer, (2008), menciona que la arveja es planta anual herbácea que presenta las siguientes características:

Los tallos: son trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame.

Las hojas: tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento.

Las vainas: tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades; a excepción del “tirabeque”, las “valvas” de la vaina tienen un pergamino que las hace incomedibles.

Las semillas: tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor.

Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las

temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según variedades.

2.1.4. **Características edafoclimáticas.**

El Agro, (2012) argumenta que los requerimientos climáticos edáficos de este cultivo son detallados a continuación:

Temperatura: la arveja es un cultivo de clima templado algo húmedo, que se adapta al frío y períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta lo que favorece su enraizamiento y macollaje, posteriormente en las sucesivas etapas vegetativas requiere una mayor temperatura en especial en la floración y llenado de vainas (donde la afectación por las heladas es mayor), estando la temperatura óptima entre 15 °C a 18 °C y la mínima en 10 °C.

Precipitación: requiere de una precipitación media de 500 a 1.000 mm durante todo el periodo vegetativo.

Luminosidad: la presencia de una buena luminosidad favorece los procesos de la fotosíntesis y de la transpiración de la planta, requiriéndose de 5-9 horas/sol/día.

Altitud: en el país se cultiva dentro de un amplio rango altitudinal comprendido entre los 2.000 a 3.000 msnm.

Suelos: es una planta que se adapta a una variedad de suelos que van desde los franco-arenosos a los franco -arcillosos con buen drenaje, que tengan buena estructura, profundos, fértiles, con una reacción levemente ácida a neutro y con un pH óptimo entre los 5,5 a 6,5. Suelos que tengan la adecuada capacidad de captación y almacenaje del agua que permita la normal provisión de ella en especial en la fase de la floración y llenado de las vainas.

Los riegos deben ser moderados y los suelos de siembra deben tener una pendiente apropiada que le permita drenar el exceso de agua, evitando los peligrosos encharcamientos.

2.1.5. Principales plagas y enfermedades.

Prieto, (2010) argumenta que los problemas sanitarios del cultivo de arveja son descritos por INTA San Pedro (1987), pudiéndose clasificar en enfermedades de cuello y raíz, entre las que se mencionan:

El marchitamiento: producido por *Fusarium oxysporum f pisi*, que produce clorosis en hojas inferiores y desarrolla a las superiores. En el cuello y raíz produce decoloración, pudiendo llevar incluso a la muerte de las plantas en casos severos.

La podredumbre de cuello y raíz: producida por diversos agentes como *Fusarium solani f pisi*, y el complejo de hongos causante del Damping off (*Pythium sp*, y *Rhizoctonia sp*).

Las afecciones foliares, una de las más importantes por el daño que causa el Tizón bacteriano (*Pseudomonas pisi*) que se manifiesta en manchas irregulares que de generalizarse dan un aspecto de hoja seca color pardo claro. En tallos forma estrías que pueden afectarlo totalmente y en vainas y semillas produce lesiones de aspecto graso.

Las enfermedades foliares causadas por hongos, el Oidio (*Erysiphe sp*), con sus típicas manchas pulverulentas en hojas y decoloración en vainas, favorecida por condiciones de alta humedad.

El Tizón: causado por *Mycosphaerella pinoides*, produciendo manchas pardo rojizas y también afecta cuello y raíz. Es una de las enfermedades de mayores pérdidas en cuanto a la productividad del cultivo, especialmente en años lluviosos.

Una de las enfermedades de mayor difusión, la Antracnosis (*Ascochyta pisi*), promovida por intensas lluvias de primavera, afectando principalmente a las vainas y semillas, y en menor medida al follaje.

El Mildiu (*Peronospora pisi*), en ambientes húmedos y frescos se presenta muchas veces en mayor medida en variedades de porte más bajo y de carácter folioso.

2.1.6. Manejo del cultivo.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2011) describe que el cultivo de arveja presenta el siguiente manejo:

Preparación de suelo: se debe arar a la máxima profundidad posible, con suficiente anticipación para que los rastrojos se descompongan y se conviertan en abono. Debido a su ciclo corto y al desarrollo superficial de sus raíces, necesita encontrar un alto nivel de fertilidad en el suelo.

Luego de la arada es necesaria una pasada de rastra para dejar la superficie del suelo, nivelada bien mullida y sin terrones. Así hay mejores condiciones para la germinación de la semilla y el desarrollo inicial de la planta.

Siembra y cantidad de semilla: la arveja se siembra directamente en surcos, depositándose la semilla a 5 cm de profundidad. En las pequeñas fincas, generalmente se siembra a golpe con matraca, utilizándose 20 kg de semilla por hectárea.

Densidad de siembra: hileras simples: 40 a 50 cm entre hileras por 20 a 30 cm entre plantas. Hileras dobles: 15 a 20 cm entre hileras mellizas, 60 cm entre hileras dobles y 20 a 32 cm entre plantas. En cultivos extensivos, sembrados mecánicamente, se utilizan espaciamientos más estrechos siendo apenas 20 cm x 5 cm. En este caso se emplea unos 40 kg de semilla para sembrar 1 hectárea.

Cuidados culturales: la arveja no es muy exigente en cuanto a cuidados culturales por que se desarrolla en una época fría (otoño – invierno); no obstante, requiere 2 a 3 carpidas y un buen aporque. Tampoco exige mucha agua; pero no le debe faltar al inicio de la floración y durante el cargado de los granos.

Cosecha: la parte comestible y comercializable es la vaina verde, inmadura, con granos tiernos.

2.1.7. Fertilización.

El Nitrógeno es un elemento de gran importancia para el cultivo, tan pronto como se realiza la siembra de los granos, pues la acción de las bacterias nitrificantes se reduce a un parasitismo en la primera etapa del crecimiento de la plántula, las necesidades de nitrógeno son mínimas y por ello no es aconsejable la aplicación de fertilizantes con dicho elemento. Un exceso de abonos nitrogenados puede ocasionar un crecimiento exagerado de la planta, con aborto de flores, retardo en la maduración de los frutos y baja calidad de los granos.

Fósforo: este elemento influye ampliamente en la formación y calidad de los frutos, es bueno fertilizar con abonos fosfatados cuando el análisis del suelo informe que las existencias de fósforo son inferiores a 5 ppm.

Potasio: este elemento mejora la resistencia a las heladas, a las enfermedades y favorece la floración. Es una buena práctica cultural abonar con potasa, teniendo en cuenta que la dosis debe ser mayor en suelos arenosos.

2.2 La zeolita.

La zeolita es un mineral natural de origen volcánico con composición química semejante a la arena, pero con diferente estructura cristalina. Está formada por silicio en forma de silicato combinado con átomos de oxígeno y aluminio en una estructura cristalina tridimensional rígida, que deja pequeñas cavidades interconectadas llamadas microporos, por lo que se comporta como una esponja, capaz de retener agua y nutrientes con carga positiva (cationes), como el nitrógeno amoniacal, potasio, calcio y magnesio que puede ir liberando a las plantas de manera lenta y gradual. Esta capacidad de retención de nutrientes y agua se debe a que el material tiene abundantes cargas negativas en la superficie y en los microtuneles internos y recibe el nombre de Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), INIFAP, (2014).

La zeolita es un mineral de origen nacional que no tiene restricciones de uso

como mejorador de suelos, aditivo de fertilizantes químicos y mejorador de la nutrición animal, ya que es un producto natural, barato y al alcance de los productores. Por tratarse de un producto natural, el uso de la zeolita no representa peligro para la salud de los seres humanos, ni para el medio ambiente, por lo que puede manejarse sin restricciones; incluso se utiliza en el tratamiento de aguas y suelos altamente contaminados con metales pesados y algunos otros componentes tóxicos, INIFAP, (2014).

Las Zeolitas son silico-aluminatos de origen sedimentario volcánico, por tanto 100% natural. Su interior está formado por cavernas y canales que lo convierten en un cristal hueco con un gran porcentaje de su capacidad volumétrica para almacenar agua, la cual por procesos de intercambio catiónico, cederá racionadamente a las plantas; posee además, polaridad negativa que le permite atraer todo tipo de cationes, existiendo especial selectividad por K_2O , NH_4 , P_2O_5 , Ca, Mg, y otros esenciales en la nutrición de los cultivos, Milton Freddy Armando Haro Alvarez, (2011).

La Zeolita actúa simplemente como una esponja que recubre y protege a los fertilizantes solubles de síntesis y absorbe todos los nutrientes que están expuestos a pérdidas por los factores anotados. Introducirá en su sistema de canales y cavernas, los productos de la volatilización y lixiviación y proporcionará al coloide del suelo bases intercambiables para desbloquear el potasio y fósforo que habitualmente están inmovilizados; luego los cederá a las plantas, razón por la que fue calificada por científicos japoneses como el "mineral inteligente", Milton Freddy Armando Haro Alvarez, (2011).

2.2.1 Usos en la agricultura.

CRILARSA, (2014), menciona que debido a la alta capacidad de intercambio iónico de la zeolita y su capacidad para absorber humedad, es perfecta para incrementar la eficiencia de los fertilizantes y reducir la lixiviación y volatilización de los nutrientes.

Así mismo argumenta que en la agricultura se le conoce como el "Fertilizante

Inteligente”, ya que libera lentamente los nutrientes y cuando las plantas lo requieren. Esto es porque las plantas se alimentan por medio del intercambio catiónico y la zeolita no suelta los nutrientes a menos que haya un intercambio iónico.

Y expone los beneficios que se ven al usar zeolita en la agricultura tales como:

- Retiene los fertilizantes en la zona de enraizamiento.
- Previene la lixiviación y volatilización de los fertilizantes.
- Mejora la capacidad del suelo para retener nutrientes.
- Reduce costos de irrigación al retener humedad.
- Menos problemas de acidez, al nivelar el pH del suelo.
- Ahorros económicos de fertilizantes, pesticidas, plaguicidas y riego.
- Aumento en los rendimientos de los cultivos.
- Sustrato

2.2.2 Principales resultados alcanzados.

Según HIDROGEL.COLOMBIA, (s.f) presenta los beneficios obtenidos en varios cultivos con la utilización de las zeolitas naturales en la nutrición vegetal tales como:

1. La aplicación de 3 tm/ha de zeolita en un suelo Oxisol, sembrado con Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) permitió incrementar el rendimiento hasta 75 tm/ha, comparado con el mismo suelo sin zeolita que fue de 38 tm/ha.
2. En el mismo suelo antes mencionado, el rendimiento se incrementó hasta 111 tm/ha, cuando la dosis se incrementó a 6 tm/ha.
3. La aplicación de 300-500 kg/ha de zeolita natural en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*, L) permitió reducir la dosis de fertilizantes minerales en un 20 %, incrementándose los rendimientos agrícolas en un 15 %.
4. La aplicación de 400 - 600 kg /ha de zeolita mejoró en un 15 – 25 % el rendimiento agronómico del cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculetus*, Mill).
5. Las semillas sembradas en sustrato de (turba + zeolita + micorrizas)

adelantaron el crecimiento y desarrollo antes de la plantación, 8 días respecto al sustrato de control formado por (tierra + abono orgánico + cáscara de arroz).

6. La sustitución por zeolita de un 25 % del fertilizante NPK aplicado en el cultivo del Plátano (*Musa paradisiaca*, Lin) permitió incrementar en un 20 % el rendimiento agronómico. Con lo anterior se logró también reducir la población de nematodos hasta los niveles más bajos en el suelo, debido al efecto anti – nematicida que ejerce la zeolita, al impedir el nacimiento de nuevos nematodos y estimular la reproducción de microorganismos antagonistas con los mismos.
7. La sustitución de un 15 - 20 % de la Urea en los cultivos de arroz, papa, tomate y maíz por zeolita natural, mejoró en un 20 % la relación beneficio-costo en estos cultivos como promedio.
8. El uso de la zeolita natural en la etapa de semillero, garantizó más de un 95% de germinación y supervivencia, así como la reducción de 3 – 5 días en esta etapa de crecimiento de la planta y la reducción del costo del sustrato.

2.2.3 Economía en la fertilización.

Al sustituir hasta un 20 - 25% de fertilizante soluble de síntesis por un producto más económico como es la Zeolita. A precios actuales, productos de amplia utilización como la urea y el D.A.P 18-46-0, cuestan 0.44 y 0.64 centavos de dólar el kilogramo, respectivamente, mientras la zeolita tiene un valor comercial de 0.18 centavos de dólar el kilogramo, Milton Freddy Armando Haro Alvarez, (2011).

2.2.4 Incrementos de producción.

Al potencializar la zeolita la acción de los fertilizantes solubles de síntesis se obtendrá un incremento sustancial de la masa radicular y vitalidad de los cultivos, se eliminará el ataque de plagas pestíferas al eliminarse los malos olores provocados por las emanaciones de nitrógeno amoniacal al ambiente, los índices de asimilación se incrementarán y por tanto, los rendimientos de los cultivos serán superiores, Milton Freddy Armando Haro Alvarez, (2011).

2.2.5 Impacto ecológico.

En pocas palabras se puede decir que dejar de utilizar un 20 - 25% de fertilizantes sintetizados químicamente en nuestros suelos no tiene precio y solo entonces el legado para las futuras generaciones empezará a ser importante, Milton Freddy Armando Haro Alvarez, (2011).

2.2.6 Como aplicar la zeolita natural en los cultivos.

La aplicación de zeolita natural debe realizarse preferentemente en el momento de la siembra, junto con la materia orgánica o con la fertilización de base del cultivo. También en el caso de cultivos perennes o de ciclo largo, se puede fraccionar la aplicación, aunque una aplicación anual para estos cultivos es adecuada, para alcanzar los resultados esperados, HIDROGEL.COLOMBIA, (s.f).

Cultivo	Dosis (UM)
Papa	40 - 60 (gr/m ²)
Café (Almacigo)	40 - 60 (gr / planta)
Café (0 – 3 años)	20 - 30 (gr/planta)
Café (> 3 años)	30 - 40 (gr/planta)
Tomate	20 - 40 (gr/planta)
Banano	50 - 100 (gr/planta)
Flores (enraizamiento)	15 - 20 % sustrato
Flores (producción)	50 - 100 (g/m ²)
Hortalizas	50 - 80 (gr/m ²)
Frutales y Árboles	500 - 1000 (gr /planta)
Pasto ó Césped	50 - 100 (gr/m ²)
Caña de Azúcar	10 - 30 (gr/m ²)
Palma de Aceite	500 - 1000 (gr/planta)
Arroz	20 - 40 (gr/m ²)
Leguminosa	20-40(gr/m ²)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Ensayo.

La investigación se realizó en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, se encuentra en las siguientes coordenadas 0°25'58" de latitud norte y 78°13'34" de longitud oeste y a una altitud 2.340 msnm.

El cantón Antonio Ante, posee una temperatura promedio de 16 °C que favorece a la producción agrícola. Fuente: (GAD Municipal de Antonio Ante, 2018)

3.2. Material Experimental.

Se utilizó la variedad Quantum, procedente de la misma zona de evaluación, produce 4-5 vainas por racimo, de 7 a 8 granos de excelente color de vaina (verde oscuro) y de buen rendimiento cáscara/grano, buen llenado que lo hace muy apetecida en el mercado.

Vigorosa, de porte medio; crecimiento semi-indeterminado con floración concentrada.

Período crítico de agua en comienzo de floración y durante hinchamiento del capi.

Temperatura de germinación: 20°C, T° óptima de 16-18°C, dañado por heladas (más fácilmente cerca de la madurez. Fuente: (TQC, 2015)

3.3. Materiales de Campo y Equipos.

3.3.1. Materiales de campo.

Pala, Azadón, piola, libreta de campo, estacas rastrillo, flexómetro, rótulos de identificación, balanza.

3.3.2. Equipos

Cámara fotográfica, computadora, bomba de mochila accesorios de oficina.

3.4. Factores Estudiados

3.3.1. Variable independiente

Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), variedad Quantum.

3.3.2. Variable dependiente

- Factor A: zeolita
 - A1: zeolita dosis Alta 5000 kg/has.
 - A2: zeolita dosis Media 3333 kg/has.
 - A1: zeolita dosis Baja 1666 kg/has.
 - A1: testigo.

3.5. Métodos.

Se emplearon los métodos teóricos: inductivo-deductivo, análisis Síntesis y el empírico llamado experimental.

3.5.1. Método inductivo

El método inductivo o inductivismo es un método que se obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Este se trata del método científico más usual, que se caracteriza que se caracteriza por cuatro etapas básicas: la observación y registro de todos los hechos: el análisis el análisis y la clasificación de los hechos y derivación inductiva en una generalización a partir de los hechos y la contratación(E., 19/08/2013; ELENA, 2013)

3.3.2. Método inductivo.

El método deductivo es un método científico que se considera que la construcción esta implícita en las premisas. Por lo tanto, supone que las conclusiones siguen necesariamente a las premisas; si el razonamiento deductivo es válido y las premisas son verdaderas, la conclusión solo puede ser verdadera(Fernandez, 2013)

3.6. Tratamientos.

Los tratamientos a efectuados en el proyecto de investigación fueron n tres más un testigo absoluto total cuatro tratamientos, se presenta en el (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tratamientos efectuados, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos	Variedad	Dosis (Kg/has) de zeolita
T1	Quantum	5000 kg/has dosis Alta
T 2	Quantum	3333 kg/has dosis Media.
T3	Quantum	1666 kg/has dosis Baja
T4	testigo	testigo

3.7. Diseño Experimental.

El diseño aplicado fue de bloques Completamente al Azar (DBCA), se incluyeron los tratamientos específicos más un testigo, dando un total de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total 16 unidades experimentales.

3.8. Análisis de la Varianza.

Cuadro 2. ADEVAUTB. FACIAG 2017.

F de V.	Gl.
Total	15
Bloques	3
Tratamientos	3
Sistemas de siembra	1
Tipos de dosis	3
Error:	9

3.9. Manejo del Ensayo.

Para diferencias estadísticas de los resultados obtenidos en las variables se sometieron a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.10. Características del sitio experimental.

Área total:	147 m ²
Área unidad experimental:	6 m ²
Área neta:	4,59 m ²
Distancia entre tratamientos:	1 m
Distancia entre caminos:	1 m
Número de plantas unidad experimental:	60
Distancia entre plantas y líneas de siembra:	0,30 x 0,30 m

3.11. Manejo del Ensayo.

3.11.1. Análisis de suelo.

Se realizó la toma de 10 sub muestras del suelo en sig zag de lote destinado utilizando barreno, se mesclo y solo se utilizó 1kg de estas para la muestra y se envió al laboratorio para tener las características físicas y químicas del suelo y su previa recomendación.

3.11.2. Preparación de suelo.

Una mano de arado a profundidad de 0,45 m y dos de rastra superficial, para dejar el suelo bien desmenuzado sin terrones ya que se va sembrar semilla bien pequeña.

3.11.3. Delimitación de parcelas.

Se estableció de acuerdo al diseño experimental cada uno de las unidades con sus respectivas medidas indicadas en el diseño.

3.11.4. Siembra.

Se colocó tres semillas por golpe en el suelo en forma manual con ayuda de una pala.

3.11.5. Riego.

Se realizó un riego a la semana por surcos a capacidad de campo.

3.11.6. Aplicación de zeolita.

Se aplicó de acuerdo a los tratamientos planteados incorporando zeolita (morenita) aplicando mediante boleado con las dosis propuestas.

3.11.7. Fertilización.

La fertilización se hizo mediante los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo.

3.11.8. Labores culturales.

Se realizó deshierbar en dos ocasiones utilizando herramienta manual con el fin de controlar malezas y evitar competencias para su desarrollo normal de del cultivo, al mismo tiempo se aflojará la tierra.

3.11.9. Control de plagas y enfermedades.

Se tomó medidas de control de acuerdo a monitoreos en el cultivo para determinar el ataque de plagas.

3.11.10. Cosecha.

Se realizó cuando la planta alcanzó la madurez comercial en vaina verde, colocando la producción de cada unidad experimental en diferentes sacos debidamente identificados.

3.12. Datos Evaluados.

3.12.1. Porcentajes de germinación.

Se contó el número de plantas germinadas de cada unidad experimental a los 15 días después de la siembra. (DDS).

3.12.2. Altura de la planta.

Se valoró esta medida a los 30; 60 y 90 días después de la siembra en 10 plantas tomadas al azar dentro del área útil de cada unidad experimental, la unidad de medida que se utilizó fue en centímetros (cm).

3.12.3. Días a la floración.

Se reconoció el número de días que transcurrirá desde el momento de la siembra hasta la formación de flores, cuando cada unidad experimental presente el 50 % de floración.

3.12.4. Número de vainas por plantas.

Se registró el número de vainas de cada tallo identificado de las diferentes unidades experimentales, al momento de la cosecha.

3.12.5. Número de granos por vaina.

Al momento de la cosecha se realizó el conteo de los granos de una vaina tomada al azar y registrar sus datos.

3.12.6. Rendimiento.

Se calculó el rendimiento por unidad experimental, para luego realizar el cálculo por hectárea.

3.12.7. Análisis económico.

Se realizó en base al rendimiento obtenido en kg/ha, la venta valorada en el precio actual en USD/kg, los costos fijos y variables.

IV. RESULTADOS

4.1. Porcentajes de germinación.

Los valores de porcentaje de germinación evaluados a los 15 días después de la siembra (DDS) Cuadro 4, una vez efectuado el análisis estadístico de varianza se determinó diferencias significativas del 1 %, el promedio general fue de 81,61 % de germinación y el coeficiente de variación de 12,41 %.

La prueba de Tukey determina la presencia de cuatro rangos en donde el tratamiento 1 (zeolita dosis alta) presentó el promedio más alto de 92,82 % de plantas germinadas y el tratamiento 4 (sin aplicación) obtuvo el menor promedio de 68,55 %.

Cuadro 3. Valores promedios del porcentaje de germinación en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos			Porcentaje de germinación	
Nº	Fuente	Dosis kg/has	15 DDS	
T1	Zeolita	Alta (5000)	92,82	a
T 2	Zeolita	Media (3333)	85,03	b
T3	Zeolita	Baja (1666)	80,05	c
T4	Testigo	0	68,55	d
F.C			*	
Promedios			81,61 %	
Coeficiente de variación			12,41 %	

Promedios con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

DDS: Días después de la siembra.

*: Significativo al 1%.

4.2. Altura de la planta 30 DDS.

El Cuadro 4, presenta los valores de altura de planta a los 30 (DDS), efectuado el análisis de varianza no se determinó diferencias significativas, el promedio general fue de 20,97 cm y el coeficiente de variación de 10,39 %.

Los promedios registrados en los tratamientos en la variable altura de planta a los 30 DDS oscilaron entre 18,56 a 23,40 cm.

En el mismo cuadro se presenta los valores de altura de planta a los 60 (DDS), efectuado el análisis de varianza determinó diferencias significativas del 1 %, el promedio general fue de 30,96 cm y el coeficiente de variación de 11,58 %.

La prueba de Tukey determinó la presencia de dos rangos en donde el tratamiento 1 (Quantum dosis alta) presentó el mayor promedio con 34,95 cm, igual estadísticamente a el tratamiento 2 (zeolita dosis media), y diferente al resto, el tratamiento 4 (sin aplicación) obtuvo el menor promedio altura de planta 27,32 cm.

Los valores de altura de planta a los 90 (DDS) se muestran en el Cuadro 5, efectuado el análisis de varianza determinó diferencias significativas del 1 %, el promedio general fue de 40,10 cm y el coeficiente de variación de 8,12 %.

Realizada la prueba de Tukey determinó que el tratamiento 1 (zeolita dosis alta) obtuvo el mayor promedio de 44,44 cm, estadísticamente diferente al resto de tratamientos, registrando el menor promedio el tratamiento 4 (sin aplicación) de 36,88 cm.

Corroborando así la eficiencia de y el propósito de aplicarlos en combinación con la zeolita y los fertilizantes para mejorar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas, como mejoradores de suelo, aditivos de fertilizantes y como fertilizantes de liberación lenta, debido a la eficacia de estos sólidos cristalinos micro-porosos como intercambiadores de cationes y la capacidad de retención de agua. Incrementa la capacidad de intercambio de cationes del suelo, lo que favorece la retención de los fertilizantes nitrogenados, ello hace que se reduzca la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Cuadro 4. Valores promedios de la altura de la planta (30, 60 y 90 DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos			Altura de la planta. DDS			
Nº	Fuente	Dosis /has	30	60	90	
T1	Zeolita	Alta (5000)	23,40	34,95 a	44,44 a	
T 2	Zeolita	Media (3333)	21,48	32,69 a	39,68 b	
T3	Zeolita	Baja (1666)	20,44	28,87 b	39,41 bc	
T4	testigo	0	18,56	27,32 b	36,88 c	
F.C			ns	*	*	
Promedios cm			20,97	30,96	40,10	
Coeficiente de variación			10,39 %	11,58 %	8,12 %	

Promedios con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

DDS: Días después de la siembra.

ns: No significativo.

*: Significativo al 1%.

4.3. Número de días a la floración.

El Cuadro 5, presenta los valores de número de días a la floración, en donde efectuado el análisis de varianza no determinó diferencias significativas, el promedio general fue de 64,25 días y el coeficiente de variación de 3,33 %.

Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí, registrando valores promedios que oscilaron entre 62,25 a 65,50 días.

Cuadro 5. Valores promedios de número de días a la floración en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos			Días a la floración
Nº	Fuente	Dosis /has	
T1	Zeolita	Alta (5000)	62,25
T 2	Zeolita	Media (3333)	63,75
T3	Zeolita	Baja (1666)	65,50
T4	Testigo	0	65,50
F.C			ns
Promedios			64,25 días
Coeficiente de variación			3,33 %

Promedios con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

ns: No significativo.

4.4. Número de vainas por planta.

El Cuadro 6, presenta los valores de número de vainas por planta, realizado el análisis de varianza determinó diferencias significativas del 1 %, el promedio general fue de 19,78 vainas y el coeficiente de variación de 4,48 %.

Tukey al 5% de probabilidad, determinó que el tratamiento 1 (zeolita dosis alta) presento mayor número de vainas por planta con promedio de 20,97, estadísticamente diferente al resto de tratamientos, registrando el menor promedio el tratamiento 4 (sin aplicación) con 18,68 vainas por planta.

Cuadro 6. Valores promedios del número de vainas por planta, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos			Número de vainas por planta	
Nº	Fuente	Dosis /has		
T1	Zeolita	Alta (5000)	20,97	a
T 2	Zeolita	Media (3333)	19,95	b
T3	Zeolita	Baja (1666)	19,51	b
T4	Testigo	0	18,68	c
F.C			*	
Promedios			19,78 Unid	
Coeficiente de variación			4,48 %	

Promedios con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

*: Significativo al 1%.

4.5. Número de granos por vaina

El Cuadro 7, presenta los valores de número de granos por vaina, en donde efectuado el análisis de varianza no determinó diferencias significativas entre los tratamientos, el promedio general fue de 6,33 granos por vaina y el coeficiente de variación de 7,71 %.

Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí, registrando valores promedios que oscilaron entre 5,85 a 6,67 granos por vaina

Cuadro 7. Valores promedios del número de granos por vaina en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos			Número de granos por vaina
Nº	Fuente	Dosis /has	
T1	Zeolita	Alta (5000)	6,67
T 2	Zeolita	Media (3333)	6,33
T3	Zeolita	Baja (1666)	6,48
T4	Testigo	0	5,85
F.C			ns
Promedios			6,33 Unid
Coeficiente de variación			7,71 %

Promedios con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

ns: No significativo.

4.6. Rendimiento (Kg).

El Cuadro 8, presenta los valores del rendimiento del cultivo de arveja en kg por unidad experimental, realizado el análisis de varianza determinó diferencias significativas del 1 %, el promedio general fue de 8,74 kg y el coeficiente de variación de 12,96 %.

Tukey al 5% de probabilidad, determinó que el tratamiento 1 (zeolita dosis alta) presentó mayor rendimiento por unidad experimental con promedio de 10,29 kg, estadísticamente diferente al resto de tratamientos, registrando el menor rendimiento el tratamiento 4 (sin aplicación) con promedio de 7,68 kg.

Por la cantidad de agua que retiene en su estructura porosa, la zeolita se convierte en un depósito que asegura una mejor condición de humedad en el suelo, lo que favorece al cultivo aún en época de sequía. A diferencia de otros mejoradores de suelo, la zeolita tiene una estructura resistente y estable que se mantiene activa en el suelo, permitiendo retener el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes en la rizósfera para ser absorbidos por las plantas cuando estas los requieran. Mejora la eficiencia de aprovechamiento de los fertilizantes. (Inifap, 2013).

Cuadro 8. Valores promedios del rendimiento del cultivo de arveja, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos			Rendimiento (Kg)	
Nº	Fuente	Dosis /has		
T1	Zeolita	Alta (5000)	10,29	a
T 2	Zeolita	Media (3333)	8,91	b
T3	Zeolita	Baja (1666)	8,07	c
T4	Testigo	0	7,68	c
F.C			*	
Promedios			8,74 kg	
Coeficiente de variación			12,96 %	

Promedios con letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

*: Significativo al 5%.

4.7. Análisis económico.

En el Cuadro 9, se presenta el análisis económico del rendimiento en kg del cultivo de arveja en grano tierno, en función a los costos fijos y variables. Se obtuvo al tratamiento 1 (zeolita dosis alta) obtuvo la mayor rentabilidad económica con 7.363,89 USD/ha, mientras que el testigo (sin aplicación) presentó la menor utilidad económica de 5.177,16 USD/ha.

Cuadro 9. Análisis económico del rendimiento del cultivo de arveja, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. UTB. FACIAG. 2017.

Nº	Fuente	Dosis de zeolita	Rendimiento (Kg/ha)	*Valor de la producción	Costos fijos	*Costos variables	Utilidad
T 1	Zeolita	Alta (5000)	17.152,78	10.291,67	2500	427,77	7.363,89
T 2	Zeolita	Media (3333)	14.854,73	8.912,84	2500	285,17	6.127,67
T 3	Zeolita	Baja (1666)	13.451,95	8.071,17	2500	142,57	5.428,60
T4	Testigo	0	12.795,26	7.677,16	2500	-	5.177,16

*Precio kg de arveja en grano tierno = \$ 0,60 USD a intermediarios.

Cuadro 1. Precio de las aplicaciones de zeolita. UTB. FACIAG. 2017.

Zeolita	USD 1/kg	Dosis kg/has	Total
Monolita	0,085	5000	427,77
		3333	285,17
		1666	142,57

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados registrados en esta investigación se presenta las siguientes conclusiones:

- Se observó la eficiencia de la aplicación de la dosis alta (5000 kg/has) de zeolita, mostrando mayor promedio en la evaluación de: porcentaje de germinación, altura de planta, número de vainas por planta, rendimiento del cultivo.
- El análisis económico del rendimiento en kg del cultivo de arveja en grano tierno, en función a los costos fijos y variables. Se obtuvo al tratamiento 1 (zeolita dosis alta) obtuvo la mayor rentabilidad con 7.363,89 USD/ha.

Analizadas las conclusiones se expone las siguientes recomendaciones:

- Utilizar aplicaciones de zeolita para lograr una producción óptima de los cultivos.
- Realizar investigaciones con otro tipo de cultivos a la aplicación de zeolita.
- Investigar la eficiencia de la zeolita con otro tipo de sustratos.

VI. RESUMEN

La investigación se realizó en el sector de San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, se encuentra en las siguiente coordenadas 0°25'58" de latitud norte y 78°13'34" de longitud oeste y a una altitud 2.340 msnm. Los factores de estudios fueron variedad de arveja Quantum sometida a la aplicación alta, media y baja se zeolita y un testigo absoluto (sin aplicación), se implicados fueron los métodos teóricos: inductivo-deductivo, análisis síntesis y el empírico llamado experimental. El diseño aplicado fue de bloques Completamente al Azar (DBCA), se incluirán los tratamientos específicos más un testigo, dando un total de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total 16 unidades experimentales. El manejo del ensayo consistió en: análisis de suelo, aplicación de zeolita preparación de suelo, delimitación de parcelas, siembra, riego, fertilización, labores culturales, control de plagas y enfermedades y cosecha, se evaluó; porcentajes de germinación, altura de la planta, días a la floración, número de vainas por plantas, número de granos por vaina, rendimiento y se analizó económicamente los tratamientos.

Obtenido como resultados; la eficiencia de la aplicación alta de zeolita, mostrando mayor promedio en la evaluación de: porcentaje de germinación, altura de planta, número de vainas por planta, rendimiento del cultivo. El análisis económico del rendimiento en kg del cultivo de arveja en grano tierno, en función a los costos fijos y variables. Se obtuvo al tratamiento 1 (Quantum dosis alta) obtuvo la mayor rentabilidad económica con 7.363,89 USD/ha.

Palabras claves; Investigación, Zeolita, Arveja, Alta Producción.

VII. SUMMARY

The investigation was carried out in the sector of San José de Chaltura, canton Antonio Ante, province of Imbabura, is located at the following coordinates 0 ° 25'58 " north latitude and 78 ° 13'34 " west longitude and a altitude 2,340 meters above sea level. The factors of studies were variety of pea Quantum subjected to the application high, medium and low is zeolite and an absolute witness (without application), were involved were the theoretical methods: inductive-deductive, synthesis analysis and the empirical so-called experimental. The applied design was completely randomized blocks (DBCA), specific treatments plus a control will be included, giving a total of four treatments and four repetitions, giving a total of 16 experimental units. The management of the trial consisted of: soil analysis, application of zeolite soil preparation, delimitation of plots, sowing, irrigation, fertilization, cultural work, pest and disease control and harvest, was evaluated; germination percentages, height of the plant, days to flowering, number of pods per plant, number of grains per pod, yield and the treatments were analyzed economically.

Obtained as results; the efficiency of the high application of zeolite, showing greater average in the evaluation of: percentage of germination, height of plant, number of pods per plant, yield of the crop. The economic analysis of the yield in kg of the pea crop in soft grain, according to the fixed and variable costs. Treatment 1 was obtained (Quantum high dose) obtained the highest economic profitability with 7,363.89 USD / ha.

Keywords; Research, Zeolite, Pea, High Production.

VIII. BIBLIOGRAFIA

GAD Municipal de Antonio Ante. (2018). *Chaltura*. Recuperado el 4 de 01 de 2018, de <http://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/canton/informacion-general/17-canton/98-chaltura>

Casseres, E. (1980). Produccion de hortalizas. Costa Rica: IICA.

CRILARSA. (2014). *ZEOLITA EN LA AGRICULTURA*. Recuperado el 23 de 01 de 2018, de <http://www.crilarsa.com/zeolitas-en-la-agricultura-1.html>

Doyle, R. (s.f). *Valores Nutricionales De Las Arvejas Chícharos Guisantes Fresco Lata Congelado Seco*. Recuperado el 8 de 6 de 2015, de <http://www.pinturasdaneri.es/ComoArveja/Valores-Nutricionales-De-Arvejas-Ch%C3%ADcharos-Guisantes-Fresco-En-Lata-Congelado-Seco.html>

Fernandez E. (19/08/2013) Dra Elena Fernandez de Aleman. Obtenido de <https://elenafernandezdealeman.wordpress.com/2013/08/19/metodos-inductivo-deductivo-y-dialectico/>

El Agro. (2012). La arveja y el clima en Ecuador.

ELENA, F. (19 de 08 de 2013). *METODO INDUCTIVO Y DEDUCTIVO*.

fernandez. (2013).

Fernandez. (2013). *Metodo Inductivo y Deductivo*.

HIDROGEL.COLOMBIA. (s.f). *Zeolita natural para la Nutrición Vegetal ¿Qué es la Zeolita Natural?* Recuperado el 25 de 01 de 2018, de <https://hidrogelcolombia.es.tl/Zeolita-uso-agr%EDcola.htm>

INAMHI, I. M. (2013). EL CULTIVO DE LA ARVEJA Y EL CLIMA EN EL ECUADOR . Quito : INAMHI .

INIAP. (2004). El cultivo de arveja en la Sierra Sur. Azogues : PROMSA- BIRF- MAG- BID.

Inifap. (2013). *Zeolita Natural*. Guanajuato: SAGARPA.

INIFAP. (2014). *Uso de zeolita*. México: CIRGOC.

Jennifer. (21 de 11 de 2008). *Taxonomía Y Morfología*. Recuperado el 9 de 6 de 2015, de <http://tecnoadmiagro.blogspot.com/2009/02/taxonomia-y-morfologia.html>

Luis De Bernardi. (21 de 04 de 2016). *Las arvejas*. Recuperado el 03 de 01 de 2018, de https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf

Milton Freddy Armando Haro Alvarez, P. (24 de 05 de 2011). *Zeolita natural: triple impacto para el sector agropecuario ecuatoriano*. Recuperado el 25 de 01 de 2018, de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/zeolita-en-la-agricultura-t28804.htm>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (13 de 10 de 2011). *Cultivo de arveja*. Recuperado el 11 de 6 de 2015, de <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Arveja.pdf>

Prieto, G. M. (19 de 5 de 2010). *Pautas para el manejo del cultivo de Arveja*. Recuperado el 12 de 6 de 2015, de [http://inta.gob.ar/documentos/pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-at_multi_download/file/Pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja/at_multi_download/file/Pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf)

Taxonomía. (24 de 5 de 2012). *Taxonomía de las plantas*. Recuperado el 10 de 6 de 2015, de <http://informaricaallimite.blogspot.com/2012/05/taxonomia-de-las-plantas.html>

TQC. (2015). *Ficha Técnica Arveja Quantum*. Recuperado el 03 de 01 de 2018, de <http://www.tqc.com.pe/agricola/semillas/arveja-quantum.html>

APENDICE

Apéndice 1. Valores promedios y análisis de varianza de las variables evaluadas en el cultivo de alverja (*Pisum sativum* L.).

Cuadro 10. Valores obtenidos en campo en la evaluación del porcentaje de germinación en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	92,95	93,23	91,88	93,23	278,06	92,82
T2	87,35	86,98	82,09	83,71	256,42	85,03
T3	82,33	80,77	78,54	78,57	241,64	80,05
T4	68,63	68,90	65,93	70,73	203,46	68,55
Σ	331,25	329,88	318,44	326,25	979,57	81,61
\bar{X}	82,81	82,47	79,61	81,56	244,89	81,61

Cuadro 11. Análisis de varianza en la evaluación del porcentaje de germinación en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal		F. tab	
						F5 %	F1%
Total	15	47.884,98					
Bloques	3	46.625,20	15.541,73	269,1	**	9,28	29,46
Tratamientos	3	739,94	246,65	4,3	*	3,86	6,99
Error	9	519,84	57,76				
\bar{X}	81,61%						
C.v:	12,41 %						

*: Significativo al 1%.

* *: Significativo al 5%.

Cuadro 12. Valores obtenidos en campo en la evaluación de altura de planta 30 (DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	22,45	24,34	23,40	23,40	70,19	23,40
T2	21,34	21,67	21,56	21,34	64,57	21,48
T3	20,45	20,73	19,95	20,63	61,13	20,44
T4	18,07	19,58	18,44	18,15	56,08	18,56
Σ	82,31	86,31	83,34	83,52	251,96	20,97
\bar{X}	20,58	21,58	20,84	41,76	62,99	20,97

Cuadro 13. Análisis de varianza en la evaluación de altura de planta 30 (DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab	
					F5 %	F1%
Total	15	3.118,96				
Bloques	3	3.068,53	1.022,84	382,4 **	9,28	29,46
Tratamientos	3	26,36	8,79	3,3 ns	3,86	6,99
Error	9	24,08	2,68			
\bar{X}	20,97 cm					
C.v:	10,39 %					

** : Significativo al 1%.
 ns: No significativo

Cuadro 14. Valores obtenidos en campo en la evaluación de altura de planta 60 (DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	33,71	35,15	35,90	35,05	104,76	34,95
T2	31,55	32,10	33,10	34,00	96,75	32,69
T3	28,77	25,33	30,27	31,10	84,37	28,87
T4	25,82	25,61	28,80	29,04	80,22	27,32
Σ	119,85	118,19	128,07	129,19	366,11	30,96
\bar{X}	29,96	29,55	32,02	64,60	91,53	30,96

Cuadro15. Análisis de varianza en la evaluación de altura de planta 60 (DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab	
					F5 %	F1%
Total	15	7.137,49				
Bloques	3	6.978,90	2.326,30	331,2 **	9,28	29,46
Tratamientos	3	95,38	31,79	4,5 *	3,86	6,99
Error	9	63,21	7,02			
\bar{X}	30,96 cm					
C.v:	11,58 %					

** : Significativo al 1%.

* : Significativo al 5%.

Cuadro16. Valores obtenidos en campo en la evaluación de altura de planta 90 (DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.).UTB. FACIAG 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	44,78	42,92	46,95	43,12	134,65	44,44
T2	38,47	38,80	41,27	40,19	118,54	39,68
T3	36,84	38,47	41,05	41,30	116,35	39,41
T4	35,97	37,02	37,90	36,63	110,89	36,88
Σ	156,04	157,22	167,17	161,23	480,43	40,10
\bar{X}	39,01	39,30	41,79	80,62	120,11	40,10

Cuadro17. Análisis de varianza en la evaluación de altura de planta 90 (DDS), en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab		
					F5 %	F1%	
Total	15	11.457,90					
Bloques	3	11.326,11	3.775,37	634,4	**	9,28	29,46
Tratamientos	3	78,24	26,08	4,4	*	3,86	6,99
Error	9	53,56	5,95				
\bar{X}	40,10 cm						
C.v:	8,12 %						

** : Significativo al 1%.

* : Significativo al 5%

Cuadro18.Valores obtenidos en campo en la evaluación de días a la floración, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB.FACIAG.2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	62,00	63,00	64,00	60,00	189,00	62,25
T2	64,00	64,00	65,00	62,00	193,00	63,75
T3	66,00	65,00	66,00	65,00	197,00	65,50
T4	66,00	65,00	66,00	65,00	197,00	65,50
Σ	258,00	257,00	261,00	252,00	776,00	64,25
\bar{X}	64,50	64,25	65,25	126,00	194,00	64,25

Cuadro19.Análisis de varianza en la evaluación de días a la floración, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab		
					F5 %	F1%	
Total	15	28.458,00					
Bloques	3	28.423,50	9.474,50	3.628,5	**	9,28	29,46
Tratamientos	3	11,00	3,67	1,4	ns	3,86	6,99
Error	9	23,50	2,61				
\bar{X}	64,25 días						
C.v:	3,33 %						

** : Significativo al 1%.

ns: No significativo

Cuadro 20. Valores obtenidos en campo en la evaluación de número de vainas por planta, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	20,78	23,63	20,25	19,22	64,65	20,97
T2	20,00	22,38	19,00	18,44	61,38	19,95
T3	19,33	21,63	18,75	18,33	59,71	19,51
T4	18,78	20,88	17,50	17,56	57,15	18,68
Σ	78,89	88,50	75,50	73,56	242,89	19,78
\bar{X}	19,72	22,13	18,88	36,78	60,72	19,78

Cuadro 21. Análisis de varianza en la evaluación de número de vainas por planta, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab		
					F5 %	F1%	
Total	15	2.615,97					
Bloques	3	2.604,41	868,14	1.880,0	**	9,28	29,46
Tratamientos	3	7,41	2,47	5,3	*	3,86	6,99
Error	9	4,16	0,46				
\bar{X}	19,78 vainas.						
C.v:	4,48 %						

** : Significativo al 1%.

ns: No significativo

Cuadro 22. Valores obtenidos en campo en la evaluación de número de granos por vainas, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	4,89	5,22	4,89	5,00	15,00	6,67
T2	4,56	4,78	5,11	4,56	14,44	6,33
T3	4,67	4,78	5,00	5,00	14,44	6,48
T4	4,22	4,67	4,33	4,33	13,22	5,85
Σ	18,33	19,44	19,33	18,89	57,11	6,33
\bar{X}	4,58	4,86	4,83	9,44	14,28	6,33

Cuadro 23. Análisis de varianza en la evaluación de número de granos por vainas, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab	
					F5 %	F1%
Total	15	158,44				
Bloques	3	157,34	52,45	692,0 **	9,28	29,46
Tratamientos	3	0,42	0,14	1,9 ns	3,86	6,99
Error	9	0,68	0,08			
\bar{X}	6,33 granos.					
C.v:	7,71 %					

** : Significativo al 1%.

* : Significativo al 5%.

Cuadro 24. Valores obtenidos en campo en la evaluación del rendimiento en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). 2017.

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{X}
T1	11,45	10,20	9,92	9,60	31,57	10,29
T2	9,38	8,97	8,56	8,75	26,90	8,91
T3	8,06	7,88	8,02	8,32	23,97	8,07
T4	8,01	7,83	7,38	7,50	23,21	7,68
Σ	36,89	34,88	33,88	34,17	105,65	8,74
\bar{X}	9,22	8,72	8,47	17,08	26,41	8,74

Cuadro 2. Análisis de varianza en la evaluación del rendimiento, en el efecto de la aplicación de tres dosis de zeolita, en la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.). UTB. FACIAG. 2017.

F.V	G,L	S.C	C.M	F.Cal	F. tab	
					F5 %	F1%
Total	15	542,88				
Bloques	3	525,53	175,18	239,2 **	9,28	29,46
Tratamientos	3	10,76	3,59	4,9 *	3,86	6,99
Error	9	6,59	0,73			
\bar{X}	8,74					
	kg.					
C.v:	12,96					
	%					

** : Significativo al 1%.

* : Significativo al 5%.

Apéndice 2. Galería de fotos



Figura 1. Muestras para el análisis de suelo.



Figura 2. Preparación de suelo.



Figura 3. Diseño de la unidad experimental.



Figura 4. Diseño de la unidad experimental.



Figura 5. Siembra.



Figura 6. Siembra.



Figura 7. Señalización de parcelas y geminación de rótulos.



Figura 8. Deshierba y aporque.



Figura 9. Identificación de las unidades experimentales.



Figura 10. Aplicación de zeolita.



Figura 11. Visita de tutor.



Figura 12. Altura de planta a los 30 días después de la siembra.



Figura 13. Altura de planta a los 30 días después de la siembra.



Figura 14. Riego.



Figura 15. Riego.



Figura 16. Toma de datos días a la floración.



Figura 17. Número de vainas por planta.



Figura 18. Llenado de Granos en Vainas.



Figura 19. Cosecha.



Figura 20. Numero de granos por vaina.