

I. INTRODUCCIÓN

La arveja es un cultivo muy importante en la mayoría de las provincias de la sierra ecuatoriana sembradas con esta leguminosa. En la actualidad existe alrededor de 22.000 ha. En la Provincia del Carchi aproximadamente 9462 ha se cultivan cada año, teniendo un rendimiento en verde promedio de 8 Tm por ha, dando como resultado una producción provincial de 75700 Tm, lo que representa aproximadamente un porcentaje de 43 % a nivel nacional.

Los agricultores han venido cultivando la arveja bajo un sistema tradicional y poco tecnificado desde el punto agronómico de la planta, con la utilización de semillas de mala calidad y cultivos en zonas no apropiadas.

Esto conlleva a que en este cultivo exista la presencia de plagas y enfermedades las cuales deterioran la calidad del mismo y por ende sus cosechas se ven afectadas. Por esta razón los agricultores se ven obligados a realizar aplicaciones excesivas de pesticidas, sin tomar en cuenta el daño que están causando en los suelos, además de reducir las poblaciones de insectos benéficos y provocando graves impactos en el ambiente.

Esto ocurre porque los agricultores desconocen de alternativas diferentes de control para dar solución a los problemas fitosanitarios pues ellos están limitados a realizar lo que los vendedores de agroquímicos les recomiendan con la consecuencia de que muchas veces las dosis y la temporada de aplicación no son las adecuadas.

Actualmente, existe una tendencia a favor de la conservación del ambiente que está encaminado a la reducción del uso de fertilizantes químicos y plaguicidas en general, y una mayor sensibilización social sobre el potencial riesgo de su empleo indiscriminado. Esto ha abierto nuevas perspectivas en el empleo de productos biológicos para el manejo integrado de la agricultura, sobre todo en la protección de cultivos.

Por esta razón se debe buscar alternativas de control fitosanitario que no afecten el medio ambiente. Estas alternativas son el empleo del silicio y de los microorganismos (biofertilizantes). Al referirse al primero se debe indicar que este tiene un papel importante en la planta, pues controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales, incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales y metales pesados, hidrocarburos, Aluminio, etc.) y biótico (insectos, hongos, enfermedades).

Por otro lado los microorganismos (biofertilizantes), aumentan la producción y la calidad del producto.

Por las razones descritas anteriormente la presente investigación está encaminada al estudio del efecto que pueden tener el silicio y los microorganismos (biofertilizantes) en el desarrollo del cultivo de arveja.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar diferentes alternativas de control fitosanitario, en tres variedades de arveja (*Pisum sativum L*) con el uso de biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas), silicio y pesticidas en Bolívar – Carchi.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar cuál de las alternativas de control fitosanitario, es la que tiene mejor efecto en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*).
- Establecer cuál de las tres variedades de arveja responde mejor a las alternativas de control fitosanitario.
- Observar la incidencia de plagas y enfermedades durante todo el ciclo.
- Evaluar el rendimiento de cada variedad.
- Realizar el análisis económico de la variedad menos afectada.

La hipótesis que se planteó fue la siguiente: las tres variedades de arveja responden de la misma manera a las alternativas de control fitosanitario.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ARVEJA

2.1.1. Generalidades.

El Programa Nacional de Leguminosas (1997), de la Estación Experimental “Santa Catalina”. Menciona que la arveja (*Pisum sativum L*), conocida también como alverja, constituye un cultivo importante en los sistemas de producción de las provincias de la sierra ecuatoriana y es consumida en todas las regiones del Ecuador, dentro de las leguminosas de grano comestible, la arveja está ubicada en el segundo lugar luego del fréjol. En promedio, anualmente se cosechan alrededor de 11600 ha en grano seco y 10435 ha en vaina verde y para el consumo de grano en tierno como verdura.

Su importancia radica en la superficie cultivada ya que es un cultivo importante en los sistemas de producción de las provincias de la sierra ecuatoriana, a la demanda mayormente en estado tierno, a su precocidad, ya que su ciclo varía entre 80 y 120 días, según el área y la altitud, a la costumbre de intercalar o rotar con otros cultivos; puesto que se cultiva entre los 2400 y 3200 m.s.n.m., en los más diversos agroecosistemas.

Peralta (1998), indica que en el Ecuador las zonas de cultivo más potenciales se encuentran en Carchi con un 43% de la producción nacional, seguido por Pichincha, Imbabura, Chimborazo y Bolívar.

Se cultiva en áreas de temporal o secado y bajo riego; en fincas de pequeños, medianos y grandes agricultores. Es altamente rentable al comercializarla en estado tierno (vaina) como verdura, por la costumbre de consumir tanto en Sierra, Costa y Oriente.

El aporte en carbohidratos y proteínas (22 a 26%) es también importante para mejorar la alimentación y la nutrición de la población.

Las principales plagas que atacan a este cultivo son; Minadores (*Liriomyza trifolii*), Tierreros o Trozadores (*Agrotis, Spodoptera*), Pulgones o Áfidos (*Macrosiphum pisi*), Barrenador del tallo (*Melanagromyza sp*), Trips (*Kakothrips robustus*). Y las enfermedades que atacan son las siguientes: Oidio (*Erysiphe polygoni* D.C.), Ascochyta (*Ascochyta pisi* Lib), Antracnosis (*Colletotrichum pisi*) y Alternaria (*Alternaria spp*).

2.1.2. Taxonomía

Cuadro No. 1 Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Dicotiledóneas
Orden:	Leguminosas
Familia:	Leguminoceae
Subfamilia:	Papilionaceae
Género:	<i>Pisum</i>
Especie:	<i>sativum L</i>
Nombre Científico:	<i>Pisum sativum L</i>
Nombre Común:	Arveja, alberja, guisante, chícharo

Fuente: Prado L, (2008)

2.1.3. Morfología

La Enciclopedia Agropecuaria Terranova (2001), indica que la arveja posee una raíz principal pivotante, con numerosas raicillas secundarias y terciarias que se ramifican, presentan sobre crecimientos denominados nódulos que contienen bacterias nitrificantes, cuyo papel es fijar el nitrógeno atmosférico para servir de nutrientes a la planta.

Nazareno (1989), manifiesta que, la capacidad de profundización de la raíz no resulta tan acentuada como la de otras leguminosas de grano, por lo que requiere bastante agua.

Terranova (2001), menciona que, el tallo de la arveja depende según la variedad, puede ser corto, mediano o largo, pero en todos los casos es hueco, ligeramente estriado, provisto de nudos y de color verde claro.

En la misma publicación dice que, las hojas son compuestas e imparipinnadas con folíolos elípticos de bordes ondulados. En los tres primeros entrenudos se presentan hojas rudimentarias a manera de escamas, y en los siguientes llevan hojas con un solo par de folíolos. Las estípulas, de tamaño mayor que los foliolos, se insertan en la base del pecíolo de cada hoja. En las hojas superiores los foliolos se transforman en zarcillos persistentes, que utiliza la planta para sostenerse.

De igual manera señala que, las flores son pentámeras blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos de una o dos flores en las axilas de las hojas. El cáliz gamosépalo presenta cinco sépalos de color verde pálido, los cuales son muy persistentes. La corola está formada por cinco pétalos irregulares llamados alas, estandarte y quilla, presenta coloración blanca o violeta, son de tipo dialipétala papilionada.

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.

La empresa Agroalimentación (2002), manifiesta que, las semillas de arveja 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. Composición Química

Cuadro No. 2 Composición Química de la arveja

COMPONENTE	ESTADO	
	Verde %	Seco %
Agua	70 – 75	10 – 12
Proteína	5,0 – 7,0	20 – 23
Carbohidratos	14 – 18	61 – 63
Grasa	0,2 – 0,4	1,5 – 2,0
Fibra	2,0 – 3,0	5,0 – 7,0
Cenizas	0,5 – 1,0	2,5 – 3,0
Prado L, (2008)		

2.2. VARIETADES

Proaño J (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. Periodo 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: *industriales, consumo fresco.*

La arveja, (*Pisum sativum L.*), es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas. En esta especie es posible distinguir tres variedades botánicas, las cuales se describen a continuación:

- a) *Pisum sativum L. ssp. Sativum var. Macrocarpon ser.:* es cultivada para el consumo de sus vainas; estas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de sus valvas (pericarpio) y por carácter de endocarpio; esta última estructura, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicado en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco o púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: comelotodo, arveja china, snow pea, china pea, pois mange-tout, etc. En Chile se le conoce también con el nombre de sinhila.
- b) *Pisum sativum L. ssp. Sativum var. sativum:* es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; estos pueden destinarse directamente al consumo humano o procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad

botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco. Entre los nombres comunes más importantes que se utiliza para denominar a esta variedad están los siguientes: arveja guisante, garden pea, green pea, canning pea, pois, etc.

- c) *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *arvense* (L) *poir.*: es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en alimentos humanos o en animal. Los cultivares usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son usualmente de color púrpura. Entre los nombres comunes más importantes a esta variedad, están los siguientes: arveja seca, arveja forrajera, field pea, etc.

2.2.1. Características agronómicas de las variedades evaluadas.

- a) **Quantum.**- Planta de crecimiento semi indeterminado, con semilla arrugada, se caracteriza por tener un buen vigor de planta, produce tres vainas por racimo, de 7 a 8 granos excelente color de vaina y de granos buen rendimiento cascara / grano, buen llenado lo que la hace muy apetecida en el mercado. Muy precoz, su producción promedio es de 12.5 Tm / ha. Ideal para cultivos de verano.
- b) **Asthon.**- Planta de crecimiento semi indeterminado con semilla arrugada, tres vainas por racimo, cascara muy fina lo que le da un excelente rendimiento en granos, vainas con 8 a 9 granos con un buen color es resiste a mildiu vellosa y polvoso, producción 12 tm /ha. Ideal para cultivos de invierno.
- c) **Semi verde.**- Planta de crecimiento indeterminado con semilla lisa, de color verde. Produce dos vainas por racimo, cáscara fina, 7 a 8 granos por vaina, estos son uniformes y su tamaño es muy bueno. En la actualidad la semilla de esta variedad es una de las más costosas. Por la poca semilla existente ya que es una semilla muy resistente.

2.3. BIOFERTILIZANTES

2.3.1. Rhizobium

Méndez F (2005), indica que, los Rhizobium son bacterias Gram negativas y aerobias obligadas que pertenecen a la familia Rhizobiaceae. Entre ellos se encuentran los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizbium* y *Azorhizobium*. Estos microorganismos del suelo forman una asociación simbiótica con distintas especies de plantas y durante la simbiosis son capaces de llevar a cabo la fijación de nitrógeno molecular.

Según Kimball et al., (1980), citados por Méndez F (2005), manifiesta que, la (FBN) Fijación Biológica de Nitrógeno es una de las alternativas más viables para recuperar N en el ecosistema, se ha estimado que 175 millones de toneladas se fijan biológicamente, del cual 70% va al suelo y de éste, el 50% proviene de asociaciones nodulares causadas por Rhizobium.

La FBN es una ventaja para las leguminosas ya que pueden tomar N del aire a través de la simbiosis con Rhizobium. Esta es una manera de reducir la cantidad de N de fertilizantes al incrementar la proporción de N₂ fijado vía Rhizobium. Por eso se asegura el máximo beneficio de la asociación mediante el establecimiento de una bacteria que reúna cualidades de competencia y efectividad para fijar N₂ en las raíces de la leguminosa. En los suelos agrícolas la asociación Rhizobium – leguminosa es la más importante fuente de N, pues se ha reportado que en las leguminosas noduladas, bajo determinadas condiciones (suelos pobres en este elemento), pueden fijar hasta los 100 Kg de N₂/ha/año. Este mecanismo provee la demanda de N para satisfacer las necesidades nutricionales más importantes de la planta.

2.3.1.1. Simbiosis

El establecimiento de la simbiosis para atrapar el N₂ entre Rhizobium y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos, la captación de

N₂ se da en etapas sucesivas, Rhizobium induce en la leguminosa el desarrollo de nódulos en su raíz, los dos organismos establecen una cooperación metabólica, las bacterias reducen N₂ a amoníaco (NH₄), el cual exportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las hojas reducen el CO₂ en azúcares durante la fotosíntesis y lo transportan a la raíz donde los bacteroides del Rhizobium lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar N₂.

2.3.1.2. Beneficios de Rhizobium para las leguminosas.

El instituto Nacional de Tecnología Industrial – Microbiología (2010), afirma que, la bacteria Rhizobium es una de las utilizadas como biofertilizante para facilitar la asimilación de nitrógeno en los cultivos de leguminosas. Esta bacteria es un habitante común en los suelos agrícolas. Sin embargo, para aumentar su población y, en consecuencia, la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, los agricultores agregan a las semillas, antes de la siembra, una mezcla de bacterias Rhizobium y otros ingredientes que facilitan su crecimiento. Esta práctica tiene grandes beneficios ambientales ya que al favorecer la fijación simbiótica de nitrógeno, disminuye la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados y la contaminación por nitrógeno asociada al empleo de estos productos. Con el objetivo de mejorar la eficiencia de fijación de nitrógeno.

Además se obtienen los siguientes beneficios:

- Rhizobium es una bacteria que forma nódulos con las leguminosas y fijan nitrógeno atmosférico.
- Los nódulos son estructuras que se forman en las raíces de las leguminosas, alojan a las bacterias en su interior. En estas estructuras las bacterias se transforman en bacteroides, que son los encargados de fijar el nitrógeno atmosférico.

- Los bacteroides llevan a cabo la fijación de nitrógeno porque son capaces de formar la enzima nitrogenasa que es responsable de la conversión del nitrógeno molecular en amonio.
- No todas las especies de leguminosas forman simbiosis con Rhizobium. Las más conocidas son las que tienen valor comercial y alimentario para el ser humano o para el ganado, como el fríjol, la soja, arveja, la lenteja, el haba y la alfalfa.
- La fijación biológica del nitrógeno es una biotecnología agrícola respetuosa con el medio ambiente y representa una alternativa a la fertilización nitrogenada, evitando la contaminación de suelos y aguas por nitratos.

2.3.1.3. Biofertilización con la Bacteria Rhizobium: Una alternativa para biofertilizar el cultivo de arveja.

La empresa CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias) (2008), menciona que, la Biofertilización puede definirse como el mejoramiento de la nutrición de las plantas con organismos vivos o productos originados de su acción. El uso de Rhizobium se relaciona básicamente con la fertilización nitrogenada.

La mayoría de los suelos no contienen la cantidad necesaria de nitrógeno por tanto este nutriente es adicionado al suelo en forma de fertilizante nitrogenado el cual, además de su alto costo, contamina el suelo y las fuentes de agua. Para la biofertilización de leguminosas como la arveja se utiliza su característica de asociarse con bacterias benéficas, llamadas rizóbios. Dicha asociación permite a los rizóbios obtener del aire el nitrógeno requerido para su normal desarrollo y transportado a la planta contribuyendo a suplir sus necesidades nutricionales.

Este proceso se denomina fijación de nitrógeno y ocurre en pequeños nódulos en la raíz de las leguminosas.

2.3.1.4. Cómo utilizar la asociación planta-rizobio.

Si antes de sembrar se adicionan rizobios a la semilla, la captación del nitrógeno fijado será más efectiva y su efecto se observa a lo largo del ciclo de crecimiento de la planta. Esta acción se denomina **INOCULACIÓN**.

La inoculación de la semilla de arveja tiene como objeto permitir que la asociación planta-rizobio ocurra en las mejores condiciones, pues la bacteria no esta presente en todos los suelos y no es siempre eficiente para fijar nitrógeno.

La inoculación con una **CEPA** efectiva de rizobios hace posible suministrar el nitrógeno requerido por la planta, sin necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados.

Los inoculantes son suministros de bajo costo que constituyen el fertilizante nitrogenado, que por el contrario es un producto costoso. Cuando un inoculante se utiliza en forma adecuada y el cultivo tiene un buen manejo, se obtienen altos rendimientos y se reducen los costos de producción.

2.3.1.5. Precauciones que se deben tener con el inoculante.

Generalmente, después de seis meses de haberse fabricado, el inoculante ya no contiene un número suficiente de rizobios por lo tanto no debe usarse.

El producto debe mantener una humedad de 60% por lo tanto no se deben utilizar inoculantes cuyo empaque esté roto. De ser posible los inoculantes deben ser refrigerados a 4°C ó manteniéndolos en un lugar fresco y seco. Para arveja, fréjol y haba se recomienda 5g de inoculante por kilo de semilla.

2.3.1.6. Nueva formulación específica para la inoculación de semillas de Arveja, Vicia y Lentejas.

NITRAGIN, (2010), da conocimiento, **1. Nitragin Optimize C Power®** es una formulación integral que conjuga la nutrición y promoción de crecimiento de manera eficiente. **2. Nitragin Optimize C®** fue desarrollado por el Departamento de Biotecnología de Nitragin USA (Milwaukee, WI); es un innovador inoculante que incorpora la tecnología LCO en su formulación. El agregado del LCO, acelera el proceso de reconocimiento entre las bacterias (*Rhizobium*) y la semilla, promoviendo el crecimiento durante el desarrollo temprano de las plantas (ej. formación de raíces). De esta manera, se logra una temprana nodulación, mejoras en el uso de agua y nutrientes, plantas con mayor vigor y una fijación biológica del nitrógeno más eficiente, aumentando el desarrollo agronómico del cultivo e incrementando consecuentemente el rendimiento. Su composición permite realizar los tratamientos con una dosis de 3 ml/kg de semillas.

2.3.2. Micorrizas

INIAP (2002), define a las micorrizas como organismos microscópicos ramificados y filamentosos, de apariencia similar al de una planta, constan de filamentos individuales en forma de hilos denominados hifas, y al conjunto de filamentos o hilos se denomina micelio. Su reproducción es principalmente por esporas que son estructuras especializadas de forma circular, oval y pueden sobrevivir por mucho tiempo.

Según el botánico alemán Albert Bernard Frank citado por Smith y Read (1997), creó el término Micorriza, para designar la asociación que se producía entre las hifas de algunos hongos del suelo, con los órganos subterráneos de la gran mayoría de las plantas superiores. Muchos autores identifican a las Micorrizas como: "la asociación simbiótica entre determinadas especies de hongos del suelo y las raicillas (pequeñas

raíces), de diferentes especies de plantas". Es decir que, se trata de la unión armónica e íntima, de ayuda mutua y fraternal, entre un hongo y las raicillas de una planta.

Smith y Read (1997), manifiestan que, las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre más del 80% de las especies de plantas vasculares y un selecto grupo de hongos microscópicos. En esta simbiosis el hongo funciona como una extensión del sistema radical de la planta facilitando, a través de su red de hifas, una mayor absorción de nutrientes de poca movilidad en el suelo como P, N, Zn y Cu.

Esta mejor condición nutricional conlleva un significativo aumento en el crecimiento de las plantas que poseen esta asociación, especialmente en aquellos suelos donde estos nutrientes son escasos. Otros beneficios de las micorrizas son la protección contra patógenos radicales y la mayor tolerancia al déficit hídrico. El hongo por su parte, depende completamente de la planta para obtener los carbohidratos que requiere para su desarrollo.

Los hongos micorrízicos son muy antiguos y todas las evidencias acumuladas hasta el presente apuntan a que aparecieron junto con las plantas terrestres hace unos 400 millones de años, de allí su amplísima distribución estando presentes en todos los continentes y a través de todas las latitudes. A pesar de su ubicuidad, las actividades agrícolas como la labranza, la aplicación indiscriminada de fertilizantes y de agroquímicos, producen severas alteraciones en las micorrizas y su funcionamiento.

2.3.2.1. Simbiosis para formar las micorrizas

La empresa Cannabiscafe (2009), indica que para formar simbiosis con las micorrizas, se produce en tres etapas o pasos (esto puede ser válido para el trabajo de otros microorganismos patógeno o fitopatógenos).

Primer paso, se produce una identificación mutua planta hongo / hongo-planta, en la rizósfera, o en regiones próximas a las raíces nutricias o pelos radicales. Este reconocimiento lo facilitan al parecer, sustancias exudadas o emitidas por la raíz, que provocan el crecimiento del micelio y un biotropismo positivo del mismo hacia la raíz.

Segundo paso, consiste en el acercamiento y acoplamiento progresivo y gradual del micelio y la raicilla produciéndose el contacto intercelular, al formarse una estructura que amarra y ata ambas biomásas.

Tercer paso, se realiza la colonización produciéndose cambios morfológicos y estructurales tanto en los tejidos colonizados por el hongo, como en la organización de la pared celular de la raíz. Posteriormente se produce la integración fisiológica de ambos simbioses (hongo-raíz), y por último se produce una alteración de las actividades enzimáticas, que se coordinan entre los simbioses para integrar sus procesos metabólicos.

2.3.2.2. Beneficios de las micorrizas para las plantas.

Páez et al., (2006), afirma que el principal beneficio que realizan las micorrizas está relacionado con la nutrición de las plantas. Este proceso de la nutrición por medio de las micorrizas está, extremadamente difundido entre los vegetales, tiene notable importancia porque permite la vida de las plantas en determinadas condiciones y facilita la toma de los alimentos por parte de las plantas superiores, en competencia con la infinita y mucho más adaptable micro flora del suelo.

Son muchos los beneficios que nos brindan las Micorrizas para la plantas, que las convierten fieles aliadas de productores, empresarios, investigadores, científicos y población en general. Los beneficios son los siguientes:

- Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas.

- Una mayor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de estrés: sequía, desequilibrios en el pH, altos contenidos de sales, exceso de viento, entre otros.
- Al estar mejor nutridas las plantas, promueve en éstas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su salud sin aplicación de agro tóxicos.
- El empleo de las Micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección del medio ambiente.
- La inoculación de las plantas con hongos micorrízicos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros.
- Un aspecto de gran interés en el empleo de las Micorrizas es lo relacionado a la nutrición del Fósforo (P). Éstas desempeñan un importante papel en la toma del P presente en los suelos principalmente en las zonas tropicales donde las cantidades de P asimilables a las plantas son frecuentemente bajas.
- Las micorrizas toman el P en forma de ion ortofosfato y lo transporta a través de las hifas en forma de polifosfato.
- Una mayor resistencia de las plantas a las toxinas.
- Por su parte, en suelos afectados por los efectos negativos de los metales pesados, se ha comprobado que las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, impidiendo que éstos pasen a la parte aérea de la planta.

2.3.2.3. Beneficios de las micorrizas para el suelo.

Bernaza y Acosta, (2006), indican que los efectos benéficos de las micorrizas en el suelo están muy relacionados con sus efectos sobre las plantas por estar éstos (suelo – planta), estrechamente relacionados. Sin embargo, se puede declarar que las micorrizas, realizan varias funciones en el suelo que incrementan mucho su

potencial agro productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales. Los efectos son los siguientes:

- Las micorrizas prolongan el sistema radical de las plantas, y ello facilita una mayor retención física de partículas del suelo, limitando los efectos dañinos de la erosión causada por el agua.
- Son las Micorrizas regeneradoras de suelos degradados.
- La presencia de Micorrizas en los suelos, moviliza una gran cantidad de nutrientes que antes no estaban a disposición de las plantas, por lo que incrementa la fertilidad de éstos.
- Las Micorrizas mejoran la capacidad productiva de suelos poco productivos, como los afectados por la desertificación, la salinización, la erosión hídrica y eólica.
- Otro de los efectos más interesantes de las Micorrizas en el suelo, es su papel en relación con el ecosistema en el que se desarrollan; así interaccionan con diversos microorganismos del suelo, estableciendo provechosas cooperaciones con unos y compitiendo con otros generalmente de tipo patógeno, e incluso interactuando con la micro fauna de la rizósfera (Nematodos, Afidios, Ácaros, entre otros).
- En zonas áridas y semiáridas las Micorrizas, pueden ayudar a las plantas simbiotas a captar agua para tolerar el estrés hídrico.

2.4. ENSAYOS CON LA UTILIZACIÓN DE BIOFERTILIZANTES (RHIZOBIUM Y MICORRIZAS) EN DIFERENTES CULTIVOS.

2.4.1. Ensayo con la utilización de Rhizobium y Micorrizas.

Alarcón G (1998), menciona que en una investigación realizada en la Universidad Nacional de Colombia, se evaluaron dos variedades de arveja para establecer el comportamiento al ataque de hongos, aquí se utilizaron diferentes fertilizaciones en forma individual y combinada con Micorrizas, Rhizobium y fertilizante químico.

Dentro de los resultados de esta investigación se encontró que ambas variedades muestran los mayores grados de severidad de la enfermedad cuando se fertiliza únicamente con abono químico. Caso contrario pasa cuando se fertiliza con Rhizobium + Micorrizas ya que hubo menos incidencia y severidad del hongo obteniendo de esa manera mayor rendimiento y mayor calidad de la cosecha.

2.4.2. Ensayos con la utilización de la bacteria Rizhobium.

La institución CORPOICA (2008), afirma que en una Investigación sobre la inoculación de diferentes fuentes de nitrógeno (Rhizobium, úrea y un testigo sin fertilizar) en el rendimiento de dos variedades de arveja realizada en Santa Fe de Bogotá Colombia, se obtuvo como resultado que la inoculación indujo los mayores rendimientos en comparación con los otros tratamientos.

La empresa Nitragin (Argentina 2010), indica los resultados de la aplicación de un producto a base de bacterias rhizobium llamado “**Nitragin Optimize C Power®**” para el tratamiento de semillas de arveja, con el objetivo de aportar los beneficios de la inoculación tradicional con Rhizobios, adicionando mejoras de comunicación bacterias-planta y como promotor del crecimiento de las raíces. Los resultados se describen en el siguiente Cuadro 3.

Cuadro No. 3 Los resultados son que se obtuvieron son los siguientes:

Atributo	Unidad	Testigo	Nitragin Optimize C Power®	Respuesta
Plantas	miles planta/ha	20	21	5%
Nódulos	nódulos/planta	1	7	> 100%
Peso del grano	gr/1000 gr	163	185	13%

De igual manera Nitragin (2010), revela los resultados de la utilización del producto a base de bacterias rhizobium “**Nitragin Optimize C Power®**” comparado con la inoculación convencional (natural), en 7 lotes de producción de arveja en Argentina. Se concluye que la práctica de inoculación en el cultivo mejora la producción final. Existe una alta probabilidad de respuesta a la inoculación con este producto ya que en el 84% de los casos estudiados se observó una mejora en el rendimiento (> 50 kg/ha).

2.4.3. Ensayos con la utilización de micorrizas.

N Gustavo et al., (2006), en un ensayo denominado: “Evaluación de la inoculación con Micorrizas en Maíz bajo diferentes ambientes de Fertilidad”, en Argentina. El ensayo fue implantado en siembra directa, utilizando una variedad de maíz a la cual se le inoculó micorrizas y fertilizantes a base de N, P, y S. dentro de los resultados obtenidos tenemos que la inoculación con micorrizas y el agregado de fertilizantes químicos lograron incrementar significativamente los rendimientos del cultivo de maíz. Dicho incremento alcanzó en promedio al 9 % en el caso de la inoculación, y un rango del 13 al 21 % por el agregado de fertilizantes.

La empresa Mycosym (2008 - 2009), en la evaluación de la “Influencia del uso de MYCOSYM TRITON (micorrizas) en producción de lechugas”. Durante la campaña de producción de lechuga 2008/2009, se llevaron a cabo ensayos de micorrización en lechuga romana y escarola en las campiñas de Córdoba y Sevilla, España. Se obtuvieron satisfactorios resultados tanto en rendimiento como en precocidad de la producción de lechuga. Las lechugas micorrizadas a los 57 días después del transplante superan el peso de las no micorrizadas a los 88 días transplantadas con 31 días menos de ciclo, debido a su mayor tasa de crecimiento y a la precocidad proporcionada por la micorriza.

Jaizme A, Rodríguez A. (2004), en un ensayo realizado en México, se utilizó hongos micorrízicos en plantas provenientes de material vegetal micropropagado de una variedad de banano, estas tenían un tamaño medio de 10 cm las cuales fueron inoculadas con los hongos micorrízicos inmediatamente después de extraerlas de los frascos de cultivo in vitro. En los resultados se concluyó que la micorrización temprana beneficia el desarrollo de la platanera micropropagada e incrementa la tolerancia de este cultivo a situaciones de estrés, lo que constituye una medida de aplicación práctica para la adaptación durante la fase post vitro.

2.5. SILICIO.

2.5.1. Introducción.

Orejuela D (2010), indica que en los últimos años el interés por estudiar el papel del silicio (Si) en los organismos vivos ha aumentado dada su abundancia en la corteza terrestre, el silicio (Si) es el segundo elemento más abundante en la litosfera (27,7%), solo detrás del oxígeno (47.4%). Los compuestos de silicio constituyen más del 60%, de los compuestos del suelo.

Para Moyano E (2009), el silicio (Si) es un agente fortificador de células vegetales. Las fertilizaciones con Si han demostrado disminución significativa a la susceptibilidad de enfermedades causadas por hongos. Las plantas toman Si como H_4SiO_4 . Los niveles de Si en los tejidos de cada especie de plantas varían en relación con la disponibilidad de Si en el suelo. El Si cumple una importante función en la integridad estructural de las células vegetales, contribuyendo a las propiedades mecánicas e incluyendo rigidez y elasticidad. El Si está presente en las plantas, principalmente como gel de sílice, en las paredes celulares y como ácido monosilícico en la savia del xilema.

Horna R (2007), manifiesta que, el Silicio se encuentra en forma de ácido ortosilícico [H₄ SiO₄], dando lugar a silicatos, estos promueven la; a) creación de gradientes de nutrientes minerales desde el suelo a los tejidos de la planta, b) incide en la acumulación y movilización de reservas de carbohidratos y c) producción de fitoquímicos.

También manifiesta que la forma cómo actúa este elemento es depositándose en forma amorfa en las paredes celulares. Contribuyendo con las propiedades mecánicas de la pared como son la rigidez y la elasticidad.

Muchas especies acumulan concentraciones apreciables de sílice en sus tejidos y mejoran su crecimiento y fertilidad cuando se les suministra cantidades adecuadas de silicio.

2.5.2. Efectos del silicio en la planta.

Gómez C et al., (2006), expresan que, el silicio puede contribuir significativamente a la obtención de cultivos sanos, ya que existe una relación directa entre la acumulación del Si en la pared celular y la absorción de potasio. La concentración de silicio en la planta oscila entre 1 y 10 % con base en peso seco influye en muchos aspectos de la biología de la planta; la similitud que tiene con el Fósforo y el Boro a hecho que investigaciones mencionen un posible reemplazo o interferencia en las funciones de estos iones, como formar compuestos con azúcares – alcoholes o ácidos orgánicos. El Si disminuye los efectos de deficiencias o excesos de nutrientes como Mg y Al, aumenta la interceptación de la luz (mayor tasa fotosintética) y reduce la susceptibilidad a enfermedades causadas por hongos.

Agromil (2006) y Quero (2007), citados por Horna R (2007), manifiestan que:

- El Silicio, una vez aplicado al suelo reacciona con el agua transformándose en ácido monosilícico (H₄ SiO₄) moviéndose rápidamente a través del xilema.

- Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el Silicio, formando una barrera protectora presentando una Resistencia Mecánica al ataque de enfermedades e insectos.
- Al acumularse el silicio debajo de la Cutícula de las hojas, tallos y frutos, ofrece una Resistencia Mecánica al ataque de insectos chupadores como Afidos y Mosca Blanca, es decir, minimiza el ataque de estos, inclusive comedores de follaje en sus primeros instares.
- Incrementa el agua de riego en un 30 a 40 %. Evita el volcamiento en las gramíneas y el desgarre de las ramas en las dicotiledóneas.
- El Silicio hace que de los tallos baje oxígeno a la raíz llegando al parénquima, oxidando de esta manera la rizosfera (zona aledaña a la raíz), logrando que el Fe y el Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, siendo esta forma poco absorbida por las plantas, evitándose una toma excesiva de estos elementos, que aunque son necesarios para las plantas, su abundancia puede volverlos tóxicos.
- El Silicio refuerza a la planta su capacidad de distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción de cosecha.

Horna R (2007), aclara que, las plantas deficientes en silicio son quebradizas y susceptibles de infecciones fúngicas, no toleran sequías y variaciones bióticas ni abióticas fuertes.

En la resistencia de las plantas a enfermedades, existen informes que indican una relación directa entre la acumulación de Si en el tejido vegetal y la disminución del ataque de patógenos en la planta.

2.5.3. Beneficios del silicio en las plantas.

Quero E (2008), expresa que los beneficios del silicio en las plantas permiten una solución económica y rentable para la producción agrícola, destacando lo siguiente:

- Se ha probado que el Si suprime muchas enfermedades y ataques de insectos en las plantas. El efecto de la resistencia a plagas y enfermedades se puede deber al reforzamiento de las cutículas, como se dijo anteriormente o a que el elemento puede ser una señal que induzca reacciones de defensa en la planta.
- El Si depositado en las paredes de las células del xilema previene la compresión de los vasos bajo condiciones de alta transpiración causada por exceso de sequía o calor. La membrana Si-celulosa en el tejido epidermal también protege las plantas contra las excesivas pérdidas de agua por transpiración. Esto ocurre debido a una reducción en el diámetro de los poros de los estomas, y consecuentemente, una reducción en la transpiración de la hoja.
- El Si juega un papel importante en la formación de la inflorescencia del arroz y parece que influencia la calidad del grano. Los granos con alto contenido de "centro blanco" generalmente presentan bajo contenido de Si, el cual es directamente proporcional al contenido de Si en el tamo (paja) del arroz.

2.5.4. Beneficios de la aplicación foliar de silicio a las plantas.

La empresa Quimiq Rosburg (2008), en ensayos realizados, indica que las aplicaciones foliares y suplementarias en las soluciones nutritivas de silicio soluble, han demostrado un gran beneficio a las plantas.

- ❖ Estos beneficios incluyen mayor tolerancia a las tensiones medio ambientales, como frío, calor, sequedad, salinidad, toxicidad mineral o deficiencia, un crecimiento mejorado y resistencia a los insectos y hongos.
- ❖ El silicio soluble promueve mecanismos de defensa contra hongos naturales en plantas, reduciendo significativamente y en muchos casos eliminando completamente la necesidad de usar fungicidas.

- ❖ El silicio depositado en células de las paredes epidermiales de las plantas permite resistencia a los insectos pequeños. La fuerza mecánica aumentada en las paredes de las células epidermiales refuerza la presentación de la hoja y fuerza del tallo. El silicio soluble incrementa las funciones metabólicas del fruto, de la flor y mejora la fertilidad del polen.
- ❖ El silicio beneficia a las plantas de la siguiente manera: resistencia mejorada para marchitarse (vida de anaquel), resistencia para tensión (calor y sequedad), presentación de la hoja reforzada y mejorada, crecimiento reproductor reforzado y aumento a tolerancia de fósforo, manganeso, sodio y concentraciones altas de aluminio, asimismo deficiencias de zinc y temperaturas bajas (frío).
- ❖ El silicio depositado en las paredes de la célula forma una capa protectora que reduce la transpiración a través de las células exteriores.
- ❖ El silicio depositado en las paredes de la célula de los vasos del xilema previene condensación de los vasos bajo las condiciones de transpiración alta, causada por sequedad o tensión de calor.
- ❖ Temperaturas de 35 °C o superiores causan en las plantas detenimiento de sus funciones metabólicas, porque el agua se pierde a través de la transpiración más rápido que las que puede reemplazarse vía sistema de la raíz de la planta; esto produce daños intracelulares y aumento en las concentraciones minerales que inhiben diferentes funciones de la planta. El incremento de los niveles de silicio en las paredes de la célula reduce pérdidas de la transpiración causadas por temperaturas altas y, así permiten funciones metabólicas continuas a temperaturas más altas.
- ❖ Las plantas se marchitan menos, resisten alta luminosidad y son más tolerantes a tensiones de calor. Como resultado de la transpiración disminuida la planta se siente menos estresada durante la siembra y formación de raíces, asimilando excelentemente bien estos estados.

- ❖ También se ha podido demostrar que el Silicio produce concentraciones más altas de clorofila por unidad de área foliar. Esto implica que una planta puede tolerar niveles bajos, ligeros y más altos usando más de la luz disponible.
- ❖ El mecanismo del silicio soluble parece ser una acumulación en las células de la epidermis de las plantas que actúan como una barrera contra la penetración de hongos como los Oidios, y *Pythium* entre otros; ya que en una infección fungosa se encuentran depósitos mayores de silicio alrededor del tejido de la planta afectada, mostrando que este silicio es selectivamente acumulado en el sitio de la infección. También se deposita silicio en las paredes de las células de raíces donde actúa como una barrera contra la invasión por parásitos y patógenos. Las pruebas dirigidas en algunos cultivos hortícolas determinaron que ese silicio soluble debe estar disponible a la planta durante el período de infección por esporas fungosas.
- ❖ El Silicio tiene una gran interacción con el Calcio (Ca) y el Magnesio (Mg) promoviendo así su movilización más rápida

2.5.5. Ensayos con aplicaciones foliares de Silicio (Si) en diferentes cultivos.

Gómez R et al., (2006), manifiestan que, en el ensayo realizado en la Universidad Autónoma de Chapingo en México “Fertilización Foliar con Silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium Oxysporum* en tomate de cáscara” dio como resultado que a las plantas que se les aplicó silicio vía foliar presentaron mayor resistencia a la enfermedad, ya que a pesar de la presencia de *Fusarium* hubo producción de fruto.

En tanto que Edison Moyano (2009), en la investigación realizada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral en Ecuador “Establecimiento de la línea base de productos formulados con silicio y estudio de los efectos de los parámetros de

desarrollo y sanitario de plantas de banano variedad Williams” dio como resultado que de manera general, las aplicaciones de silicio demostraron efectos positivos en los parámetros agronómicos y sanitarios del cultivo, en condiciones controladas.

Miramontes B et al., (2004), una investigación en arveja realizada en la Universidad Autónoma de Chapingo (México), concluye que la utilización de metasilicato de sodio en suelos ácidos, ayuda a bloquear la adsorción de los fosfatos por los óxidos de aluminio y hierro; la cual influyó para que en un cultivo de arveja a los 48 días de edad, en el análisis estadístico se encontró que los tratamientos tuvieron una diferencia significativa sobre la altura de la planta y las biomásas fresca y seca, respectivamente; el mejor tratamiento fue el de 3.28 cmol(+) de silicio kg-1 de suelo.

2.6. CONTROL QUIMICO

Cuadro No. 4 Paquete de Control

Aplicaciones	Producto	Dosis/lt	Edad cultivo
1ra	Carbenpac Profenopac	1.25 cc 1,25 cc	15 – 21 días
2da	Propilaq 25 CE Methapac	0,5 cc 1 gr	30 – 45 días
3ra	Amistar Cyperpac	0,3 gr 1,25 cc	45 – 60 días
4ta	Propilaq 25 CE Methapac	0.5 cc 1 gr	75 – 90 días
5ta	Carbenpac	1,25 cc	90 – 105 días

Fuente: Agripac.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ubicación geográfica del sitio donde se llevó a cabo la investigación se señala a continuación:

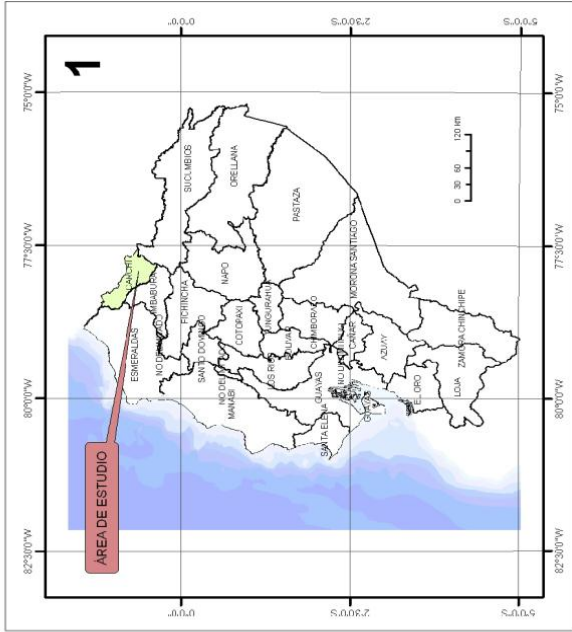
LOCALIZACIÓN	SITIO
Provincia	Carchi
Cantón	Bolívar
Parroquia	Bolívar
Localidad	San Vicente
Latitud	(0° 30' 43,26" N) X: 845498E
Longitud	(77° 53' 47,41" W) Y: 10056677N
Altitud	2606 m.s.n.m.
Área de Estudio	2024 m ²

DATOS CLIMÁTICOS

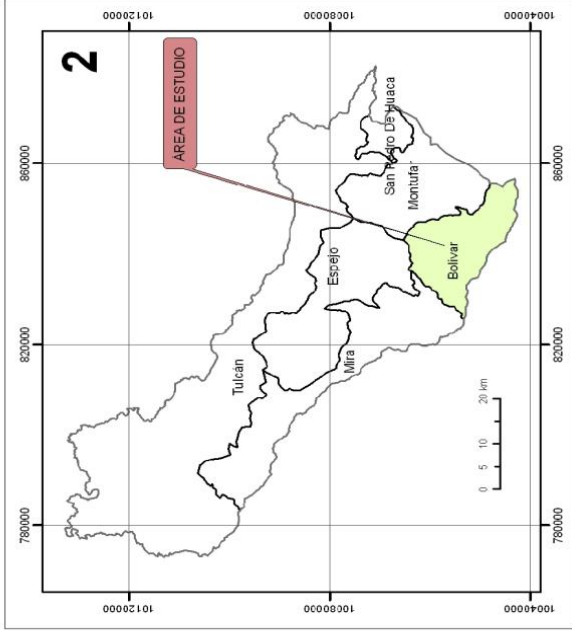
Precipitación	808.3 mm/Año
Temperatura	15.0 °C
Zona de Vida	Bosque Seco Montano Bajo
(Propuesta por Holdrige)	(b s M B)

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Estación Meteorológica “San Gabriel”, Proyecto PRSA – INAMHI. Citado por Aupás G (2008)

UBICACIÓN EN EL ECUADOR



UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DEL CARCHI

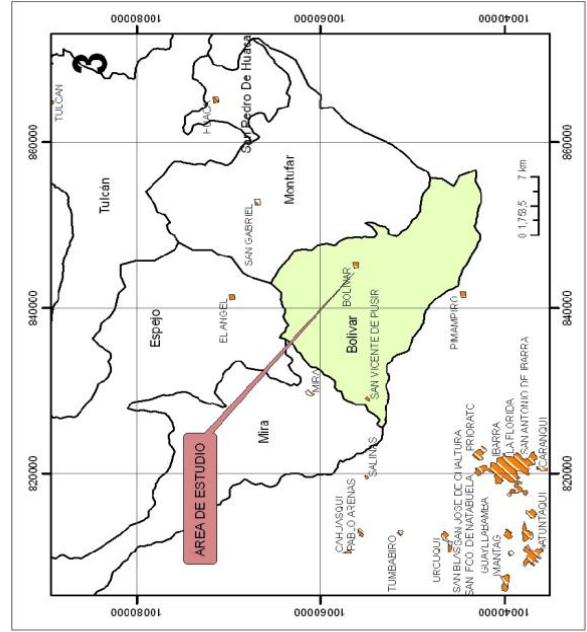


MAPA DE UBICACIÓN

FECHA: 2010 - 03 - 11



UBICACION EN EL CANTÓN BOLÍVAR



UBICACION EN LA PARROQUIA BOLÍVAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES ESCUELA DE INGENIERÍA AGRICOLA	
PROYECTO: ALTERNATIVAS DE CONTROL FOTOGRÁFICO EN TRCS VARIETADES DE ARVEJA (Pisum sativum L.) CON EL USO DE BIOFERTILIZANTES (RIZOBIUM Y MICORRIZAS), SUICIO Y PESTICIDAS	
ESCALA: A 1:10,000	FUENTES: SIRHENA ZUBIR TRABAJO DE CAMPO, 2010
ARCHIVO DE UBICACIÓN: CITE/SUBDISTRIBUCIÓN/CID	ZONA DE ESTUDIO: PARROQUIA DE BOLÍVAR
DATOS CARTOGRAFICOS: DATUM WGS84 ZONA 17 S	AUTORES: SABRUEL PARSON FERNANDO CUASQUER
MAPA DE UBICACIÓN	

3.2. MATERIALES, INSTRUMENTOS E INSUMOS

❖ **Materiales**

- Herramientas de campo (palas, azadón, etc)
- Herramientas para identificar las parcelas (estacas, flexómetro piola, etc)
- Suministros y equipos de oficina
- Tanque de 200 litros
- Carretilla
- Barreno

❖ **Insumos**

- Fertilizantes Químicos
 - Carbonato de calcio
 - Pesticidas
 - Fungicidas**
 - Carbenpac
 - Propilac 25 CE
 - Amistar
 - **Insecticidas**
 - Profenopac
 - Methapac
 - Cyperpac
- Biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas)
 - Silicio líquido
 - Semillas

Fijador

Agral

❖ **Equipos**

- Equipo de Fumigación
- Cámara Fotográfica
- Computador
- G.P.S.
- Balanza de precisión

- Recipientes de medición
- Calculadora

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Factores en estudio

A	VARIEDADES: (V)	V1	Quantum
		V2	Asthon
		V3	Semi verde
B	ALTERNATIVAS: (A)	A1	Control Químico
		A2	Control Químico + Silicio
		A3	Control Químico + Rhizobium y Micorrizas
		A4	Control Químico + Silicio + Rhizobium y Micorrizas
		A5	Control Químico 50%
		A6	Control Químico 50% + Silicio
		A7	Control Químico 50% + Rhizobium y Micorrizas
		A8	Control Químico 50% + Silicio + Rhizobium y Micorrizas

3.3.2. Tratamientos

NÚMERO	TRATAMIENTO
T1	V1A1
T2	V1A2
T3	V1A3
T4	V1A4
T5	V1A5
T6	V1A6
T7	V1A7
T8	V1A8
T9	V2A1
T10	V2A2
T11	V2A3
T12	V2A4
T13	V2A5
T14	V2A6
T15	V2A7
T16	V2A8
T17	V3A1
T18	V3A2
T19	V3A3
T20	V3A4
T21	V3A5
T22	V3A6
T23	V3A7
T24	V3A8

3.3.3. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Parcelas Divididas, con una Distribución de Bloques Completamente al Azar. Siendo la parcela grande las variedades (V) y la parcela pequeña son las alternativas de control fitosanitario (A).

3.3.3.1. Características del experimento

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 24

Número de unidades experimentales: 72

La unidad experimental fue de: 18 m²

3.3.3.2. Análisis estadístico

El esquema de análisis fue el siguiente:

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones	2
Variedades	2
Error (a)	4
Alternativas	7
I V x A	14
Error (b)	42
Total	71

X

CVa (%)

CVb (%)

3.3.3.3. Análisis funcional

Se realizó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad estadística para variedades y para las alternativas de control una Prueba (DMS) Diferencia Mínima Significativa.

3.3.3.4. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

- Días a la Floración
- Número de racimos/sitio
- Número de vainas/sitio
- Días a la Cosecha
- Rendimiento cosecha
- Rendimiento grano
- Incidencia y severidad de antracnosis

3.3.4. Manejo específico del experimento

3.3.4.1. Análisis del suelo

- Antes de instalar el ensayo se tomó una muestra de suelo, con el fin de observar las condiciones físicas y químicas del terreno (Ficha Nro. 8).
- Se realizó con el método del zigzag, con la ayuda del barreno se cogió las muestras a una profundidad de 15 cm.
- Teniendo los resultados del análisis se procedió a realizar los cálculos de fertilización necesarios para el cultivo de arveja.

3.3.4.2. Preparación del terreno

- Con la ayuda de un tractor se realizó un arado con el objetivo de remover la tierra y eliminar malas hierbas existentes.
- Se inició con la aplicación de Carbonato de Calcio con el fin de alcanzar un pH óptimo de acuerdo a las recomendaciones del análisis de suelo para el cultivo de arveja.
- Luego se procedió a la aplicación del fertilizante, este fue en concordancia a los resultados del análisis del suelo.
- La incorporación del fertilizante se cumplió con la ayuda del tractor y rastra, también con el objetivo de mullir la tierra para que no existiera terrones grandes.
- Finalmente se efectuó el trazado de las unidades experimentales de 18 m² cada una. Para la separación de variedades se realizó caminos de 2m y para separar los bloques se tomó una distancia de 3m.

3.3.4.3. Siembra

- La siembra se realizó de manera directa, se colocó cuatro semillas por sitio de siembra, la densidad de siembra fue de 30 cm entre plantas y 50 cm entre surcos. El número de posiciones por unidad experimental fue de 120.
- En los tratamientos que se utilizó los biofertilizantes se inoculó a las semillas antes de la siembra con cultivos ya preparados.

3.3.4.4. Prácticas Culturales

- La frecuencia de riego se ejecutó de acuerdo a las necesidades de la planta para mantener el suelo en condiciones ideales para el cultivo.

- Se realizó una deshierba a los 30 días de germinada para eliminar las malezas dentro del cultivo.
- Luego se procedió a realizar un aporque definitivo.

3.3.4.5. Aplicación de los tratamientos

Los diferentes tratamientos se los aplicó siguiendo lo expresado en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 5 Cronograma de aplicación

ALT	DÍAS DE APLICACIÓN					
	SIEMBRA	15 – 21	30 - 45	45 - 60	75 - 90	90 - 105
A1		CQ	CQ	CQ	CQ	CQ
A2		CQ + Si	CQ + Si	CQ + Si	CQ + Si	CQ + Si
A3	Rizhobium	CQ + M	CQ	CQ	CQ	CQ
A4	Rizhobium	CQ + Si + M	CQ + Si	CQ + Si	CQ + Si	CQ + Si
A5		CQ 50%	CQ 50%	CQ 50%	CQ 50%	CQ 50%
A6		CQ 50% + Si	CQ 50% + Si	CQ 50% + Si	CQ 50% + Si	CQ 50% + Si
A7	Rizhobium	CQ 50% + M	CQ 50%	CQ 50%	CQ 50%	CQ 50%
A8	Rizhobium	CQ 50% + Si+ M	CQ 50% + Si	CQ 50% + Si	CQ 50% + Si	CQ 50% + Si

- La cepa de Rhizobium se inoculó a la semilla antes de la siembra.
- Los hongos micorrízicos se los aplicó en forma de drench a las raíces de las plantas, con la ayuda de una bomba de mochila, esto se lo realizó a los 20 días de la siembra es decir cuando la planta ya estuvo germinada.
- Las aplicaciones de silicio se los cumplió de acuerdo al cronograma especificado en el cuadro anterior. Lo mismo se hizo con los controles a base de pesticidas.

3.3.4.6. Cosecha

- La cosecha se la obtuvo en estado de vaina verde, se la realizó en forma manual cuando las vainas estuvieron completamente verdes y bien desarrolladas.

3.3.5. Variables evaluadas

3.3.5.1. Días a la Floración

La medición se hizo cuando las parcelas presentaron el 50% de la floración.

3.3.5.2. Número de racimos/sitio

De cada parcela neta se eligió 5 posiciones de siembra, para determinar el número de racimos, esto se efectuó antes del inicio de la floración ya que en esta fase fenológica la planta ya estuvo completamente desarrollada.

3.3.5.3. Número de vainas/sitio

En la parcela se escogió las mismas 5 posiciones de siembra anteriores, de las cuales se realizó el conteo de las vainas de cada una. Esto se realizó cuando culminó la floración, es decir cuando la planta ya estuvo totalmente en vaina.

3.3.5.4. Días a la Cosecha

Esta variable se la midió considerando el tiempo transcurrido desde el día de la siembra hasta la cosecha en verde.

3.3.5.5. Rendimiento cosecha

De cada unidad experimental se realizó la cosecha de la vaina de la parcela neta, se determinó el pesaje respectivo en kg de cada una y finalmente obtuvimos el rendimiento total del ensayo.

3.3.5.6. Rendimiento en grano

De cada parcela neta de las unidades experimentales, se escogió las 5 posiciones de siembra que se evaluaron en las variables anteriores de las cuales se cosechó las vainas para luego extraer el grano. El mismo que fue pesado en kg y luego se transformó a kg/ha.

3.3.5.7. Incidencia y severidad de antracnosis en el cultivo

La medición de esta variable se verificó en la parcela neta, desde el desarrollo de la planta que es donde se presenta la enfermedad hasta la cosecha definitiva. Estos datos se observaron con monitoreos cada 15 días en todo el ensayo, tomando como referencia la parcela neta, de las cuales se observó primeramente la incidencia determinando el número de plantas enfermas, la severidad se midió observando el porcentaje de planta infestada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación, fueron los siguientes:

4.1. DÍAS A LA FLORACIÓN

Cuadro No. 6 Medias de Variedades

VARIEDADES	X
V1	63,8
V2	68,2
V3	58,8

Cuadro No. 7 Medias de Alternativas

Alt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
X	64,0	63,8	63,8	63,3	63,6	63,9	63,1	63,2

Cuadro No. 8 Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. tab	
					5%	1%
Rep	2	72,33	36,17	1,50 ^{ns}	6,94	18,00
Var	2	1065,08	532,54	22,11 ^{**}	6,94	18,00
Error (a)	4	96,33	24,08			
Alt	7	6,83	0,98	0,53 ^{ns}	2,33	3,30
I V x A	14	94,25	6,73	3,69 ^{**}	2,03	2,74
Error (b)	42	76,67	1,83			
Total	71	1411,50				

ns = No Significativo

** = Significativo al 1%

Cv (a) = 7,72 %

Cv (b) = 2,13 %

X = 63,6 días.

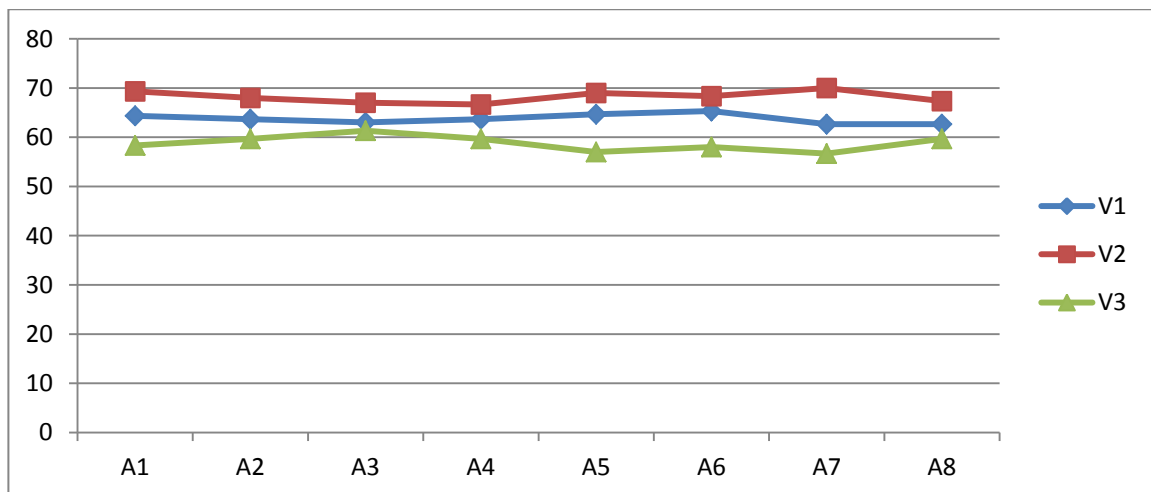
En el análisis de varianza (Cuadro 8), se observa que existe una diferencia significativa al 1% para variedades y la interacción. En cambio fue no significativo para el resto de los componentes de la varianza. Los coeficientes de variación para las variedades y alternativas de control fueron de 7,72% y 2,13% respectivamente, con una media de 63,58 días.

Cuadro No. 9 Prueba de Duncan Al 5% para Variedades

VARIEDAD	MEDIA	RANGO
V2	68,2	A
V1	63,8	B
V3	58,8	C

La prueba de Duncan al 5% (Cuadro 9), detecta la presencia de tres rangos, siendo la variedad V3 (Semi verde) la que ocupó el tercer rango C por lo tanto fue la más precoz, esto se debe a la característica agronómica de la planta ya que la precocidad depende de la característica genética que es propia de cada variedad.

Figura 1. Interacción de Variedades por Alternativas de control para Días a la Floración.



En la Figura 1, se aprecia que la V3 (Semi verde) es la más precoz, tendencia que se manifiesta con todas las alternativas de control. En cuanto se relaciona a la influencia de las alternativas en la precocidad se observa que con la A7 (Control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas) las V1 y V3 disminuyen los días a la floración en cambio la V2 se presenta más precoz en la A3 (Control químico 100% + Rhizobium y Micorrizas), lo que permite afirmar que si existe efecto en la floración al aplicar los biofertilizantes.

4.2. NÚMERO DE RACIMOS / SITIO

Cuadro No. 10 Medias de Variedades

VARIETADES	X
V1	23,6
V2	23,9
V3	23,8

Cuadro No. 11 Medias de Alternativas

Alt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
X	23,1	22,9	24,5	24,7	23,2	23,4	25,1	23,2

Cuadro No. 12 Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. tab	
					5%	1%
Rep	2	67,45	33,73	3,83 ^{ns}	6,94	18,00
Var	2	1,40	0,70	0,08 ^{ns}	6,94	18,00
Error (a)	4	35,20	8,80			
Alt	7	45,23	6,46	0,72 ^{ns}	2,33	3,30
I V x A	14	139,21	9,94	1,11 ^{ns}	2,03	2,74
Error (b)	42	375,73	8,95			
Total	71	664,22				

ns = No Significativo

Cv (a) = 12,50 %

Cv (b) = 12,60 %

X = 23,7 racimos.

En el análisis de varianza (Cuadro 12), se observa que no existe diferencia significativa, para variedades, alternativas y la interacción. Los coeficientes de variación para las alternativas de control y la interacción fueron de 12,50% y 12,60% respectivamente, con una media de 23,7 racimos por sitio.

4.3. NÚMERO DE VAINAS / SITIO

Cuadro No. 13 Medias de Variedades

VARIETADES	X
V1	48,4
V2	49,9
V3	34,5

Cuadro No. 14 Medias de Alternativas

Alt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
X	42,3	43,6	45,6	44,0	42,6	41,5	50,6	43,8

Cuadro No. 15 Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. tab	
					5%	1%
Rep	2	391,00	195,50	7,20*	6,94	18,00
Var	2	3455,98	1727,99	63,65**	6,94	18,00
Error (a)	4	108,60	27,15			
Alt	7	514,23	73,46	5,10**	2,33	3,30
I V x A	14	703,87	59,28	3,49**	2,03	2,74
Error (b)	42	605,46	14,42			
Total	71	5779,14				

*= Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

Cv (a) = 11,77 %

Cv (b) = 8,58 %

X = 44,3 vainas.

En el análisis de varianza (Cuadro 15), se observa que existe una diferencia significativa al 1% para variedades, alternativas e interacción y al 5 % para repeticiones. Esto pudo ser principalmente a las características agronómicas de cada variedad. Con V1 y V2 se obtuvo de 2 a 4 vainas por racimo en cambio la V3 presentó de 2 a 3 vainas por racimo. Los coeficientes de variación para las variedades y alternativas de control fueron de 11,77% y 8,58% respectivamente, con una media de 44,3 vainas por sitio.

Cuadro No. 16 Prueba de Duncan al 5% para Variedades

VARIEDAD	MEDIA	RANGO
V2	49,9	A
V1	48,4	A
V3	34,5	B

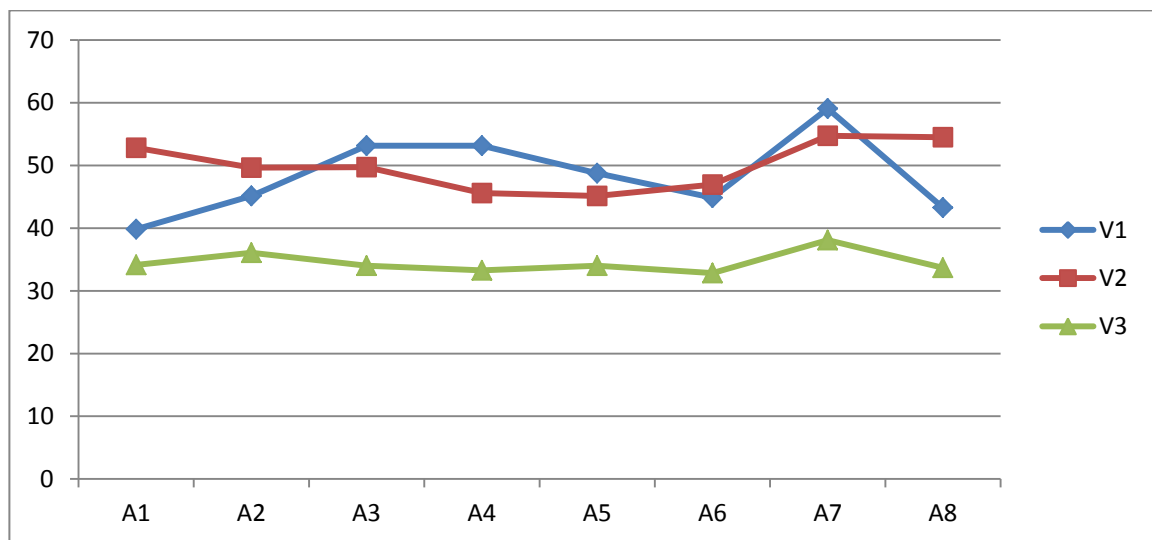
La prueba de Duncan al 5% (Cuadro 17), determina la presencia de dos rangos, siendo la V2 (Asthom) y V1 (Quantum) las variedades que ocuparon el primer rango, siendo estas las que mayor cantidad de vainas obtuvieron.

Cuadro No. 17 Prueba de DMS al 5% para alternativas de control

ALTERNATIVA	MEDIA	RANGO
A7	50,6	A
A3	45,6	A B
A4	44,0	B
A8	43,8	B
A2	43,6	B
A5	42,6	B
A1	42,2	B
A6	41,5	B

La prueba de DMS al 5% (Cuadro 18), establece la presencia de dos rangos, siendo la A7 (Control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas) y la A3 (Control químico 100% + Rhizobium y Micorrizas) las alternativas de control que ocuparon el primer rango y por lo tanto son las mejores. Esto es importante porque a las plantas que se les aplicó los biofertilizantes ayudaron a que se desarrolle de mejor manera el sistema radicular y como resultado la absorción de los nutrientes fue más efectiva.

Figura 2. Interacción de Variedades por Alternativas de control para Número de Vainas / Sitio.



En la Figura 2, se observa la tendencia de las tres variedades con cada una de las 8 alternativas siendo las variedades V1 y V2 las que presentan una mayor cantidad de vainas; en cambio al referirse a las alternativas se puede decir que con las tres variedades la mejor alternativa de control es la A7 (Control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas).

4.4. DÍAS A LA COSECHA

Cuadro No. 18 Medias de Variedades

VARIETADES	X
V1	91,8
V2	92,3
V3	90,3

Cuadro No. 19 Medias de Alternativas

Alt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
X	91,9	91,6	91,7	91,2	91,4	91,7	91,0	91,1

Cuadro No. 20 Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. tab	
					5%	1%
Rep	2	223,86	111,93	6,64*	6,94	18,00
Var	2	47,44	23,72	1,41 ^{ns}	6,94	18,00
Error (a)	4	67,47	16,87			
Alt	7	6,00	0,86	0,54 ^{ns}	2,33	3,30
I V x A	14	88,33	6,31	3,97**	2,03	2,74
Error (b)	42	66,67	1,59			
Total	71	499,78				

ns = No Significativo
 * = Significativo al 5%
 ** = Significativo al 1%

Cv (a) = 4,49 %

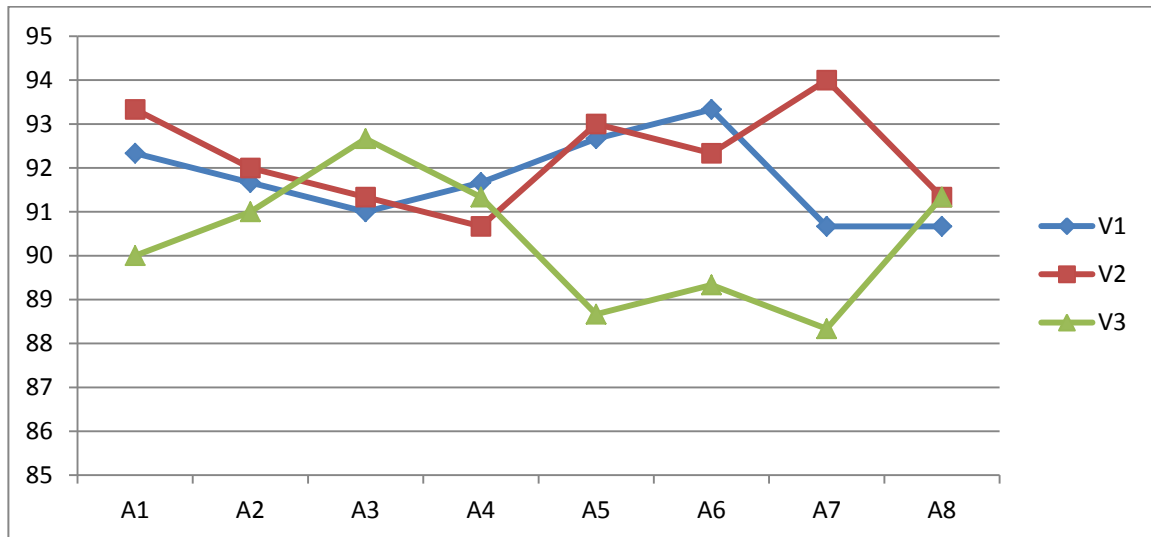
Cv (b) = 1,38 %

X = 91,4 días

En el análisis de varianza (Cuadro 20), se observa que existe una diferencia significativa al 1% para la interacción y al 5 % para repeticiones. En cambio fue no significativo para las variedades y alternativas de control. Esto pudo ocurrir porque las condiciones climáticas fueron favorables para todo el ensayo, por lo tanto las variedades se uniformizaron para cumplir su ciclo en verde en el tiempo establecido.

Los coeficientes de variación para las variedades y alternativas de control fueron de 4,49 % y 1,38% respectivamente, con una media de 91,4 días.

Figura 3. Interacción de Variedades por Alternativas de control para Días a la Cosecha.



En la Figura 3, se establece que la V3 (Semi verde) es la más precoz, tendencia que se manifiesta con la mayoría de alternativas de control, en cuanto se relaciona a la influencia de las alternativas en la precocidad se observa que con la A7 (control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas), las variedades 1 y 3 disminuyen los días a la cosecha, lo que coincide con los resultados de la empresa Mycosym (2008 – 2009) España – Córdoba y Sevilla, en un estudio acerca de la producción de lechuga, en donde menciona que la aplicación de micorrizas a las plantas aceleró el proceso de maduración de la misma. En cambio la V2 presentó mayor número de días a la cosecha con la A7.

4.5. RENDIMIENTO COSECHA

Cuadro No. 21 Medias de Variedades

VARIETADES	X
V1	12,2
V2	11,1
V3	9,9

Cuadro No. 22 Medias de Alternativas

Alt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
X	10,2	11,2	11,1	10,1	11,3	11,4	12,6	10,7

Cuadro No. 23 Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. tab	
					5%	1%
Rep	2	1,19	0,60	0,20 ^{ns}	6,94	18,00
Var	2	67,16	33,58	11,40*	6,94	18,00
Error(a)	4	11,78	2,95			
Alt	7	37,37	5,34	6,99**	2,33	3,30
I V x A	14	59,34	4,25	5,57**	2,03	2,74
Error(b)	42	32,08	0,76			
Total	71	209,13				

ns = No Significativo

* = Significativo al 5%

** = Significativo al 1%

Cv (a) = 15,52 %

Cv (b) = 7,90 %

X = 11,1 Ton/ha

En el análisis de varianza (Cuadro 23), se observa que existe una diferencia significativa al 1% para las alternativas de control e interacción y al 5 % para las variedades. En cambio fue no significativo para las repeticiones.

Esto puede ser a lo establecido en las anteriores variables ya que la V1 y V2 fueron las mejores. Los coeficientes de variación para las variedades y alternativas de control fueron de 15,52 % y 7,90 % respectivamente, con una media de 11,1 Ton/ha.

Cuadro No. 24 Prueba de Duncan al 5% para Variedades

VARIEDAD	MEDIA	RANGO
V1	12,2	A
V2	11,1	B
V3	9,9	C

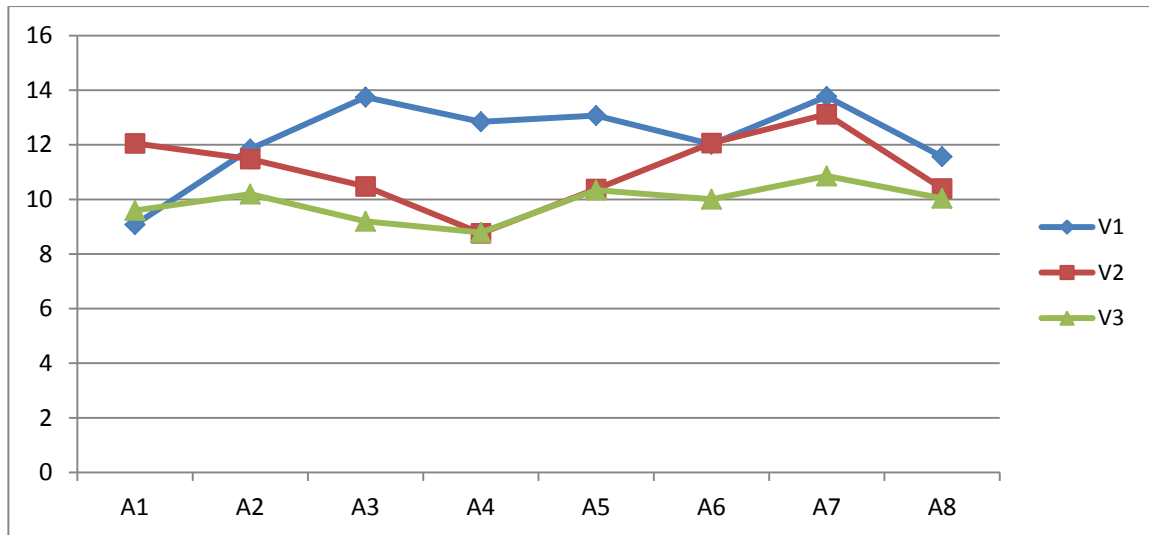
La prueba de Duncan al 5% (Cuadro 24), detectó la presencia de tres rangos, siendo la V1 (Quantum) la que ocupó el primer rango y por lo tanto fue la mejor. Esto tiene su explicación ya la vaina de esta variedad tiene un mayor peso y por lo tanto es la mejor.

Cuadro No. 25 Prueba de DMS al 5% para Alternativas de control

ALTERNATIVA	MEDIA	RANGO
A7	12,6	A
A6	11,4	A B
A5	11,3	A B
A2	11,2	A B
A3	11,1	A B
A8	10,7	A B
A1	10,2	A B
A4	10,1	B

La prueba de DMS al 5% (Cuadro 25), determina la presencia de dos rangos, siendo las alternativas que ocupan el rango A las mejores.

Figura 4. Interacción de Variedades por Alternativas de control para Rendimiento Cosecha.



En la Figura 4, se aprecia que la V1 es la mejor, tendencia que se manifiesta en la mayoría de las alternativas de control y por esta razón es la que presentan mayor cantidad de rendimiento cosecha; y al referirse a todas las alternativas se puede decir que con las tres variedades la mejor alternativa de control es la A7 (Control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas). Esto se debe a que los biofertilizantes ayudaron a que las plantas absorbieran de mejor manera los nutrientes como por ejemplo el Fósforo (P) el cual es el que influye en el incremento de los rendimientos de las plantas.

4.6. RENDIMIENTO EN GRANO

Cuadro No. 26 Medias de Variedades

VARIETADES	X
V1	9,4
V2	8,8
V3	5,1

Cuadro No. 27 Medias de Alternativas

Alt	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
X	7,2	7,5	8,2	7,7	7,7	7,6	8,7	7,8

Cuadro No. 28 Análisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. tab	
					5%	1%
Rep	2	1,62	0,81	1,27 ^{ns}	6,94	18,00
Var	2	259,50	129,75	203,53**	6,94	18,00
Error (a)	4	2,55	0,64			
Alt	7	14,27	2,04	12,89**	2,33	3,30
I V x A	14	14,02	1,00	6,33**	2,03	2,74
Error (b)	42	6,64	0,16			
Total	71	298,59				

ns = No Significativo
 ** = Significativo al 1%

Cv (a) = 10,27 %

Cv (b) = 5,13 %

X = 7,8 Ton/ha

En el análisis de varianza (Cuadro 28), se observa que existe una diferencia significativa al 1% para variedades, alternativas de control y la interacción. En cambio fue no significativo para las repeticiones. Los coeficientes de variación para las variedades y alternativas de control fueron de 10,27 % y 5,13 % respectivamente, con una media de 7,8 Ton/ha.

Cuadro No. 29 Prueba de Duncan al 5% para Variedades

VARIEDAD	MEDIA	RANGO
V1	9,4	A
V2	8,9	B
V3	5,1	C

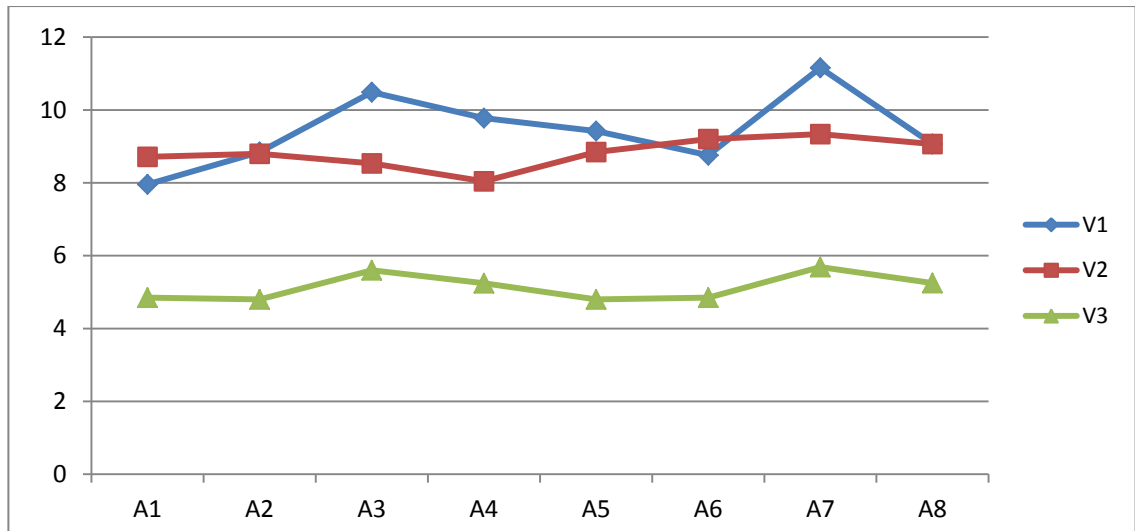
La prueba de Duncan al 5% (Cuadro 29), detectó la presencia de tres rangos, siendo la V1 (Quantum) la que ocupó el primer rango y por lo tanto fue la mejor. Esto se debe a que esta variedad a pesar de no mostrar mayor número de vainas por sitio su peso en grano es mayor y por lo tanto es la mejor.

Cuadro Nro. 30 Prueba de DMS al 5% para Alternativas de control

ALTERNATIVA	MEDIA	RANGO
A7	8,7	A
A3	8,2	A B
A8	7,8	B C
A5	7,7	B C
A4	7,7	B C
A6	7,6	B C
A2	7,5	C
A1	7,2	C

La prueba de DMS al 5% (Cuadro 30), detectó la presencia de tres rangos, siendo A7 (Control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas) y A3 (Control químico 100% + Rhizobium y Micorrizas) las mejores, aquí se nota muy claramente el efecto de los biofertilizantes, tanto los rizobios como las micorrizas que ayudaron a la absorción de nutrientes para la planta y como resultado de este efecto el rendimiento en grano se incrementó.

Figura 5. Interacción de Variedades por Alternativas de control para Rendimiento en Grano.



En la Figura 5, se observa la tendencia de las tres variedades con cada una de las 8 alternativas, siendo la variedad V1 la que presentó mayor cantidad de rendimiento en grano y por lo tanto es la mejor; al referirse a las alternativas se puede decir que con las tres variedades la mejor alternativa de control es la A7 (Control químico 50% + Rhizobium y Micorrizas). Con esto se afirma que los biofertilizantes ayudaron a que el peso del grano incremente como explica la empresa Nytragin, que al aplicar biofertilizantes al cultivo de arveja tiene un incremento de un 13% en el peso en grano.

4.7. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS

La medición de esta variable se realizó en la parcela neta, desde el desarrollo de la planta que es donde se presenta la enfermedad hasta la cosecha definitiva. Las observaciones se realizaron con monitoreos cada 15 días en todo el ensayo, determinando que durante todo el ciclo no existió la presencia de la enfermedad, debido a que las condiciones ambientales de la época de siembra no fueron favorables para que el patógeno se desarrolle.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

1. La alternativa de control fitosanitario, A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), es la que actuó mejor en toda la fase fenológica del cultivo, a excepción de la fase de maduración ya que esta no causó efecto al ataque de trips (*Kakothrips robustus*).
2. En la influencia de las alternativas de control en la precocidad se determina que con la aplicación de la A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), las variedades Quantum y semi verde disminuyen sus días a la floración y cosecha.
3. El número de vainas/sitio fue mejor para las tres variedades con la utilización de la A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas).
4. El uso de la alternativa de control A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), hace que los biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas) ayuden como las micorrizas a la absorción de nutrientes de poca movilidad y de igual manera de macro y micronutrientes, y como resultado proporciona un mayor rendimiento en cosecha y grano.

5. En lo que respecta al análisis económico, se concluye que es viable la aplicación de la A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), ya que esta es la que mejores resultados de rendimiento nos proporciona tanto en cosecha y grano, además es la alternativa que menor costo económico refleja.
6. La aplicación de la A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), además de ser económica, proporciona que la bacteria Rhizobium ayuda a incrementar la cantidad de nitrógeno por medio de la fijación atmosférica y esto evita la contaminación de los suelos agrícolas por la utilización de fertilizantes químicos.
7. La variedad Quantum respondió mejor a las alternativas de control fitosanitario, porque durante todo el ciclo del cultivo esta variedad presentó mayor sanidad.
8. No existió la presencia de ningún tipo de antracnosis (*Ascochyta pisi* Lib y *Colletotrichum pisi*) en el ciclo del cultivo, pero existió la presencia de ceniza (*Erysiphe polygoni* D.C.) en la variedad semi verde.
9. Los rendimientos totales de cosecha y grano, de la variedad Quantum fueron los mejores con 12,24 y 9,43 toneladas/ha respectivamente.
10. La variedad Asthom tuvo un rendimiento cosecha de 11,09 toneladas/ha, es decir 1,15 toneladas/ha menos que la variedad Quantum, el rendimiento grano fue de 8,82 toneladas/ha, es decir 0,61 toneladas/ha menos que la variedad Quantum.

11. La variedad que tuvo menor rendimiento fue la semi verde con un rendimiento cosecha de 9,88 toneladas/ha y un rendimiento grano de 5,13 toneladas/ha.

5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son las siguientes:

1. Es conveniente la aplicación de la alternativa de control A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), ya que es favorable porque con esta fórmula se obtuvo mayor sanidad en las plantas, menores días a la floración, cosecha y mayores rendimientos tanto en grano como en cosecha.
2. Es económico y rentable la utilización de biofertilizantes (Rizhobium y Micorrizas), con una aplicación reducida al 50 % del control químico. Porque este influye en el papel que desempeñan los biofertilizantes.
3. Para próximas investigaciones se puede evaluar a los biofertilizantes (Rizhobium y Micorrizas), con diferentes dosis y frecuencias de aplicación para determinar mejores resultados con la variedad Quantum.
4. Es muy aconsejable el uso de la alternativa de control A7 (Control químico 50% + Rizhobium + Micorrizas), porque los hongos micorrízicos ayudan a la protección contra patógenos radicales, mayor tolerancia al déficit hídrico, desequilibrios de pH, contenidos de sales, toxinas entre otros.

5. En la zona de Bolívar la variedad semi verde no es recomendable su cultivo porque esta tiene gran susceptibilidad a plagas, enfermedades y además se obtienen bajos rendimientos.
6. Se debe aplicar silicio en la fase de maduración de la vaina, porque este elemento le ayuda a la planta a que sea menos susceptible al ataque de plagas como por ejemplo el trips.
7. De acuerdo al mercado es aconsejable la siembra de la variedad Quantum ya que con esta se obtiene mayor rendimiento en grano.
8. Es importante el cultivo de la variedad semi verde en la zona de Bolívar porque esta variedad es más apetecible por el consumidor final ya que su sabor es más gustoso que las otras variedades de arveja.
9. En próximas investigaciones se debe realizar riegos livianos porque el exceso o el encharcamiento de agua influye en la presencia de patógenos.

VI. RESUMEN

Titulo: “ALTERNATIVAS DE CONTROL FITOSANITARIO EN TRES VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum L*) CON EL USO DE BIOFERTILIZANTES (RHIZOBIUM Y MICORRIZAS), SILICIO Y PESTICIDAS EN BOLÍVAR - CARCHI”;

En la presente investigación: “**ALTERNATIVAS DE CONTROL FITOSANITARIO EN TRES VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum L*) CON EL USO DE BIOFERTILIZANTES (RHIZOBIUM Y MICORRIZAS), SILICIO Y PESTICIDAS EN BOLÍVAR - CARCHI**”; tuvo como objetivo evaluar diferentes alternativas de control fitosanitario, en tres variedades de arveja (*Pisum sativum L*) con el uso de biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas), silicio y pesticidas.

La investigación se realizó en la provincia de Carchi, cantón Bolívar, parroquia Bolívar en el barrio San Vicente de Paúl. El tiempo de duración de la fase de campo fue de 4 meses y los datos de las variables estudiadas se calcularon con un Diseño de Parcelas Divididas, con una Distribución de Bloques Completamente al azar con veinticuatro tratamientos y tres repeticiones, en donde la parcela grande son las variedades (V) y la parcela pequeña o subparcela son las alternativas de control (A).

De los resultados obtenidos se concluye que las variedades y las alternativas de control influyeron en la sanidad y producción del cultivo de arveja:

El mejor rendimiento se obtuvo con la variedad Quantum y la alternativa A7 (Control químico 50 % + Rhizobium + Micorrizas) (T7), tratamiento que produjo 13,77 ton/ha y 11,16 ton/ha en rendimiento cosecha y grano respectivamente.

En los tratamientos que se aplicó silicio se pudo observar mayor resistencia al ataque de plagas como es el trips (*Kakothrips robustus*) en la fase de maduración del cultivo.

Como demuestra los resultados, en la zona de la investigación es viable sembrar la variedad Quantum, con la utilización de los biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas) y la reducción de un control químico al 50 %, esto se recomienda porque su costo de producción es el más económico \$0,40 por kilo en cosecha y \$0,50 por kilo en grano y se obtiene muy buenos rendimientos.

VII. ABSTRACT

Title: "ALTERNATIVES TO CONTROL PLANT PROTECTION IN THREE VARIETIES OF PEA (*Pisum sativum* L) and biofertilizers (Rhizobium and mycorrhiza), SILICON AND PESTICIDES IN BOLIVAR - CARCHI"

In this investigation, "**CONTROL PLANT HEALTH ALTERNATIVES IN THREE VARIETIES OF PEA (*Pisum sativum* L) and biofertilizers (Rhizobium and mycorrhiza), SILICON AND PESTICIDES IN BOLIVAR - CARCHI**" are to evaluate different alternatives for phytosanitary control the three varieties of pea (*Pisum sativum* L) with the use of biofertilizers (Rhizobium and Mycorrhizae), silicon and pesticides.

The research was conducted in the province of Carchi, Bolivar province in the parish of Bolivar at the San Vicente de Paul. The duration of the field was 4 months and the data of the variables were calculated with a split plot design with a distribution of randomized and complete blocks with twenty four treatments and three repetitions, where the main plot are the varieties (V) and the small plot and subplot are the alternatives of a control (A).

The results obtained showed that the varieties and control alternatives influenced the health and yield of pea:

The best performance was obtained with the Quantum and the alternative variety A7

(Chemical controls 50% + Rhizobium + Mycorrhizae) (T7), treatment was 13.77 ton / ha and 11.16 ton / ha in crop yield and grain respectively.

In the treatments applied silicon is observed greater resistance to pests such as thrips (*Kakothrips robustus*) in the maturation stage of the crop.

As the results shows in the area of research is feasible that the plants at the Quantum range, with the use of biofertilizers (Rhizobium and Mycorrhizae) and the reduction of chemical control of 50%, which is recommended because the cost of production is the cheapest of \$ 0.40 per kilo in a certain season and \$ 0.50 per kilo of beans in order to get very good yields.

VIII. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)

8.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto generará un impacto ambiental por la utilización de productos químicos como fungicidas, insecticidas y fertilizantes, los cuales pueden ocasionar efectos negativos al medio ambiente y positivos para la comunidad por los ingresos que puede generar este proyecto, por lo tanto estamos en la obligación de plantear medidas de corrección que será la prevención la cual consiste en reducir el impacto en el lugar de la investigación Comunidad de “Bolívar - Carchi”

8.2. OBJETIVOS

8.2.1 General

Conocer los efectos que ocasiona la presente investigación “**ALTERNATIVAS DE CONTROL FITOSANITARIO EN TRES VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum L*) CON EL USO DE BIOFERTILIZANTES (RHIZOBIUM Y MICORRIZAS), SILICIO Y PESTICIDAS**” EN BOLÍVAR – CARCHI.

8.2.2 Específicos

- Determinar el área de influencia directa
- Determinar el área de influencia indirecta
- Caracterizar los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos.

- Evaluar los impactos positivos y negativos.

8.3 MARCO LEGAL

- Art 13.- El objetivo del proceso de Evaluación de Impactos Ambientales es garantizar que los funcionarios públicos y la sociedad en general tengan acceso, en forma previa a la decisión sobre su implementación o ejecución, a la información ambiental trascendente, vinculada con cualquier actividad o proyecto. Aparte de ello, en el referido proceso de Evaluación de Impactos Ambientales deben determinarse, describirse y evaluarse los potenciales impactos y riesgos respecto a las variables relevantes del medio físico, biótico, socio – cultural, así como otros aspectos asociados a la salud pública y al equilibrio de ecosistemas.
- Art 14.- Los elementos que debe contener un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales, para que una institución integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental pueda acreditarse ante el Sistema Único de Manejo Ambiental son:
 - Metodología y/o procedimiento que permita determinar la necesidad de efectuar un estudio de impacto ambiental, paso conocido como “tamizado”.
 - Procedimientos para la elaboración de los términos de referencia de un estudio de impacto ambiental, que permitan definir el alcance de dicho estudio.
 - Definición de las partes que intervienen en el proceso de elaboración, revisión y aprobación de estudios de impacto ambiental, y en el licenciamiento respectivo.

- Definición de los tiempos requeridos para la elaboración y presentación de estudios de impacto ambiental, y de los períodos del ciclo de la actividad o proyecto que deben ser considerados.
 - Definición de los mecanismos de seguimiento ambiental que serán aplicados durante las fases de ejecución o implementación de la actividad o proyecto.
 - Identificación de los mecanismos de participación ciudadana que serán empleados durante el proceso de evaluación de impactos ambientales, incluyendo objetivos claros y etapas predefinidas.
- Mediante el Art. 22 De la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos el MAG puede limitar, regular, o prohibir el empleo de sustancias, contaminantes en las explotaciones agropecuarias que den un mal uso a los productos utilizados en las diferentes actividades ya que pueden causar contaminación para el medio ambiente.
 - Art. 22.- (Ley de Aguas) Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

8.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “**ALTERNATIVAS DE CONTROL FITOSANITARIO EN TRES VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum L*) CON EL USO DE BIOFERTILIZANTES (RHIZOBIUM Y MICORRIZAS), SILICIO Y PESTICIDAS**” EN BOLÍVAR – CARCHI”, tiene como objetivo la demostración de nuevas técnicas para aumentar la producción la cual ayudara a mejorar la economía de la comunidad. Con este estudio podremos demostrar que con un buen manejo se puede obtener mayor producción con respecto a la utilizada tradicionalmente.

8.4.1. Áreas De Influencia

8.4.1.1 Área de Influencia Directa (AID)

La principal área de influencia es el sitio destinado a la producción de arveja (*Pisum sativum L*), en la parroquia de Bolívar – Carchi.

8.4.1.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta corresponderá a los terrenos aledaños al del área de estudio.

8.4.2 Caracterización del ambiente

8.4.2.1. Aspectos Físicos.

- **Clima.**

En la comunidad en donde se realizó el proyecto se registran temperaturas promedio de 15° C, esta temperatura es variable en diferentes horas del día.

- **Precipitación.**

El clima que presenta la zona esta caracterizado por temporadas secas entre Junio y Agosto y otras lluviosas entre Septiembre y Mayo. Las precipitaciones registran una media anual de 808.3 mm, indica el Ministerio de Energía y Minas, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Estación Meteorológica “San Gabriel”, Proyecto PRSA – INAMHI. Citado por Aupás G (2008).

8.4.2.2. Aspectos Biológicos.

- **Fauna**

En la zona de Bolívar se pueden encontrar especies silvestres tales como son, chucuris, zorrillos, lagartijas, raposas, palomas, golondrinas, tórtolas, pájaros, gallinazos y otras como son ratas y ratones.

- **Flora**

La Comunidad de Bolívar se caracteriza por ser una zona de Bosque Seco Montano Bajo, se encuentran especies como el espino, guarango, eucalipto, pino entre otras especies silvestres como es la ña de gato, chilca entre otras.

Especies Introducidas como es el caso de Limón, Tomate de árbol y Aguacate.

8.5 EVALUACIÓN DEL IMPACTO

Se utilizó el método de la “Matriz de Leopold”, que consiste en una evaluación cuantitativa y cualitativa de los impactos que género la investigación.

MATRIZ DE LEOPOLD														
COMPONENT	ELEMENTO	Arado	Rastrado	Aplicación fertilizante	Trazado de camas	Surcado de camas	Inoculación de la semilla	Siembra	Aplicación tratamientos	Deshierbas	Aporques	Riegos	Cosecha	Transporte
		ABIÓTICOS		SUELO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		AGUA		X				X	X			X		
		AIRE	X	X					X			X		
		AMBIENTE							X					
BIÓTICOS		FLORA		X			X		X	X	X	X	X	
		FAUNA	X	X					X			X	X	
		SALUD							X					
SOCIO-ECONÓMICO		EDUCACIÓN												
		CALIDAD DEL PRODUCTO					X	X	X	X	X	X	X	X
		INGRESOS	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
		SATISFACCIÓN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Cuadro Nro. 1 MATRIZ DE LEOPOLD

COMPONENTE	ELEMENTO	Arado	Rostrado	Aplicación fertilizante	Trazado de canas	Sarado de canas	Inoculación de la semilla	Siembra	Aplicación tratamientos	Dechieras	Ajopres	Riegos	Cosecha	Transporte	AFECCIONES POSITIVAS	AFECCIONES NEGATIVAS	AGREGACIÓN DE IMPACTOS
		AGROPECUARIO		3	2	4	1	1	2	1	1	1	1	5	2		7
AGUA				5				3	-6			9			3	1	41
AIRE		-4	-4	-4					-3			-4			0	5	-13
AMBIENTE				-4					-7						0	2	-36
FLORA				5	2		1		4	1	1	5	-4		6	1	39
FAUNA		-4	-4						-5			-4	-4		0	5	-19
SALUD				-4					-6						0	2	-19
EDUCACIÓN															0	0	0
CALIDAD DEL PRODUCTO				9	6		6	5	8	1	1	9	1	4	9	0	144
INGRESOS		3	3	9	3	3		3	9	3	3	8	6	3			90
SATISFACCIÓN		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	13	0	288
AFECCIONES POSITIVAS		2	2	5	3	3	4	5	5	5	5	5	3	3	50		490
AFECCIONES NEGATIVAS		3	3	4	0	0	0	0	5	0	0	3	3	0		21	
AGREGACIÓN DE IMPACTOS		16	17	116	22	22	39	30	40	24	24	120	75	25	490		

8.6 INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS.

En la matriz de evaluación de impactos se encontraron 50 impactos positivos y 21 impactos negativos lo que permite que el proyecto sea factible porque existe mayor cantidad de impactos positivos.

Tabla Nro. 2 PLAN DE MANEJO DEL CULTIVO DE ARVEJA							
ACAPITE	MEDIDA PROPUESTA	EFFECTO ESPARADO	RESPONSABLE	EJECUCIÓN	COSTO/CICLO	OBSERVACIONES	
SUELO	Erosión	Incorporación de restos vegetales y rotación de cultivos	Disminuir el nivel de todo tipo de erosión	Personas encargadas del cultivo como trabajadores y estudiantes	Inmediata post cultivo	50,00	Realizar un cronograma de actividades donde consiste un programa de rotación de cultivos y abonos verdes
	Compactación	Uso adecuado de la maquinaria agrícola y construir caminos alrededor del cultivo	Reducir la compactación que genera el hombre	Tractoristas y personas encargadas del cultivo	Inmediata pre cultivo	70,00	Buen manejo de maquinaria agrícola y uso de prácticas de conservación de suelos
AIRE	Calidad	Planes adecuados y oportunos de fumigación	Mejorar la calidad del aire no contaminándolo	Estudiantes	Inmediata y semanal	200,00	Realizar un manejo integrado de plagas y enfermedades
AGUA	Disponibilidad	Limpieza y mantenimiento de acequias	Mejorar la disponibilidad de agua	Trabajadores y tesisistas	Annual	40,00	Verificar estado de acequias alejadas
FLORA	Especies Nativas	Reforestación	Mayor disponibilidad de agua y conservación de suelos	Estudiantes y comunidad	Inmediato	200,00	Estudio de especies nativas sobresalientes en el sector
	Arveja	Aumento de la producción	Disminuir costos de producción con una agricultura sustentable	Estudiantes	Inmediato	120,00	Mayor producción y menos contaminación al ambiente
FAUNA	Roedores	Campañas de control y erradicación con trampas	Disminuir la cantidad de roedores	Estudiantes	Inmediato	50,00	Colocar trampas en lugares estratégicos
	Insectos	Aumento de especies forestales y utilización de insecticidas orgánicos	Disminución de insectos en el cultivo	Estudiantes	Inmediato	40,00	Erradicar los insectos que afectan al cultivo y mantener los beneficiosos
ESTÉTICA	Paisaje	Uso adecuado de recursos naturales	Mejorar la vista de los alrededores	Estudiantes	Ciclo	No representa valor económico	Mejorar el paisaje
SOCIAL	Mano de obra	Capacitación	Cambio en la actitud de la comunidad	Estudiantes	Inmediato	200,00	Mayor ingresos económicos y de bienestar para la comunidad
COSTO TOTAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					970,00 dólares		

IX. BIBLIOGRAFIA

1. **AUPÁS G**, (2008). “Comportamiento en vivero de patrones franco con injertos de púa terminal con cuatro variedades de ciruelo y duraznero en Huaca” Tesis de Ingeniero Agropecuario.
2. **BARRAGAN R**, (1997). Principios de Diseño Experimental. 66 pp.
3. **F. DOMINGUEZ – TEJERO**, (1998). “Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas”. Ediciones mundi – prensa 9na edición.
4. **GUÍA TÉCNICA DE CULTIVOS**, (2008). “Publicado por INIAP”. Quito, Ecuador.
5. **MANUAL AGRÍCOLA DE LEGUMINOSAS**, (Julio 1998). “Cultivos y costos de producción” Profriza CRSP-U. MINNESOTA.
6. **NAZARENO H**, (1989). Tomo 1 de Leguminosas. Editorial Multimundo.
7. **OREJUELA J**, (2010). “Evaluación de la aplicación de varias dosis de Ácido monosilísico en la Producción del cultivo de arroz. Var. INIAP 15”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Guayaquil, Ecuador.
8. **PERALTA E**, (1998). “Manual agrícola de leguminosas”. Editorial INIAP. Quito – Ecuador.

9. **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.
10. **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.
11. **PROGRAMA NACIONAL DE LEGUMINOSAS,** (septiembre 1997). “Variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum L.*) de tipo enana-erecta para la sierra ecuatoriana”. Plegable Divulgativo N^o 161.
12. **SUQUILANDA M,** (1995). “Hortalizas, Manual para la producción orgánica”, Ediciones UPS FUDAGRO. Quito, Ecuador.
13. **TERRANOVA ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA,** (2001). “Producción Agrícola 1”, Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá – Colombia, 520 pp.

9.1. RECURSOS ELECTRÓNICOS

1. **AGROALIMENTACIÓN,** (2002). “El cultivo de Arveja” Disponible en: <http://www.abcagro.com/hortalizas/arvejas.asp#1.Taxonom%C3%ADa%20y%20morfolog%C3%ADa>.
2. **ALARCÓN GOMEZ, PEDRO ALFONSO,** (1998). “Incidencia y severidad del tizon o añublo, ascochyta spp., en dos variedades de arveja, *pisum sativum* var *arvense*, L, *poir*, con fertilización convencional y biofertilizantes en el municipio de Pasca-Cundinamarca”. Disponible en:

<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006318>

3. **BERNAZA G. Y M.A.**, (2006). “Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible”. Consultado 2 maz.2009. Disponible en: http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp.
4. **CANNABISCAFE**, (2009). “Las micorrizas: alternativa ecológica para una agricultura sostenible”. Consultado 11 nov. 2010. Disponible en: <http://www.cannabiscafe.net/foros/showthread.php/153073-Hongos-micorrizas>.
5. **CORPOICA**, (2008). “Inoculación con rizhobium: una alternativa para biofertilizar el cultivo de arveja”. Consultado 26 nov. 2010 Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Arveja2.pdf>
6. **FERRARIS C, et al.**, (2007). “Evaluación de la inoculación con Micorrizas en Maíz bajo diferentes ambientes de Fertilidad”. Consultado 14 nov. 2010. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/evaluacion-inoculacion-con-micorrizas-t1081/417-p0.htm.pdf>
7. **GÓMEZ C, et al.**, (2006). “Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *fusarium oxysporum* (sheld) en tomate de cáscara”. (en línea). Revista Chapingo. Serie Horticultura N°001. Chapingo, MEX. Consultado 15 dic. 2009. Formato pdf. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/609/60912111.pdf>.
8. **HORNA R**, (2007). “Efectos del silicio en la nutrición vegetal, producción de silicio orgánico”. Consultado 23 nov. 2010. Disponible en :

http://www.uteq.edu.ec/eventos/2007/congreso_biotecnologia/biotecnologia/archivos/832.pdf

9. **INIAP CURSO ECO-SUELOS**, (2002). “Los secretos de la vida del suelo y su manejo para una agricultura más sostenible”. INIAP/Estación Experimental Santa Catalina. Consultado 11 nov. 2010. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/resources/pdf_documents/eco_suelos.pdf

10. **INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL – MICROBIOLOGÍA**, (2010). “Los microbios del suelo y la agricultura”. Argentina. Consultado 15 dic. 2010. Disponible en: http://intimicro.blogspot.com/2010_01_01_archive.html

11. **JAIZME A, RODRÍGUEZ A**, (2004). “Uso de micorrizas en banano”: logros y perspectivas. Consultado 14 nov. 2010 Disponible en: http://musalit.inibap.org/pdf/IN050650_es.pdf

12. **MENDEZ F**, (2005). “Efectos de bacteria tipo rhizobium en jitomate saladette”. Consultado 15 dic. 2010. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/16231558/Efectos-de-Bacteria-Tipo-Rhizobium-en-Jitomate-Saladette>

13. **MIRAMONTES F, et al.**, (2004). “Efecto del metasilicato de sodio sobre el crecimiento del cultivo de chicharo”. (en línea). Vol.22. Chapingo, MEX, Terra Latinoamericana. Consultado 20 dic. 2009. Formato pdf. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57322205>.

14. **MONOGRAFÍAS.** “Inoculación de leguminosas con Rhizobium”. Consultado 15 dic. 2010. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/rhizobium/rhizobium.shtml>
15. **MOYANO E, JIMÉNES M,** (2009). “Establecimiento de la línea base de productos formulados con silicio y estudio de los efectos de los parámetros de desarrollo y sanitario de plantas de banano Cavendish (AAA), variedad Williams. Consultado 23 nov. 2010. Disponible en : <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/57/1/20.pdf>
16. **MYCOSYM,** (2008 – 2009). “Influencia del uso de Mycosym Triton (micorrizas) en producción de lechugas”. Consultado 14 nov. 2010 Disponible en: <http://www.agrodigital.com/documentos/mycosymp10.pdf>
17. **NITRAGIN, BASF,** (2010). “Nitragin Optimize C Power®”. Consultado 11 nov. 2010 Disponible en: <http://www.nitragin.com.ar/intranet/gacetillas/Gacetilla-tecnica-2010-Nitragin-Optimize-C-Power-cod310rev00-0510.pdf>
18. **PÁEZ, O. G. GUERRERO,** (2006). “Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible”. Consultado 2 feb. 2009. Disponible en: http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp
19. **QUERO E,** (2008). “Silicio en la Producción Agrícola”. Instituto Tecnológico Superior de Uruapan, Carr. Uruapan a Carapan. Disponible:

http://loquequero.com/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=2

20. **QUIMIQU ROSBURG**, (2008). “Aplicaciones foliares de silicio soluble en diferentes cultivos”. Consultado 28 nov. 2010. Disponible en: http://www.agro.com.ec/wp-content/uploads/2008/11/ficha_sililo.pdf

21. **SMITH Y READ**, (1997). “Micorrizas conceptos básicos y aplicación en la agricultura”. Disponible en: www.ivic.ve/bid_fonacitII/micorrizas/Micorrizasconcepto.htm - 7k - Similar pages.