

I. INTRODUCCION

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una planta herbácea de la familia de las leguminosas, oriunda del viejo continente conocida y cultivada en Ecuador desde hace muchos años, sus granos tanto en tierno como en seco son utilizados en múltiples formas y fines como en vaina, enlatado, congelado, grano seco entero o partido; harina de arveja, remojado, abono verde, etc. Vaca, (2011).

Se cultiva entre los 2.400 y 3.200 m.s.n.m, generalmente se produce en monocultivo o intercalada con frejol, en áreas de clima lluvioso o seco con riego, en fincas de pequeños, medianos y grandes agricultores. Subía, (2001).

Esta realidad llevó al Programa Nacional de Leguminosas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias a profundizar en sus investigaciones con el objetivo de encontrar variedades mejoradas de arveja de tipo *erecta*, *enana* y *precoz*, que se caracterizan por su adaptación, buen rendimiento y calidad comercial (color, forma y tipo de grano). Peralta, *et al.* (1997)

En el país, de acuerdo a datos reportados por el SICA, las provincias que cultivan arveja son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Azuay y Loja. 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 47,46 % a nivel nacional.

De acuerdo a las condiciones agro-ecológicas y edáficas de esta zona, este cultivo puede representar un verdadero potencial en producción y calidad del producto, pero existe un desconocimiento por parte del agricultor en muchos factores relacionados con la producción como las variedades, ya que desconoce su procedencia, su adaptabilidad, el ciclo vegetativo, resistencia a enfermedades, y sus rendimientos; es por esta razón que los agricultores se ven obligados a realizar aplicaciones excesivas de pesticidas para de esta manera contrarrestar el daño ocasionado a cultivo, sin tomar en cuenta el deterioro que están haciendo en la textura y estructura del suelo, reduciendo las poblaciones de insectos tanto benéficos como dañinos, además provocando daño en la salud de las personas.

Debido al uso irracional de los fertilizantes químicos y plaguicidas en general que han provocado un incremento en la contaminación del ambiente, se han abierto nuevas perspectivas en el empleo de productos biológicos para el manejo integrado de la agricultura, sobre todo en la protección de cultivos y como fertilizantes que no afecten al medio ambiente.

Se han iniciado investigaciones para encontrar métodos eficaces de fertilización, que a la vez reduzcan el costo de producción mejorando la fertilidad del suelo. Afortunadamente en el caso de las leguminosas se han logrado cumplir estos anhelos utilizando *Rhizobium* y Micorrizas, agentes bióticos que son capaces de establecer simbiosis en la planta aportando fuentes asimilables de nitrógeno y fosforo.

Esta investigación fue enfocada a reducir el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes químicos en general, gracias a la utilización de microorganismos como es el caso de Micorrizas y Rhizobium para de esta manera crear nuevas alternativas a los agricultores en la utilización de estos biofertilizantes y así alcanzan un producto sano que no produzca contaminación al ambiente.

Los biofertilizantes son productos que promueven el desarrollo de los cultivos por que activan e intensifican los procesos fisiológicos así como también ayudan a la mejor asimilación de nutrientes en la planta. Se recomienda el empleo de biofertilizantes (Rhizobium, Micorrizas) en la etapa de siembra o germinación de todos los cultivos.

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se desarrollan entre las raíces de la mayoría de especies vegetales y algunos hongos del suelo que presenta una eficaz participación en la captación de fosfatos por las plantas, desempeña un papel fisiológico fundamental ya que la asociación micorriza-planta incrementa la absorción y traslocación del fósforo del suelo con efectos positivos en la formación de biomasa, resistencia a sequías, efectos hormonales favorables, entre otros.

Rhizobium juegan un papel muy importante en la agricultura induciendo nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces de las leguminosas. Esta simbiosis puede disminuir los requerimientos de fertilizantes nitrogenados añadidos durante el crecimiento de los cultivos leguminososconsecuentemente, aumentaron la fertilidad del suelo mediante la plantación de cultivos fijadores de nitrógeno.

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

El objetivo general de esta investigación fue evaluar la respuesta de tres variedades de arveja (*Pisumsativum* L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, Rhizobium y Micorrizas en Bolívar- provincia del Carchi.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar la respuesta de la mejor variedad.
- Determinar la mejor aplicación de biofertilizantes en el cultivo de arveja.
- Evaluar el rendimiento por variedad.
- Realizar el análisis económico.

La hipótesis que se planteó fue la siguiente: Las características agronómicas de las tres variedades de arveja responden de la misma manera a los biofertilizantes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ARVEJA

2.1.1 Origen

Es desconocido el origen exacto de esta planta alimentaria, pero se cree que fue en Asia central, Asia menor, la cuenca del Mediterráneo o Etiopía. De alguno de estos lugares, o quizá de todos ellos, se fue difundiendo su cultivo a todos los países de la zona templada y a las regiones altas de los países ubicados en la zona tropical. (Magap, sf).

La arveja es una de las cosechas alimenticias más tempranas. Su cultivo trajo estabilidad a las tribus que antes eran nómadas, y fue posible que los viajeros y exploradores trajeran las arvejas a los países mediterráneos, como también al Extremo Oriente.

Actualmente, existe más de un millar de variedades de arvejas, tanto verdes como amarillas. Canadá, EE.UU., Europa, China, India, Rusia y Australia van a la cabeza de la producción de arvejas en el mundo. Terranova Enciclopedia Agropecuaria (2001).

2.1.2. Importancia

La importancia de la arveja radica fundamentalmente en los múltiples usos y fines: grano fresco en vaina, enlatado, congelado, grano seco entero o partido; harina de arveja, remojado, abono verde, etc. Constituye una excelente cabecera de rotación porque mejora la estructura del suelo, incorporando gran cantidad de nitrógeno atmosférico al suelo en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. También se la

utiliza como forraje para consumo directo y después de la trilla para ensilado (a veces junto con avena) en fardos. Los residuos pajosos de la trilla pueden ser usados en la alimentación del ganado y para otros fines agrícolas e industriales. (Subía, 2001)

2.1.3. Composición Química

La composición química del grano de arveja se encuentra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Composición química

COMPONENTES	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

Fuente: Terranova Enciclopedia Agropecuaria (2001)

2.1.3. Descripción Taxonómica

La descripción taxonómica de la arveja se encuentra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
Subreino:	Fanerógamas
División:	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase:	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae (Leguminosae)
Subfamilia:	Papilionoideae
Género:	<i>Pisum</i>
Especie:	<i>sativum</i>
Nombre Científico:	<i>Pisumsativum L</i>
Nombre Común:	<i>Arveja, alverja, guisante, chícharo</i>

Fuente: Terranova Enciclopedia Agropecuaria (2001)

2.1.4. Variedades

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

1. Período Vegetativo: *Precoces, intermedias, tardías.*
2. Color del grano seco: *amarillo, verde.*
3. Altura: *enredadera, intermedias, enanas.*

4. Hábito de crecimiento: *indeterminadas, determinadas*.
5. Superficie o testa de la semilla: *lisas, arrugadas*.
6. Uso: *industrial, consumo en fresco*.

El Programa Nacional de Leguminosas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias ha obtenido nuevas variedades que se adaptan sin ninguna dificultad a las condiciones del medio, estas son:

Cuadro 3. Variedades mejoradas

En el siguiente cuadro se presentan las variedades mejoradas.

MEJORADAS	HABITO	CICLO DEL CULTIVO	
		En tierno:	En seco
INIAP 431, Andina (Verde)	Erecta enana	85-100 días	115-120 días
INIAP 432, Lojanita (Crema)	Erecta enana	85-100 días	115-120 días
INIAP 433, Roxana (Crema)	Decumbente	105-115 días	130-135 días
INIAP 434, Esmeralda (Verde)	Decumbente	105-115 días	130-135 días
INIAP 435, Blanquita (Crema)	Decumbente	105-115 días	130-135 días
INIAP 436, Liliana (Crema)	Decumbente	105-115 días	130-135 días

Fuente: INIAP (1997).

- ❖ **La arveja Andina.**- Es de origen argentino, tiene flor de color blanco, su grano es verde oscuro y el rendimiento promedio en grano seco es de 1,833 kilos por hectárea, mientras que en grano tierno es de 1,098 kilos en la misma área.

- ❖ **La Lojanita.-** Tiene su origen en la sierra ecuatoriana, colectada en la provincia de Imbabura (Pimampiro), en 1989 planta erecta. de flor blanca y grano de color crema, rinde 2,140 kilos por hectárea en grano seco y 2,496 kilos en grano tierno.
- ❖ **La Roxana.-** También originaria de la Sierra ecuatoriana, tiene flor blanca, grano crema y rinde 1,973 kilos por hectárea en grano seco y 3,570 kilos en grano tierno.
- ❖ **Arveja Esmeralda.-** Se origina en Colombia, con flor blanca, grano verde claro y su rendimiento en grano seco es de 1,640 kilos por hectárea y en grano tierno 2,436 kilos.

2.1.5. Características agronómicas de las variedades evaluadas.

- a) **Lojanita.-** Planta de crecimiento erecta enana puede alcanzar hasta 51 cm de altura de planta, con semilla esférica lisa de color crema, la cosecha en verde se la realiza de 85 a 95 días y la cosecha en seco de 115 a 120 días, diez vainas por planta lo que le da un excelente rendimiento en granos, vainas con 4 a 5 granos con un buen color es resistente a mildiu veloso y polvoso, rinde 2,140 kilos por hectárea en grano seco y 2,496 kilos en grano tierno. (INIAP)
- b) **Temprana Perfecta.-** Planta de crecimiento indeterminado con semilla arrugada de color verde. Produce dos vainas por racimo, cáscara fina, 9 a 8 granos por vaina, diámetro del grano 8 a 9 mm estos son uniformes. Tiempo de floración entre 45 y 50 días depende del sitio donde se siembre (°T y radiación). Cosecha a los 70 – 90 días depende de la°T y radiación. Cosechar siempre en verde, ya que a medida que madura la semilla se vuelve dura. (Agrosad).

- c) **Híbrida.**- 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. (INIAP).

2.1.6. Zonas Actuales del Cultivo

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

2.1.7. Condiciones Ecológicas

a) Factores climáticos

La planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje. Su período crítico a bajas temperaturas 5 o 7°C, por lo general ocurre a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo de crecimiento con temperaturas comprendidas entre 16 y 20 °C, estando el mínimo entre 6 y 10 °C y el máximo en más de 35 °C. Si la temperatura es muy elevada la planta se desarrolla bastante mal. Necesita ventilación y luminosidad para que desarrolle bien. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. En general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras. Prado, (2008)

b) Factores edafológicos

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

2.1.8. Manejo Agronómico

a) Preparación del suelo

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

b) Siembra

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

Cuadro 4. Recomendaciones para la siembra

A continuación recomendaciones para la siembra del cultivo de arveja:

SIEMBRA	
Época	Abril a Julio de acuerdo con la zona
Cantidad	120-180 kg/ha (enanas) 120-140 kg/ha (decumbentes)
Sistema	Monocultivo (golpes o chorro continuo)
Distancia entre surcos	60 cm (enanas) 80 cm (decumbentes)
Distancia entre sitios	25-30 cm
Semilla por sitio	5 a 8 por golpe
Semillas por metro lineal	22 a 34 (chorro continuo)

Fuente: INIAP (1997).

c) Fertilización

La fertilización se realiza con base en el análisis de suelo. De no contarse con este, se recomienda aplicar cuatro sacos por hectárea de 18-46-0 al momento de la siembra. Si el área es pobre en nitrógeno, se sugiere aplicar úrea en forma foliar, 2 kg en 200 litros de agua/ha. (Vaca, R. 2011)

d) Riego

La arveja es un cultivo tolerante a la sequedad y si se le da riego en tiempo seco, da mayor cantidad de frutos. La necesidad hídrica de este cultivo fluctúa entre 300-350 mm.de agua, durante su ciclo de vida, siendo la época más crítica la de crecimiento y floración luego de este tiempo es necesario la época seca. Prado, (2008).

2.1.9. Manejo fitosanitario

a) Control de malezas

Las malezas disminuyen el rendimiento, por lo que se debe efectuar la primera limpieza durante los primeros 30 a 40 días después de la siembra, ya que en esta etapa se presenta la mayor competencia de malezas con el cultivo. (Subía, 2001).

INIAP (1997), confirma que en localidades con alta presencia de malezas, se recomienda aplicar herbicidas preeemergentes como Sencor (Metribuzina) 35PM; en dosis de 600 g en 400 litros de agua/ha. También se puede usar Afalón (Linuron) 1kg en 400 litros de agua/Ha para malezas de hoja ancha, aplicando en suelo húmedo.

2.1.10. Plagas y Enfermedades

Cuadro 5. Recomendaciones para el control de las principales plagas y enfermedades de la arveja

Según Peralta et al (2010), recomiendan los siguientes productos, con sus respectivas dosis y épocas de aplicación para las principales plagas y enfermedades de la arveja en Ecuador.

PLAGA	INSECTICIDA		DOSIS	Época de Aplicación
	Ingrediente Activo	Nombre Comercial	200 l de H ₂ O	
Trozadores (Aggrotissp.)	Endosulfan	Thiodan Palmarol	500 cm ³ 500 cm ³	En plántula. Aplicación a la base del tallo. En presencia generalizada de ninfas y adultos en el envés de las hojas En presencia generalizada del insecto Antes de la floración
Mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum)	Lamda Cihalotrina + Monocrotofos	Karate + Nuvacron	150 cm ³ 150 cm ³	
Pulgón, áfidos (Macrosiphum pisi)	Clorpirifos Profenofos Diazinon	Lorsban Curacron Basudin	400 cm ³ 300 cm ³ 300 cm ³	
Barrenador del tallo (Melanagromyza sp.)	Clorpirifos	Lorsban	400 cm ³	
ENFERMEDAD	FUNGICIDA		DOSIS	Época de Aplicación
	Ingrediente Activo	Nombre Comercial	200L de H ₂ O	
Ascoquita (Ascochyta pisi)	Hexaconazol	Anvil	200 cm ³	Inmediatamente a la aparición de la mancha anillada Cuando se presenta un 10% de infección En presencia de manchas En presencia de la cenicilla (polvo blanco) en las hojas y tallo.
Antracnosis (Collectotrichum pisi)	Carbendazim	Bavistin	200 cm ³	
Alternaria (Alternaria sp.)	Clorotalonil	Daconil	250 g	
Oidio (Erysiphe polygoni)	Azufre	Elosal Tiovit Anvil	1000g 1000g 200 cm ³	
	Hexaconazol			

2.1.11 Cosecha

a) Para grano verde o tierno:

La cosecha se lleva a cabo por medio de la recolección manual de las vainas luego de 20 -25 días desde la floración. Esta tarea se va realizando cuando todavía están verdes y tiernas las vainas. Los rendimientos que pueden alcanzar es de 0,6 a 0,9 kg / m² de vainas verdes. (INIAP, 2010)

b) Para grano seco:

El inicio de la cosecha está determinada por el amarillamiento (secamiento de vainas) de las plantas, es decir éstas han completado su ciclo y el grano ha perdido humedad debido al viento, temperatura y luz solar, con un 18 a 20 % de humedad en el grano; esta se realiza en forma manual, arrancando las plantas para hacer parvas, secar al sol y proceder a la trilla.

La trilla se puede realizar con varas o animales sobre una era o usando trilladoras mecánicas.

Al tratarse de semilla de buena calidad y una vez manejado los lotes bajo este concepto, la tilla debe realizarse preferentemente con vara o máquina. El secado del grano debe hacerse a la sombra y a la selección del mismo, por tamaño, bien formado, uniforme, sin manchas, ni daños mecánicos. (INIAP, 2010).

2.2.BIOFERTILIZANTES

Robalino, M. (2008), señala que los biofertilizantes son productos (sustratos sólidos o líquidos) que contienen microorganismos vivos o latentes, como bacterias, hongos, actinomicetos, algas, ya sea solos o en combinación y que su aplicación ayuda en la fijación de nitrógeno atmosférico o solubilizan y movilizan los nutrientes del suelo. Además, también favorecen la secreción de sustancias promotoras del crecimiento y mejoran el desarrollo del cultivo. “Bioy” significa viviente y “Fertilizante” es un producto que provee nutrientes en forma asimilable.

2.2.1 RHIZOBIUM

2.2.1.1 Definición

Las bacterias fijadoras de nitrógeno que se desarrollan de forma natural en el suelo, se conocen desde hace más de un siglo. Representan un biofertilizante ecológico y se dividen en dos grandes grupos: Las simbióticas, específicas de las leguminosas, como el *Rhizobium*, y las libres, que viven en el suelo y no necesitan la planta para su reproducción, como el *Azotobacter* y el *Azospirillum*, entre los más importantes en agricultura.

2.2.1.2 Morfología

Los *Rhizobium* son bacterias Gram negativas (miden de 0,5-0,9 micras de ancho, por 1,2-3,0 micras de largo) y aerobias obligadas que pertenecen a la familia *Rhizobiaceae*. Entre ellos se encuentran los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* 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. En la simbiosis las bacterias se encuentran en las raíces de las plantas dentro de estructuras llamadas nódulos. Ni las plantas ni estas bacterias aisladamente fijan el nitrógeno diatómico para convertirlo en amonio.

2.2.1.3 Taxonomía del Rhizobium

Cuadro 6. Taxonomía del Rhizobium

La descripción taxonómica del Rhizobium se encuentra en el siguiente cuadro.

Súper Reino:	Procariotae
Reino:	Mónera
División:	Bacteria
Familia:	Rhizobiaceae
Género:	<i>Rhizobium</i>
Especie:	<i>leguminosarum</i>
Nombre Científico:	<i>Rhizobiumleguminosarum</i>

Fuente: Salazar, (1983).

2.2.1.4 Simbiosis

La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. Dentro de los nódulos las bacterias se convierten en bacteroides que son células más grandes que los *Rhizobium* que se encuentran en el suelo y que 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. Debido a esta simbiosis, la planta recibe nitrógeno que puede utilizar para sí misma, mientras que las bacterias utilizan moléculas que les proporciona la planta. (Cuásquer, et al. 2010).

2.2.1.5 Beneficios del Rhizobium para las Leguminosas

El Rhizobium provee a la planta como nutriente esencial, nitrógeno, el cual es el elemento que se encuentra con mayor frecuencia limitando el crecimiento de la planta. Para esto Rhizobium reduce el nitrógeno atmosférico, fijándolo desde una forma no disponible a una disponible para la absorción de la planta. (Campaña, 1993)

La bacteria Rhizobium es una de las utilizadas como biofertilizantes 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. (Cuásquer, et al. 2010).

2.2.2. MICORRIZAS

2.2.2.1. Definición

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se desarrollan en la mayoría de las especies vegetales y algunos hongos del suelo. Estas asociaciones presentan una eficaz participación por la captación de fosfatos desempeñan un papel fisiológico fundamental ya que la asociación micorriza – planta incrementa la absorción y la traslocación de fosforo del suelo con efectos positivos en la formación de biomasa resistencia a sequias, incremento en la tasa fotosintética del hospedero, efectos hormonales favorables, entre otros. (Peña, et al. 1997).

2.2.2.2. Clasificación

Existen dos tipos de micorrizas: Ectomicorrizas y Endomicorrizas; el primero consta de una cubierta fungosa que rodea las raíces del hospedero así como un desarrollo intercelular fúngico en las primeras capas de la corteza radicular. Este desarrollo intercelular se denomina red- Hartig. El segundo, endomicorrizas, consta de una red fúngica laxa en el suelo y los desarrollos intra e intercelular en la corteza radicular.

Hay dos grupos dentro de las endomicorrizas, aquellas producidas por hongos septados y las producidas por hongos cenocíticos (no septados). Los últimos son referidos como micorrizas arbusculo- vesiculado (M.V.A.). (Cangas, et al. 1999).

2.2.2.3. Taxonomía de Micorrizas

Las Micorrizas VesículoArbuscular pertenecen a la Familia Endogonaceae, Orden Endonales y Clase Zigomicetos.

En la familia endogonaceae solamente los géneros: *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora* y *Gigaspora* forman *Micorrizas VesículoArbuscular*.(Cangas, et al. 1999).

2.2.2.4. Simbiosis para formar las micorrizas

Cuásquer, et al. (2011), menciona que la empresa Cannabiscfe (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).

- a) **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.

- b) 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.

- c) 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.

2.2.2.1 Beneficios de las Micorrizas para las plantas

Aguirre, et al.(2000), refiriéndose a los beneficios de las micorrizas indica que la planta incrementa la exploración de la raíz con un aumento en la absorción y transporte de nutrientes como fósforo, nitrógeno, cobre, zinc y agua del suelo, proporcionándole mayores ventajas para su desarrollo y productividad.

No contaminan ni causan daño al suelo, ni a la planta, ni al hombre. Incrementan el rendimiento de los cultivos a un bajo costo y permiten además complementar el uso de los fertilizantes químicos principalmente los nitrogenados y fosfatados.

Su facilidad de transportación y bajo costo permite su utilización en grandes superficies. Se pueden biofertilizar los cultivos de maíz, frijol, arveja, sorgo, soya, trigo, cebada y en viveros los de cacao, café, cítricos, mango, entre otros; especialmente donde la fertilización química es poco común o nula.

Cangas, et al. (1999), mencionalos siguientes beneficios que nos brindan las micorrizas para las plantas:

- El principal beneficio que realizan las micorrizas está relacionado con la nutrición de las plantas, 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 translocación 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 orto fosfato y lo transporta a través de las hifas en forma de poli fosfato.
- Una mayor resistenciade 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.

2.2.2.2 Beneficios de las micorrizas para el suelo

- Según Cuásquer, et al. (2010), indican 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 interactúan 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, Afidos, Ácaros, entre otros).
- En zonas áridas y semiáridas las Micorrizas, pueden ayudar a las plantas simbiotas a captar agua para tolerar el estrés hídrico.

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

2.4.1. Ensayo con la utilización de Rhizobium y Micorrizas.

- Terry, et al. (2006), afirman que se evaluó la efectividad de la inoculación micorrizas bacterias en el crecimiento, desarrollo, rendimiento y colonización del tomate. El experimento se llevó a cabo en Cuba en un suelo lixiviado, Se obtuvo como resultado un efecto positivo de la inoculación en el crecimiento de las plántulas, siendo la altura superior en un 23%; también se logró una eficiencia del 40% respecto a la fertilización nitrogenada. Conclusiones: Las rizobacterias estimuladoras del crecimiento vegetal (RPCV) y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), estimulan positivamente el crecimiento de las plantas, también contribuyen al estado nutricional de las mismas, generando incrementos en el rendimiento y en la eficiencia de la fertilización nitrogenada.
- Cruz, et al. (2010), afirman que, La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, (SENACYT) y la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil tienen un objetivo de realizar proyectos de investigación que ayude a resolver problemas que afectan a diversos sectores de la sociedad. Así nace la idea de realizar una investigación sobre el efecto del uso de Biofertilizantes a base de hongos micorrízicos y bacterias fijadoras de nitrógeno para mejorar los rendimientos en el cultivo de soya. Senacyt, contribuye a la formación de especialistas nacionales para resolver problemas que afectan los rendimientos agrícolas en el litoral ecuatoriano, y que garantice la seguridad y soberanía alimentaria, mitigando los efectos del cambio climático.
- García, et al. (2001), mencionan sobre la actividad microbiana se vincula con el incremento y producción de las plantas a través de tres vías: mediante

la fijación de nitrógeno en la simbiosis *Rhizobium*/leguminosas, por el incremento en la capacidad de absorción de fósforo por la acción de micorrizas y otros grupos y por la producción de fitohormonas bacterianas en la rizosfera de gramíneas. Hoy en Cuba se inocula el 80 % del área dedicada al frijol y se han obtenido incrementos en la producción de grano y forrajes de soya entre 20-80 %. El empleo de micorrizas y bacterias promotoras del crecimiento es aún limitada, aunque hay resultados alentadores. Especialmente con *Azospirillum* se ha incrementado en 10 % el rendimiento de maíz en Francia y entre 42-44 % el de sorgo. En Cuba *Azospirillum* incrementó en 14-22.5 % el rendimiento de kinggrass, 20 % la caña de azúcar y permitió sustituir 40 kg de fertilizante nitrogenado en guinea.

- Robalino, (2008), menciona que en la Provincia de Chimborazo, Estación Experimental Tunshi, se realizó el estudio del efecto de la biofertilización (micorrizas y rhizobium) en la producción de forraje y semilla de *Arrhenatherum elatius* (pasto avena). Los resultados alcanzados, permitieron concluir que en los tres estados fenológicos de la planta: prefloración, floración y post floración, se registran diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), entre los tratamientos, y su mayor producción presentó en el tratamiento T3 (50g rhizobium + 2,5lt/ha micorrizas).

2.4.2. Ensayos con la utilización de la bacteria *Rhizobium*

- Subía, (2001), menciona que en Sangolquí en la zona Interandina, se realizó una investigación donde se evaluaron tres cepas introducidas de *Rhizobium leguminosarum* en cuatro variedades de arveja *Pisum sativum* L para la zona interandina. Dentro de los resultados de esta investigación se encontró que las tres cepas introducidas a pesar de no diferenciarse estadísticamente para formación de nódulos, al menos dos se comportaron de igual manera o mejor que la cepa nativa; así como también se llegó a determinar que cierta

fertilización inicial beneficia tanto a la nodulación como a la absorción de nitrógeno por la planta esto permitió como era de esperarse mejor desarrollo de las mismas.

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

2.4.3. Ensayos con la utilización de Micorrizas

- Orna, (2009), en su investigación sobre el efecto de las micorrizas en la fertilización fosfórica del cultivo de tomate riñón (*Solanumlycopersicum*) bajo invernadero. Obtuvo el mejor resultado con la inoculación de micorriza en el semillero y en el trasplante, + fertilización fosfórica. Demostrando el efecto positivo de la aplicación de ECOFUNGI TM como fuente de micorrizas en la producción de tomate riñón bajo invernadero razón por la cual recomienda su aplicación para asegurar un mejor resultado tanto en el desarrollo del cultivo como en su producción.
- Barrios, et al. (2009), a evaluar el efecto de la simbiosis de hongos micorrícicos vesículoarbusculares (MVA) en el crecimiento, la fotosíntesis estacional y la anatomía foliar en plantas jóvenes de Agave tequilana. Como resultados obtuvo que en plantas jóvenes de Agave tequilana y hongos micorrícicos aumentó la asimilación neta diaria, siendo ésta mayor en la cepa Gi en comparación con Gf. Ambas fueron superiores a los valores de ganancia de carbono observados sin hongos MVA. El incremento de la fotosíntesis se asoció con cambios en la estructura foliar, ya que en los individuos tratados de esta manera las hojas tuvieron mayor espesor, sobre todo en el clorénquima.

- Noda, (2009), realizó una investigación sobre una alternativa de fertilización ecológica en los pastos debido a los efectos negativos que han causado los fertilizantes químicos en el deterioro del medio ambiente. La micorrización es una de las técnicas biológicas empleadas en muchos de ellos; sin embargo, en los pastos aún no se ha logrado extenderla ampliamente en la producción y los estudios han estado dirigidos a algunas leguminosas y muy pocas gramíneas. Por otra parte, las relaciones micorrízicas pueden ser la clave para disminuir la cantidad de fertilizantes (especialmente fosfatos) que debe aplicarse para obtener buenos rendimientos; en los suelos con altos contenidos de P la inoculación con micorriza incrementa el crecimiento y el establecimiento temprano de los cultivos. Las plantas desarrollan una calidad biológica superior, en cuanto a mayor altura, vigor y área foliar, y se incrementan los rendimientos (entre 15 y 50%). Protege las raíces contra ciertos hongos patógenos. Además, el biofertilizante permite ahorrar hasta un 50% del volumen de los productos químicos necesarios.

2.4. CONTROL QUIMICO

Cuadro 7. Paquete de Control

El paquete de control se encuentra en el siguiente cuadro:

Aplicaciones	Producto	Dosis/lit	Edad cultivo
1ra	Kuraforte Galgo	0,50 g 0,25 cm ³	15 – 21 días
2da	Carbestin Fusil	0,25 cm ³ 0,10 g	30 – 45 días
3ra	Kuraforte Galgo	0,50 g 0,25 cm ³	45 – 60 días
4ta	Carbestin Fusil	0,50 cm ³ 0,10 g	75 – 90 días
5ta	Kuraforte	0,50 g	90 – 105 días

Fuente: Campo Fértil

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:

3.1.1. Ubicación Geográfica

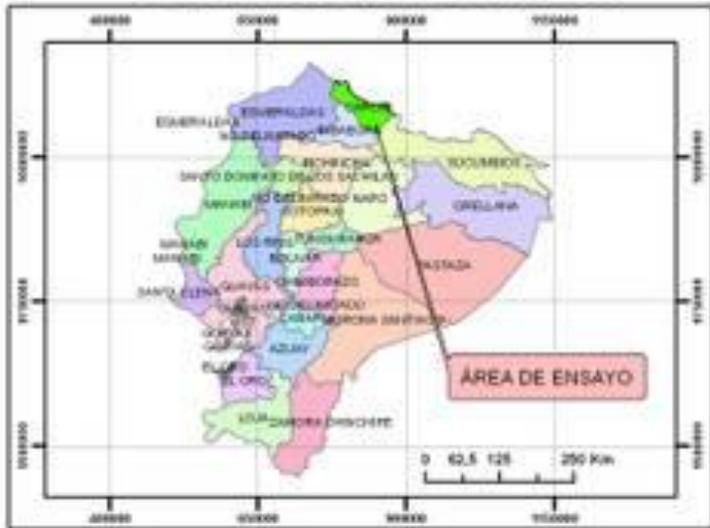
LOCALIZACIÓN	SITIO
Provincia	Carchi
Cantón	Bolívar
Parroquia	Bolívar
Localidad	Puntales Bajo
Latitud	(0° 29' 30,70" N) X: 174124E
Longitud	(77° 55' 55.64" W) Y: 10054118N
Altitud	2430 m.s.n.m.
Área de Estudio	1000 m ²

3.1.1.2 Características climáticas

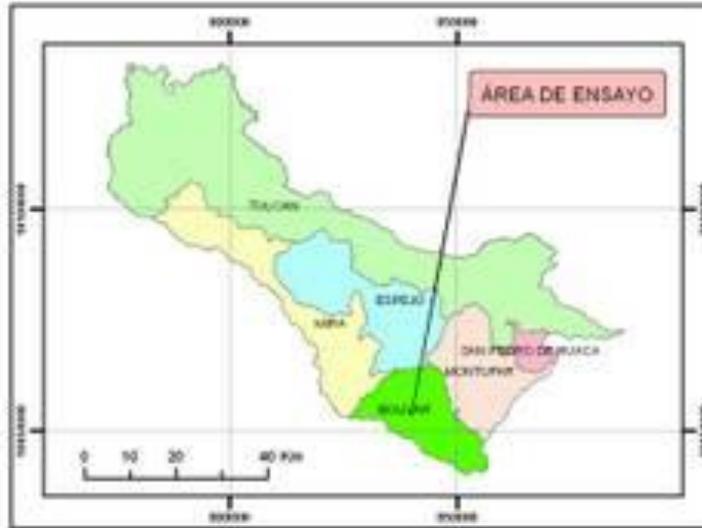
DATOS CLIMÁTICOS	
Precipitación	808,3 mm/Año
Temperatura	15.0 °C
Zona de Vida	Bosque Seco Montano Bajo

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

UBICACIÓN EN EL ECUADOR



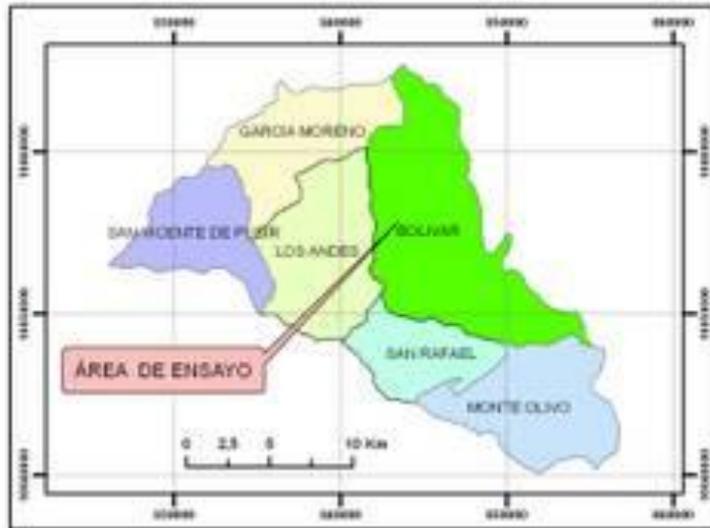
UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DEL CARCHI



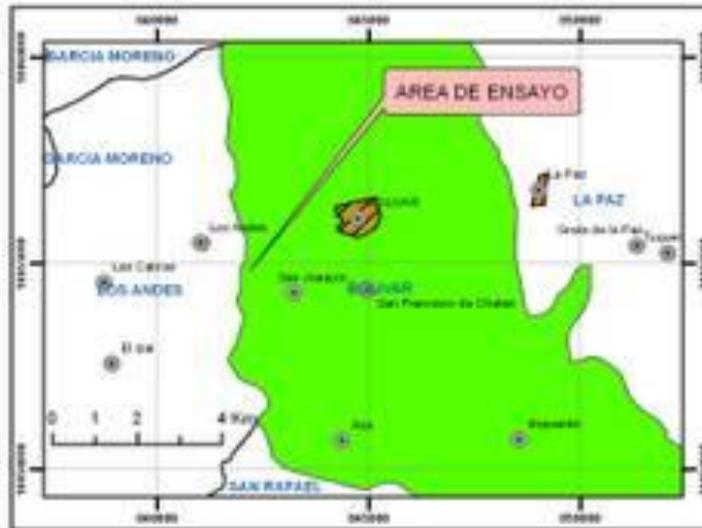
MAPA DE UBICACIÓN
16 - III - 2.012



UBICACIÓN EN EL CANTÓN BOLIVAR



UBICACIÓN EN LA PARROQUIA DE BOLIVAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO:
RESPUESTA DE TRES VARIETADES DE ARVEJA
(Phase sativum L.) A CUATRO APLICACIONES DE
BIOFERTILIZANTE (MICORRIZAS Y RHIZOBIUM),
EN BOLIVAR, PROVINCIA DEL CARCHI.

ESCALA:
LA INDICADA

FUENTES:
SIGAGRO 2.005
TRABAJO DE CAMPO 2.011

ÁMBITO DE UBICACIÓN:
D. I. CANTÓN BOLIVAR/
MAPA DE UBICACIÓN

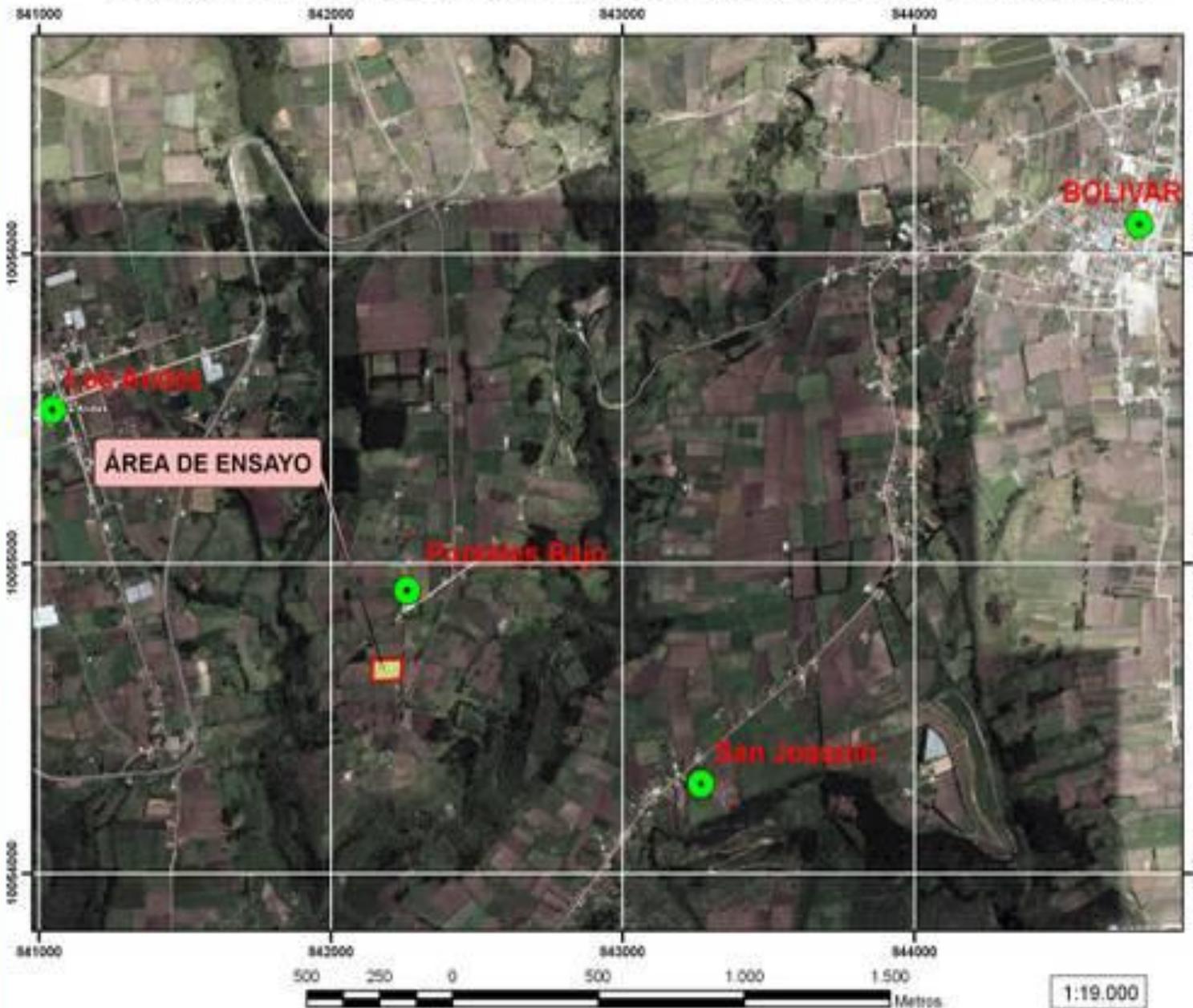
ZONA DE ESTUDIO:
PARROQUIA BOLIVAR
PROVINCIA DEL CARCHI

DATOS CARTOGRAFICOS:
PROYECCIÓN UTM
DATUM WGS 84
ZONA 17 E

AUTORES:
NELLY CARAPAZ
NANCY ROMÁN

MAPA 1

MAPA DE UBICACIÓN PUNTUAL DEL ÁREA DE ENSAYO



MAPA DE UBICACIÓN
16 - III - 2012



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA	
PROYECTO: REPIESTE DE TRES VARIEDADES DE ARVEJA (Pisañ wabun L) A CUATRO APLICACIONES DE BIOFERTILIZANTE (MICORRIZAS Y RHIZOBUM) EN BOLIVAR, PROVINCIA DEL CARCHI	
ESCALA: LA INDICADA	FUENTES: SIGAORO 2008 TRABAJO DE CAMPO 2011
MONEDA DE UBICACION: DUCIDOS BOLIVAR MAPA DE UBICACION PUNTUAL	ZONA DE ESTUDIO: PARROQUIA BOLIVAR PROVINCIA DEL CARCHI
COORDENADAS: PROYECCION UTM DATUM WGS 84 ZONA 17 N	AUTORA: NELLY CARAPAZ NANCY ROMÁN
MAPA 2	

1:19.000

3.2. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

3.2.1. Materiales

- Herramientas de trabajo (palas, azadón, etc)
- Herramientas para identificar las parcelas (estacas, flexómetro piola, etc)
- Materiales de oficina
- Libreta de campo
- Tanque de 200 litros
- Recipientes de medición

3.2.2. Equipos

- Equipo de Fumigación
- Bomba de mochila
- Carretilla
- Cámara Fotográfica
- Computador
- G.P.S.
- Balanza de precisión
- Calculadora

3.2.3. Insumos

- Fertilizantes Químicos
- Pesticidas

Fungicidas

Kuraforte

Carbestin

Insecticidas

Galgo

Fusil

Fijador

Surfare

- Biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas)
- Semillas de arveja

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Factores en estudio

Factor A: Variedades

V1:Lojanita

V2: Temprana Perfecta

V3: Híbrida

Factor B: Biofertilizantes

B1: Control Químico

B2:Control Químico + Rhizobium

B3:Control Químico + Micorrizas

B4:Control Químico + Rhizobium y Micorrizas

El paquete de control químico se encuentra en Cuadro 7. (Pág. 27)

3.3.2 Tratamientos

Cuadro 8. Tratamientos

Los tratamientos son los siguientes:

NUMERO	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	V1B1	C. Q.
T2	V1B2	C. Q. + Rhizobium
T3	V1B3	C. Q. + Micorrizas
T4	V1B4	C. Q. + Rhizobium y Micorrizas
T5	V2B1	C. Q.
T6	V2B2	C. Q. + Rhizobium
T7	V2B3	C. Q. + Micorrizas
T8	V2B4	C. Q. + Rhizobium y Micorrizas
T9	V3B1	C. Q.
T10	V3B2	C. Q. + Rhizobium
T11	V3B3	C. Q. + Micorrizas
T12	V3B4	C. Q. + Rhizobium y Micorrizas

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Parcelas Divididas, con una Distribución de Bloque Completamente al Azar. Donde la parcela grande estuvo conformada por las variedades y las subparcelas por las aplicaciones debiofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas).

3.3.4 Características del experimento

Repeticiones:	4
Tratamientos:	12
Total de unidades experimentales:	48
Área de cada unidad experimental:	12 m ²
Área del experimento:	1000 m ²

Cada unidad experimental constó de 60 plantas, con una densidad de 0,30 m entre plantas y 0,50 m entre surcos.

3.3.5 Análisis estadístico

Cuadro 9. Esquema del ADEVA

El esquema de análisis fue el siguiente:

FV	GL
Repeticiones	3
Variedades	2
Error (A)	6
Biofertilizantes	3
I V X A	6
Error(B)	27
TOTAL	47

C.V. (a) %
C.V. (b) %
X

3.3.6. Análisis Funcional

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

3.3.7. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

- Altura de planta
- Días a la Floración
- Número de vainas/sitio
- Días a la Cosecha
- Rendimiento de variedades

3.3.2. Manejo específico del experimento

3.3.2.1 Análisis del suelo

- Antes de instalar el ensayo se tomó una muestra de suelo, con el fin de observar las condiciones nutricionales del terreno.
- Se realizó con el método del zig zag, con la ayuda del barreno se tomó las muestras a una profundidad de 15 cm.
- Conociendo los resultados del análisis se procedió a realizar los cálculos de fertilización necesarios para el cultivo de arveja.

3.3.2.2 Preparación del terreno

- Con la ayuda de un tractor (arado y rastrado) se procedió a preparar el terreno con el objetivo de remover la tierra y eliminar malas hierbas existentes.
- Se efectuó el surcado y aplicación de los fertilizantes a chorro continuo, este fue de acuerdo a los resultados del análisis del suelo

- Finalmente se efectuó el trazado de las unidades experimentales de 12 m² cada una. La separación entre variedades y bloques fue de 2 m.

3.3.2.3 Siembra

- La siembra se realizó de manera directa, se colocó cuatro semillas por sitio, la densidad de siembra fue de 30 cm entre plantas y 50 cm entre surcos. El número de posiciones por unidad experimental fue de 60.
- En los tratamientos que se utilizó el biofertilizante Rhizobium se inoculó a las semillas antes de la siembra.

3.3.2.4 Prácticas Culturales

- La frecuencia de riego se ejecutó de acuerdo a las necesidades de la planta para mantener el suelo en condiciones de capacidad de campo para el cultivo.
- A los 30 días de emergida las plantas de ensayo, se realizó el rascadillo (deshierba) para eliminar las malezas.

3.3.2.5 Aplicación de los tratamientos

Cuadro 10. Cronograma de aplicación

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

Biofertilizantes	DÍAS DE APLICACIÓN					
	SIEMBRA	15 – 21	30 - 45	45 - 60	75 – 90	90 - 105
B1		C. Químico				
B2	Rhizobium	C. Químico				
B3		CQ + M	C. Químico	C. Químico	C. Químico	C. Químico
B4	Rhizobium	CQ + M	C. Químico	C. Químico	C. Químico	C. Químico

- La cepa de Rhizobium se inoculó a la semilla antes de la siembra.
- Los hongos micorrízicos se aplicaron en forma de drench al cuello de la raíz de la planta, con la ayuda de una bomba de mochila. Esta práctica se realizó a los 20 días de la siembra, es decir, cuando la planta ya estuvo germinada.
- Se realizaron cinco aplicaciones químicas de acuerdo a las fechas establecidas.

3.3.2.6 Cosecha

- La cosecha se realizó en estado tierno, en forma manual cuando las vainas estuvieron completamente llenas y bien desarrolladas.

3.3.3 Variables evaluadas

3.3.3.1 Altura de Planta

La altura de la planta se registró, midiendo el tallo principal, desde su base hasta su ápice terminal; en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental de la parcela neta. Se utilizó un flexómetro en centímetros.

3.3.3.2 Días a la Floración

Esta variable se registró contabilizando los días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas alcanzaron el 50% de floración, en la parcela neta.

3.3.3.3 Número de vainas/sitio

En la parcela 10 plantas tomadas al azar en la parcela neta de cada unidad experimental se realizó el conteo de las vainas. Cuando las variedades expresaron esta etapa fisiológica.

3.3.3.4 Días a la Cosecha

Fue el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la cosecha de las variedades.

3.3.5.5 Rendimiento de Cosecha

Se registró el peso total en kilos de vainas cosechadas en la parcela neta.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación fueron los siguientes:

4.1. ALTURA DE PLANTA

4.1.1. Fase inicial (cm)

Cuadro 11. Medias de los Tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	20,1
T2 (V1B2)	19,2
T3 (V1B3)	18,7
T4 (V1B4)	19,7
T5 (V2B1)	11,7
T6 (V2B2)	13,0
T7 (V2B3)	14,6
T8 (V2B4)	15,9
T9 (V3B1)	12,5
T10 (V3B2)	14,1
T11 (V3B3)	15,2
T12 (V3B4)	17,2

Cuadro 12. Medias de las variedades

VARIEDADES	X
V1	19,4
V2	13,8
V3	14,8

Cuadro 13. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	14,8
B2	15,4
B3	16,2
B4	17,6

Cuadro 14. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	9,023	3,008	0,7533 ^{ns}	4,76	9,78
VARIEDADES	2	289,140	144,570	36,2104**	5,14	10,92
ERROR (a)	6	23,955	3,993			
BIOFERTILIZANTES	3	52,947	17,649	19,8988**	2,92	4,51
VXB	6	37,480	6,247	7,0429**	2,42	3,47
ERROR (b)	27	23,947	0,887			
TOTAL	47	436,493				

^{ns} = No significativo

**= Significativo al 1%

CV(a)= 12,5%

CV (b)=5,9%

X = 16 cm

En el análisis de varianza, cuadro 14, no se encontró significancia estadística para repeticiones, pero fue significativo al 1% para variedades, biofertilizantes e interacción.

El coeficiente de variación (a) fue de 12,5% y el (b) de 5,9%, y la media de 16 cm.

Estos resultados coinciden con lo mencionado por Terranova, (2001), la misma que asegura que las micorrizas y rhizobium además de fijar nitrógeno y fosforo, producen sustancias que estimulan el crecimiento de las plantas, existiendo mayor desarrollo de la raíz y tallos más gruesos.

Cuadro 15. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIETADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V1	19,4	A
V3	14,8	B
V2	13,8	B

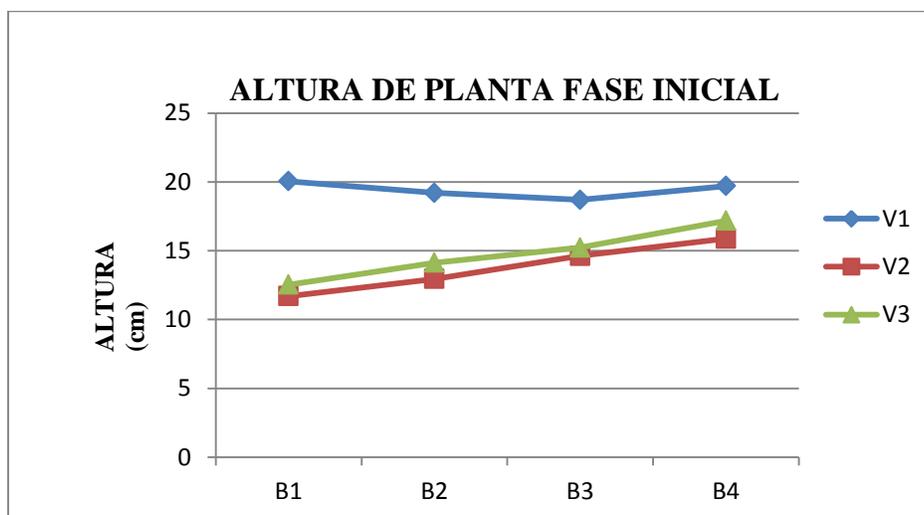
La prueba de DMS al 5%, Cuadro 15, para variedades, indica la presencia de dos rangos, siendo la Variedad 1 la que ocupa el primer rango y por lo tanto la que mayor altura alcanzó.

Cuadro 16. Prueba de Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	MEDIA (cm)	RANGOS
B4	17,6	A
B3	16,2	B
B2	15,4	B
B1	14,8	B

La prueba de Duncan al 5%, para biofertilizantes Cuadro 16, detecta la presencia de dos rangos, siendo el B4 (Micorrizas + Rhizobium) el que ocupó el primer lugar y por lo tanto es el mejor. Esto coincide con lo señalado por Terry, et al. (2006), quienes afirman que las rizobacterias estimuladoras del crecimiento vegetal (RPCV) y los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), estimulan positivamente el crecimiento de las plantas.

FIGURA 1. Interacción Variedades por Biofertilizantes



La interacción figura 1, determina que en general las tres variedades presentan un mayor crecimiento con el B4 (Micorrizas+ Rhizobium). Lo que coincide con García, et al (2001), quienes afirman que si existe efecto en el desarrollo de la planta al aplicar los biofertilizantes.

4.1.2 Fase Media (cm)

Cuadro 17. Medias de Tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	29,8
T2 (V1B2)	30,8
T3 (V1B3)	31,5
T4 (V1B4)	32,5
T5 (V2B1)	21,7
T6 (V2B2)	24,5
T7 (V2B3)	26,3
T8 (V2B4)	27,9
T9 (V3B1)	23,9
T10 (V3B2)	26,9
T11 (V3B3)	27,9
T12 (V3B4)	30,0

Cuadro 18. Medias de las variedades

VARIETADES	X
V1	31,1
V2	25,1
V3	27,1

Cuadro 19. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	25,1
B2	27,4
B3	28,6
B4	30,1

Cuadro 20. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	9,602	3,201	1,8088 ^{ns}	4,76	9,78
VARIETADES	2	301,083	150,541	85,0751**	5,14	10,92
ERROR (a)	6	10,617	1,770			
BIOFERTILIZANTES	3	160,576	53,525	49,0588**	2,92	4,51
VXB	6	17,424	2,904	2,6616*	2,42	3,47
ERROR (b)	27	28,706	1,063			
TOTAL	47	528,760				

^{ns} = No significativo

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

CV(a)= 4,8%

CV (b)=3,8%

X = 27,8 cm

El análisis de varianza, cuadro 20, no detecta diferencia significativa para repeticiones, en cuanto a variedades y biofertilizantes existe significancia estadística al 1%, en cambio con la interacción es significativo al 5%.

El coeficiente de variación (a) fue de 4,8% y para (b) fue de 3,8% con una media general de 27,8 cm.

La aplicación de los biofertilizantes permite una mejor absorción de nutrientes y agua favoreciendo el crecimiento de las plantas, lo que corrobora Robalino, (2008).

Cuadro 21. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIETADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V1	31,3	A
V3	27,1	B
V2	25,1	B

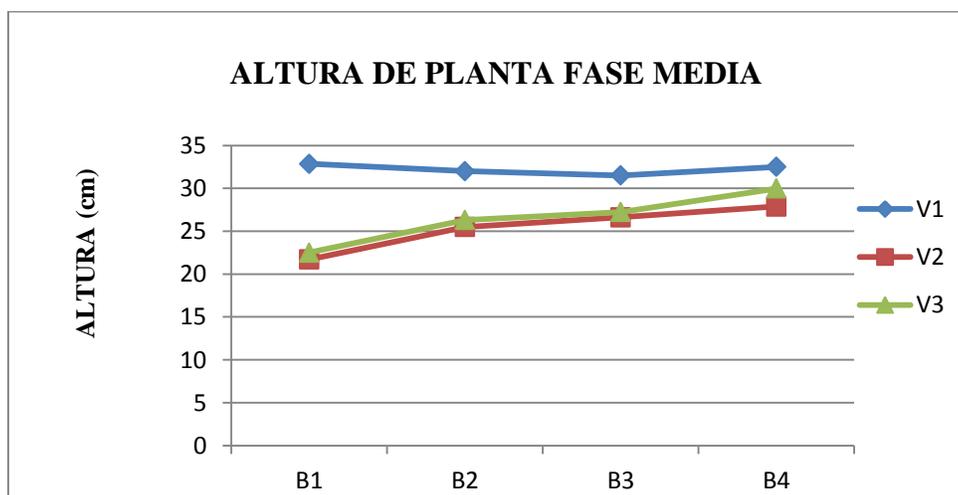
La prueba DMS al 5%, cuadro 21, presenta dos rangos siendo la mejor variedad V1 (Lojanita) que se encuentra en el rango A.

Cuadro 22. Prueba Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZATES	MEDIA (cm)	RANGOS
B4	30,1	A
B3	28,6	B
B2	27,4	B
B1	25,1	C

La prueba Duncan al 5%, cuadro 22, detecta la presencia de tres rangos, encontrándose en primer lugar el biofertilizante B4 perteneciente a Micorrizas y Rhizobium con 30.1 cm.

FIGURA 2. Interacción Variedades por Biofertilizantes



En la figura 2, se observa que todas las variedades presentan un mayor desarrollo con la aplicación de los cuatro biofertilizantes, siendo la V1 (Lojanita) la que más altura tiene. En cuanto se relaciona a la influencia de las aplicaciones se observa que con el B4 (Micorrizas + Rhizobium) las variedades aumentan su altura lo que permite afirmar que si existe efecto en altura de planta al aplicar los biofertilizantes.

4.1.3. Fase Final (cm)

Cuadro 23. Medias de los tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	43.0
T2 (V1B2)	44.7
T3 (V1B3)	45.6
T4 (V1B4)	46.8
T5 (V2B1)	34,5
T6 (V2B2)	38,3
T7 (V2B3)	39,4
T8 (V2B4)	40,7
T9 (V3B1)	35,3
T10 (V3B2)	39,1
T11 (V3B3)	40,0
T12 (V3B4)	43.3

Cuadro 24. Medias de las variedades

VARIEDADES	X
V1	45,0
V2	38,2
V3	39,4

Cuadro 25. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	37,6
B2	40,7
B3	41,7
B4	43,6

Cuadro 26. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	5,227	1,742	0,4157 ^{ns}	4,76	9,78
VARIEDADES	2	423,496	211,748	50,5223 ^{**}	5,14	10,92
ERROR (a)	6	25,147	4,191			
BIOFERTILIZANTES	3	224,464	74,821	117,8074 ^{**}	2,92	4,51
VXB	6	20,165	3,361	5,2918 ^{**}	2,42	3,47
ERROR (b)	27	17,148	0,635			
TOTAL	47	715,648				

^{ns} = No significativo

^{**} = Significativo al 1%

CV (a) = 5%

CV (b) = 1,95%

X = 40,9cm

El análisis de varianza, cuadro 26, se observa que no existe diferencia significativa para repeticiones e interacción en cambio existe significancia al 5% para variedades y biofertilizantes.

El coeficiente de variación para (a) fue de 5% y para (b) de 1,95%, con una media de 40,9 cm.

Las micorrizas promueven la formación de fitohormonas, vitaminas, protección contra patógenos, liberación de nutrientes a partir de minerales insolubles y mejoramiento de las propiedades físicas del suelo permitiendo un mejor desarrollo de las plantas. García, et al (2001).

Cuadro 27. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIEDADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V1	45,0	A
V3	39,4	B
V2	38,2	B

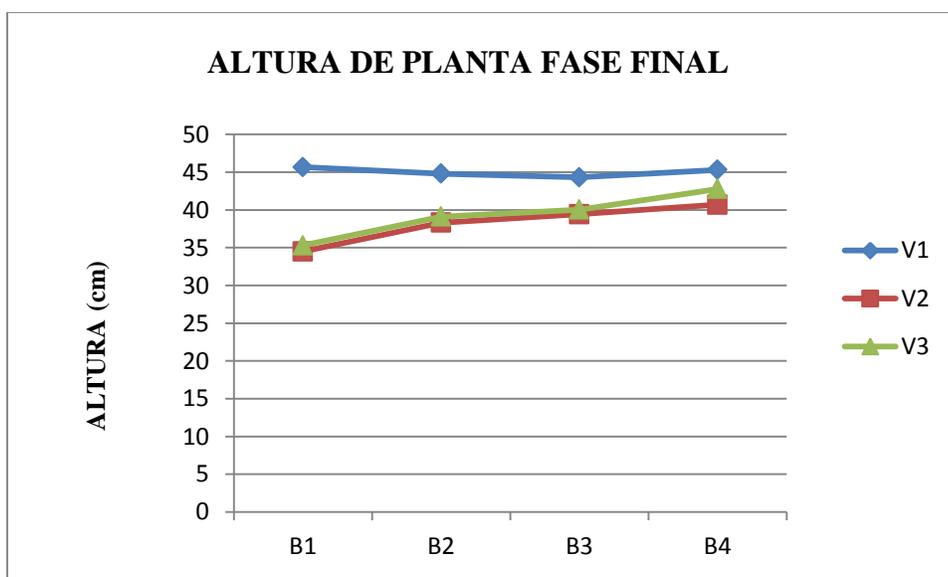
La prueba DMS al 5% para variedades, cuadro 27, establece dos rangos ocupando el primer rango la variedad V1 (Lojanita), lo que permite afirmar que es la mejor en cuanto a altura de planta en la fase final.

Cuadro 28. Prueba Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZATES	MEDIA (cm)	RANGOS
B4	43,6	A
B3	41,7	B
B2	40,7	B
B1	37,6	C

La prueba Duncan al 5% para biofertilizantes, cuadro 28, detecta tres rangos, en el primer rango se encuentra B4 (Micorrizas + Rhizobium).

FIGURA 3. Interacción Variedades por Biofertilizantes



En la figura 2, se establece que en general las tres variedades presentan un mayor crecimiento, tendencia que se manifiesta con la mayoría de biofertilizantes, pero se observa que con B4 (Micorrizas + Rhizobium), las variedades aumentan la altura.

4.2. DIAS A LA FLORACIÓN

Cuadro 29. Medias de Tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	64,0
T2 (V1B2)	63,8
T3 (V1B3)	62,0
T4 (V1B4)	62,3
T5 (V2B1)	60,5
T6 (V2B2)	60,3
T7 (V2B3)	58,3
T8 (V2B4)	58,5
T9 (V3B1)	56,8
T10 (V3B2)	56,5
T11 (V3B3)	55,0
T12 (V3B4)	55,3

Cuadro 30. Medias de las variedades

VARIEDADES	X
V1	63,0
V2	59,8
V3	55,9

Cuadro 31. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	60,4
B2	60,8
B3	58,4
B4	58,7

Cuadro 32. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	6,896	2,299	3,0367 ^{ns}	4,76	9,78
VARIEDADES	2	407,625	203,813	269,2569 ^{**}	5,14	10,92
ERROR (a)	6	4,542	0,757			
BIOFERTILIZANTES	33	51,063	17,021	8,6202 ^{**}	2,92	4,51
VXB	6	8,375	1,396	0,7069 ^{ns}	2,42	3,47
ERROR (b)	27	53,313	1,975			
TOTAL	47	531,813				

^{ns} = No significativo

^{**} = Significativo al 1%

CV (a) = 1,7%

CV (b) = 2,6%

X = 59,4 días

En el análisis de varianza, cuadro 32, 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 biofertilizantes fueron de 1,5% y 2,6% respectivamente, con una media de 59,4 días.

Esto coincide con García, et al (2001), quienes menciona sobre las fitohormonas que se encuentra en estos microorganismos como son: auxinas, giberelinas y citoquininas y su acción influye positivamente en los cultivos, ellas estimulan la germinación de las semillas, el crecimiento inicial, el número de pelos radicales y la longitud de las raíces así como que aceleran la floración y fructificación.

Cuadro 33. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIETADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V1	63,0	A
V2	59,8	B
V3	55,9	C

La prueba de DMS al 5%, cuadro 33, detecta la presencia de tres rangos, siendo la variedad V3 (Híbrida) 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.

Cuadro 34. Prueba Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	MEDIA (cm)	RANGOS
B2	60.8	A
B1	60.4	AB
B4	58.7	AB
B3	58.4	B

La prueba Duncan al 5% para biofertilizantes, cuadro 34, detecta la presencia de dos rangos, siendo los biofertilizantes que ocupan el rango B, con Micorrizas el más precoz. Lo que permite afirmar que si existe efecto en la estimulación temprana de la floración al aplicar los biofertilizantes esto concuerda con los resultados obtenidos por Chailloux, et al. (2004)

4.3. NUMERO DE VAINAS/SITIO

Cuadro 35. Medias de los Tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	38,3
T2 (V1B2)	40,3
T3 (V1B3)	42,4
T4 (V1B4)	44,2
T5 (V2B1)	32,3
T6 (V2B2)	34,1
T7 (V2B3)	36,2
T8 (V2B4)	37,5
T9 (V3B1)	40,6
T10 (V3B2)	42,3
T11 (V3B3)	44,0
T12 (V3B4)	45,6

Cuadro 36. Medias de las variedades

VARIEDADES	X
V1	41,3
V2	35,0
V3	43,1

Cuadro 37. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	37,1
B2	38,9
B3	40,9
B4	42,4

Cuadro 38. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	19,148	6,383	1,9574 ^{ns}	4,76	9,78
VARIEDADES	2	575,111	287,556	88,1828**	5,14	10,92
ERROR (a)	6	19,565	3,261			
BIOFERTILIZANTES	33	197,358	65,786	17,7071**	2,92	4,51
VXB	6	1,095	0,183	0,0491 ^{ns}	2,42	3,47
ERROR (b)	27	100,311	3,715			
TOTAL	47	912,590				

^{ns} = No significativo

**= Significativo al 1%

CV (a)= 4,5%

CV (b)= 4,8%

X = 39,8vainas

En el análisis de varianza, cuadro 38, se observa que existe una diferencia significativa al 5% para variedades y biofertilizantes pero no presentó significancia para repeticiones e interacción. Esto puede deberse principalmente a las características agronómicas de cada variedad, con V1 y V3 se obtuvo de 2 a 4 vainas por racimo en cambio la V2 presentó de 2 a 3 vainas por racimo.

Los coeficientes de variación para las variedades y biofertilizantes fueron de 4,5% y 4,8% respectivamente, con una media de 39,8 vainas por planta.

Cuadro 39. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIEDADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V3	43,1	A
V1	41,3	A
V2	35,0	B

La prueba de DMS al 5%, cuadro 39, establece la presencia de dos rangos, siendo la V3 (Híbrida) y la V1 (Chilena) las variedades que ocuparon el primer rango, siendo estas las que mayor cantidad de vainas tienen.

Cuadro 40. Prueba Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZATES	MEDIA (cm)	RANGOS
B4	42,4	A
B3	40,9	AB
B2	38,9	BC
B1	37,1	C

La prueba de Duncan al 5%, cuadro 40, determina la presencia de tres rangos, siendo la B4 (Micorrizas + Rhizobium) y B3 (Micorrizas) los biofertilizantes que ocuparon el primer rango. Esto es importante porque a los tratamientos que se les aplicó los biofertilizantes ayudaron a que se desarrolle de mejor manera el sistema radicular, como resultado la absorción de los nutrientes fue más efectiva, por lo tanto se obtuvo un mayor número de vainas esto confirma lo que expresa Cruz, (2010).

4.4. DIAS A LA COSECHA

Cuadro 41. Medias de los Tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	94,0
T2 (V1B2)	93,8
T3 (V1B3)	92,8
T4 (V1B4)	92,3
T5 (V2B1)	91,5
T6 (V2B2)	91,8
T7 (V2B3)	90,5
T8 (V2B4)	91,0
T9 (V3B1)	90,5
T10 (V3B2)	90,8
T11 (V3B3)	89,3
T12 (V3B4)	89,5

Cuadro 42. Medias de las variedades

VARIETADES	X
V1	93,2
V2	91,2
V3	90,0

Cuadro 43. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	92,0
B2	92,1
B3	90,8
B4	90,9

Cuadro 44. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	1,083	0,361	0,7761 ^{ns}	4,76	9,78
VARIETADES	2	83,042	41,521	89,2388 **	5,14	10,92
ERROR (a)	6	2,792	0,465			
BIOFERTILIZANTES	33	16,417	5,472	11,7030**	2,92	4,51
VXB	6	1,958	0,326	0,6980 ^{ns}	2,42	3,47
ERROR (b)	27	12,625	0,468			
TOTAL	47	117,917				

^{ns} = No significativo

**= Significativo al 1%

CV (a)= 0,74%

CV (b)= 0,75%

X = 91,5 días

En el análisis de varianza, cuadro 44, se observa que existe una diferencia significativa al 5% para variedades y biofertilizantes, en cambio fue no significativo para repeticiones y la interacción. 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 el tiempo establecido.

El coeficiente de variación para las variedades es de 0,74% y para biofertilizantes fue de 0,75 % respectivamente, con una media de 91,5 días.

Cuadro 45. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIETADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V1	93,2	A
V2	91,2	B
V3	90,0	B

La prueba de DMS al 5% , cuadro 45, para variedades señala la presencia de dos rangos, ocupando el segundo rango V2 y V3 debido a que esta variable lo que interesa es el menor tiempo posible para la cosecha en verde. Por lo tanto influye en la precocidad de la formación de vainas.

Cuadro 46. Prueba Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	MEDIA (cm)	RANGOS
B2	92,1	A
B1	92,0	A
B4	90,9	B
B3	90,8	B

La prueba de Duncan al 5% para biofertilizantes, cuadro 46, detectó la presencia de dos rangos, siendo B4 (Micorrizas + Rhizobium) y B3 (Micorrizas) las que ocuparon el segundo rango y por lo tanto fueron los mejores biofertilizantes. Se afirma lo que dice Terry, et al. (2006), que la aplicación de cualquiera de estos biofertilizantes acelera la formación de vainas.

4.5. RENDIMIENTO DE VARIEDADES

Cuadro 47. Medias de los Tratamientos

TRATAMIENTOS	X
T1 (V1B1)	1,6
T2 (V1B2)	1,6
T3 (V1B3)	1,7
T4 (V1B4)	1,6
T5 (V2B1)	1,2
T6 (V2B2)	1,3
T7 (V2B3)	1,3
T8 (V2B4)	1,6
T9 (V3B1)	1,5
T10 (V3B2)	1,7
T11 (V3B3)	2,1
T12 (V3B4)	1,9

Cuadro 48. Medias de las variedades

VARIEDADES	X
V1	1,6
V2	1,3
V3	1,8

Cuadro 49. Medias de los biofertilizantes

BIOFERTILIZANTES	X
B1	1,4
B2	1,5
B3	1,7
B4	1,7

Cuadro 50. Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F. Cal	F. Tab	
					5%	1%
REPETICIONES	3	0,181	0,060	0,6743 ^{ns}	4,76	9,78
VARIEDADES	2	1,781	0,890	9,9556 *	5,14	10,92
ERROR (a)	6	0,537	0,089			
BIOFERTILIZANTES	33	0,784	0,261	8,5263 **	2,92	4,51
VXB	6	0,461	0,077	2,5055 *	2,42	3,47
ERROR (b)	27	0,827	0,031			
TOTAL	47	4,570				

^{ns} = No significativo

*= Significativo al 5%

**= Significativo al 1%

CV (a)= 18,7%

CV (b)=11,02%

X = 1,6 Tn/ha

En el análisis de varianza, cuadro 50, señala que existe una diferencia significativa al 1% para biofertilizantes, al 5% para variedades y la interacción, en cambio fue no significativo para las repeticiones.

Los coeficientes de variación para las variedades y biofertilizantes fueron de 18,7 % y 11,02 % respectivamente, con una media de 1,6 Ton/ha.

Con cuerda con la Revista Producción, que labiofertilización es una alternativa que no debe dejar de considerarse si se quiere tener un óptimo rendimiento, recuperar la fertilidad biológica del suelo y tener un sistema de producción sostenido.

Cuadro 51. Prueba DMS al 5% para variedades

VARIEDADES	MEDIA (cm)	RANGOS
V3	1,8	A
V1	1,6	A
V2	1,3	A

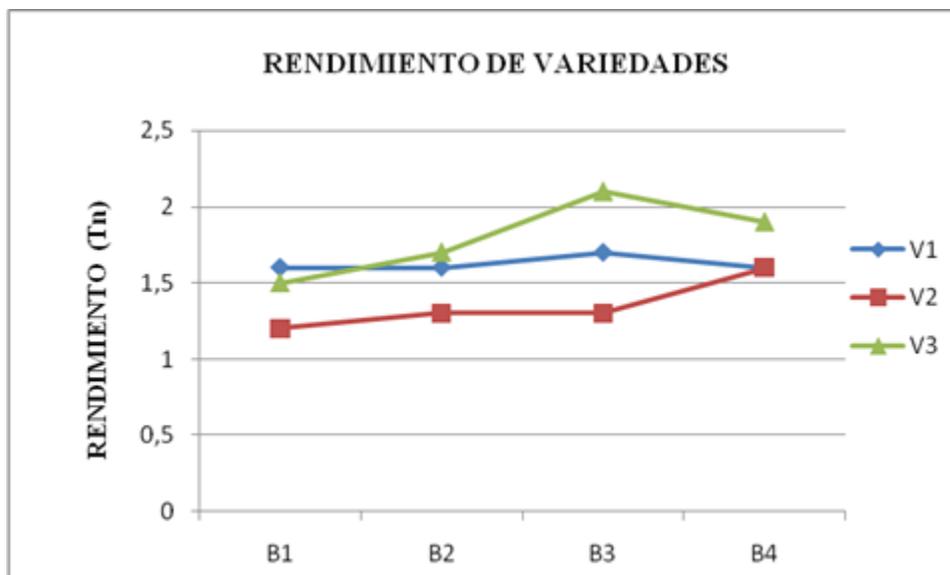
La prueba de DMS al 5%, cuadro 51, para variedades detectó la presencia de un rango, siendo V3 (Hibrida), V1 (Chilena) y V2 (Temprana Perfecta) las mejores.

Cuadro 52. Prueba Duncan al 5% para biofertilizantes

BIOFERTILIZATES	MEDIA (cm)	RANGOS
B3	1,7	A
B4	1,7	AB
B2	1,5	BC
B1	1,4	C

La prueba de Duncan al 5%, cuadro 52, para biofertilizantes detectó la presencia de tres rangos, siendo la B3 (Micorrizas) y B4 (Micorrizas + Rhizobium) las que ocuparon el primer rango y por lo tanto fueron los 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 se incrementó.

FIGURA 4. Interacción Variedad por Biofertilizantes



En la interacción figura 4, se aprecia que la V3 (Hibrida) es la mejor, con relación a la variedad V1 (Lojanita) y variedad V2 (Temprana perfecta), tendencia que se manifiesta con la aplicación del B3 (Micorrizas) y por esta razón es la que presentan mayor cantidad de rendimiento; y al referirse a todos los biofertilizantes se puede decir que con las tres variedades la mejor alternativa de control es la B3 (Micorrizas). Esto se debe a que el biofertilizante ayuda a que las plantas absorban de mejor manera los nutrientes como el Fósforo (P) el cual es el que influye en el incremento de los rendimientos de las plantas esto concuerda con García et al (2001).

Incrementan el rendimiento entre 15 y 50% de los cultivos a un bajo costo, que permiten además complementar el uso de los fertilizantes químicos principalmente los nitrogenados y fosfatados lo que coincide con Aguirre, et al.,(2000).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos obtenidos la investigación “Respuesta de tres variedades de arveja (*Pisumsativum*L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes (Micorrizas y Rhizobium) en Bolívar provincia del Carchi”. Se sintetiza las siguientes conclusiones:

1. La aplicación del biofertilizante, B3 (Micorrizas), es la que actuó mejor en toda la fase fenológica del cultivo, a excepción de altura de planta y envainado que fueron evidenciados por la aplicación B4 (Micorrizas + Rhizobium).
2. En la altura de planta se obtuvo mejor respuesta con B4 (Micorrizas + Rhizobium) con un promedio de 16 cm en la fase inicial, 27,8 cm en la fase media y 40,9 cm en la fase final respectivamente. Esto hace que los biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas) ayuden a la absorción de nutrientes de poca movilidad y de igual manera de macro y micronutrientes, y como resultado proporciona mayor altura de planta.
3. Los días a la floración de las tres variedades de arveja; Lojanita 63,0 días, Temprana Perfecta 59,8 días, Híbrida 55,9 días respectivamente, lo que indica que la variedad tres; V3 (Híbrida) fue la más precoz. En cuanto a los biofertilizantes en la precocidad se determina que con la aplicación de la B3 (Micorrizas) se disminuyen los días.

4. El número de vainas por planta de todas las variedades utilizadas con respecto a los biofertilizantes fue evidentemente superior con Micorrizas + Rhizobium con un promedio de 39,8 vainas.
5. Los días a la cosecha se alcanzó con la variedad tres; V3 (Hibrida) con 91,5 días lo que se la considera como precoz; mientras que el mejor biofertilizante fue B3 (Micorrizas).
6. Los rendimientos totales de variedades, V1 (Lojanita) con 1,6; V2 (Temprana Perfecta)1,3 y V3 (Hibrida) fue de 1,8 toneladas/ha respectivamente lo que se nota claramente que tanto los rizobios como las micorrizas ayudaron al incremento del grano.
7. El uso del biofertilizante B3 (Micorrizas), a diferencia de los otros tratamientos se observó un mejor resultado al proporcionar un mayor rendimiento en cosecha con 1,7 Tn/ha.
8. Desde el punto de vista económico para la aplicación de biofertilizantes en el cultivo de arveja se estableció que el tratamiento más económico fue utilizando Micorrizas con un costo de 2446 USD/ha.
9. La variedad Hibrida respondió mejor a las aplicaciones de los biofertilizantes, porque durante todo el ciclo del cultivo esta variedad presentó mayor tolerancia a factores de estrés y enfermedades.

5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son las siguientes:

1. Es conveniente la aplicación del biofertilizante B3 (Micorrizas), ya que es favorable porque con estos hongos se obtuvo menores días a la floración, cosecha y mayores rendimientos en cosecha.
2. Se recomienda trabajar con la variedad uno; V1 (Lojanita) por ser resistente a condiciones adversas del clima que se encuentran en el ambiente.
3. Si se tiene variedades tardías no se recomienda aplicar ningún tipo de biofertilizante para acelerar su período vegetativo puesto que depende más del componente genético de las variedades.
4. Para próximas investigaciones se puede evaluar a los biofertilizantes (*Rizhobium* y Micorrizas), con diferentes dosis y frecuencias de aplicación para determinar mejores resultados de éste y otros cultivos.
5. Es muy aconsejable el uso del biofertilizante B3 (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.

6. En la zona de Bolívar sector puntales bajo no es recomendable la siembra de la variedad Temprana Perfecta porque esta tiene gran susceptibilidad a plagas, enfermedades y además se obtienen bajos rendimientos.

7. Es importante el cultivo de la variedad Híbrida 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.

8. De acuerdo al mercado es aconsejable la siembra de la variedad Híbrida ya que con esta se obtiene mayor rendimiento en grano.

VI. RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la respuesta de tres variedades de arveja (*Pisumsativum*L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, (Rhizobium y Micorrizas) en Bolívar- provincia del Carchi.

El ensayo se realizó en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia Bolívar en la localidad Punteles Bajo. El tiempo de duración de la fase de campo fue de 4 meses, partiendo con las labores de campo el 7 de septiembre y concluyendo el 16 de diciembre. Los datos de las variables estudiadas se calcularon con un Diseño de Parcelas Divididas, con una Distribución de Bloques Completamente al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones, donde la parcela grande estuvo conformada por las variedades y las subparcelas por las aplicaciones de biofertilizantes.

Para el desarrollo del experimento se ocupó un área de 1000 m², distribuidos en 48 parcelas de 12 m²; se emplearon tres variedades de arveja: Lojanita (V1), Temprana Perfecta (V2), Híbrida (V3), con cuatro tipos de biofertilizantes: Control Químico (B1), Control Químico + Rhizobium (B2), Control Químico + Micorrizas (B3) y Control Químico + Rhizobium + Micorrizas (B4), respectivamente.

La cepa de Rhizobium se inoculó a la semilla antes de la siembra y 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 variables evaluadas en esta investigación fueron: Altura de planta, días a la floración, número de vainas por planta, días a la cosecha, rendimiento de variedades.

De los resultados obtenidos luego de evaluar las variables, se concluye que las variedades con las aplicaciones de Rhizobium y Micorrizas influyeron en la producción del cultivo de arveja

El mejor rendimiento se obtuvo con la variedad Híbrida es la mejor, tendencia que se manifiesta con la aplicación del B3 (Micorrizas) por esta razón es la que presenta mayor cantidad de rendimiento cosecha y grano respectivamente.

Como demuestra los resultados, en la zona de la investigación es viable sembrar la variedad Híbrida, con la utilización de los biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas) pero con una mínima cantidad de control químico.

Una vez finalizada la investigación, se puede coincidir con los argumentos de la literatura citada, la cual manifiesta los beneficios que ofrecen estos biofertilizantes (Micorrizas y Rhizobium) y comparado con los resultados se puede decir que si es útil y rentable su aplicación

VII. SUMMARY

In the present investigation the answer of three pea varieties was evaluated (*Pisumsativum* L) to four biofertilizers applications, (Rhizobium and Mycorrhizae) in Bolívar - county of the Carchi.

The trial was carried out in the county of the Carchi, canton Bolívar, parish Bolívar in the town PuntalésBajo. The time of duration of the field phase was of 4 months leaving with the field works September 7 and concluding December 16. The data of the studied variables were calculated with a Design of Divided Parcels, with a Distribution of Blocks Totally at random with twelve treatments and four repetitions, where the big parcel was conformed by the varieties (V) and the subparcelas by the biofertilizantes applications (B).

For the development of the experiment was occupied an area of 1000 m², distributed in 48 parcels of 12 m²; three pea varieties were used: Lojanita (V1), Temprana Perfecta (V2), Híbrida (V3), with four biofertilizers types: Chemical control (B1), Chemical Control + Rhizobium (B2), Chemical Control + Mycorrhizae (B3) and Chemical Control + Rhizobium + Mycorrhizae (B4), respectively.

The stump of Rhizobium was inoculated to the seed before the sowing and the fungimicorrízicos it applied them to him in drench form to the roots of the plants, with the help of a backpack bomb, this was carried out it that is to say to the 20 days of the sowing when the plant was already germinated.

The variables evaluated in this investigation were: Plant height, days of flowering, number of sheaths for plant, days to the crop, yield of varieties.

Of the results obtained after evaluating the variables, you concludes that the varieties with the applications of Rhizobium and Mycorrhizae influenced in the production of the pea cultivation

The best yield was obtained with the Hybrid variety it is the best, tendency that is manifested with the application of the B3 (Mycorrhizae) for this reason it is the one that presents bigger quantity of yield it harvests and grain respectively.

As it demonstrates the results, in the area of the investigation it is viable to sow the Hybrid variety, with the use of the biofertilizers (Rhizobium and Mycorrhizae) but with a minimum quantity of chemical control.

Once concluded the investigation, you can coincide with the arguments of the mentioned literature, the one which apparent the benefits that they offer these biofertilizantes (Mycorrhizae and Rhizobium) and compared with the results one can say that if it is useful and profitable their application

VIII. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

8.1. Introducción

El presente estudio al ser una actividad que se desarrolló en el campo y que posteriormente tendrá aplicaciones en el mismo, es de suma importancia realizar una evaluación de impactos ambientales, para identificar y evaluar los impactos provocados al ambiente.

8.2. Objetivos

8.2.1 General

Conocer el impacto ambiental ocasionado por la presente investigación **“RESPUESTA DE TRES VARIETADES DE ARVEJA (*Pisumsativum L*) A CUATRO APLICACIONES DE BIOFERTILIZANTES EN BOLIVAR - PROVINCIA DEL CARCHI”**

8.2.2 Específicos

- Determinar las áreas de influencia directa e indirecta afectadas por el trabajo de investigación.
- Identificar los efectos e impactos positivos y negativos.
- Evaluar los efectos e impactos positivos y negativos
- Proponer medidas de mitigación de impactos negativos.

8.3 Caracterización ambiental

8.3.1 Ubicación

El ensayo se encontró ubicado en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, sector Puntalés Bajo, ubicado geográficamente en las coordenadas: 0° 29' 30,70" de latitud Norte y 77° 55' 55,64" de longitud Oeste; con una altitud de 2430 m.s.n.m.

8.3.2 Componente abiótico

8.3.2.1 Clima.

El clima que presenta la zona está 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, con una temperatura promedio de 15.0 °C y una humedad relativa de 70%.

8.3.2.2 Agua.

El agua de riego que llega al sector Puntalés Bajo proviene de la vertiente de Andrade, la misma que presenta un cierto grado de polución por basura arrojada desde las partes más altas del trayecto de la acequia.

8.3.2.3 Aire.

El aire presenta alteraciones en su estado normal cuando los agricultores del sector aplican productos químicos para controlar plagas y enfermedades en sus cultivos y cuando realizan el abonado del suelo con estiércoles de animales como gallinaza y bovinasa.

8.3.2.4 Suelo.

El suelo de este sector tiene poca cantidad de materia orgánica Taxonómicamente pertenece al Orden molisol, Suborden USTOLL, gran grupo ARGJUSTOL, y posee las siguientes características: textura franca con una profundidad mayor a 100 cm, porcentaje de pedregosidad menor al 10%, buen drenaje, nivel freático profundo mayor a 100 cm. pH neutro (6,6 – 7,5), sin toxicidad, sin grado de erosión y nivel de fertilidad alto

8.3.3 Componente biótico

8.3.3.1 Flora.

En el sector se logró observar una flora muy variada, destacándose las siguientes especies: Arbóreas (nogal, ciprés y pino); Frutales (aguacate, tomate de árbol, babaco); Arbustivas (chilca); Cultivos de ciclo corto (maíz, frejol) y Forrajeras (alfalfa)

8.3.3.2 Fauna.

Se clasifican en dos grupos domésticos y silvestres.

Dentro de los animales domésticos existen: vacas, cerdos, peros, pollos, cuyes y conejos; mientras que en los silvestres podemos identificar aves (jilguero, gorrión, picaflor, birachuros, tórtolas); mamíferos (ratón silvestre y raposa); reptiles (lagartija); anfibios (ranas y sapos) y una gran variedad de insectos.

8.4 Descripción del proyecto

Las actividades desarrolladas en el trabajo de investigación se detallan en el manejo específico del experimento, por esta razón solo serán enumerados:

1. Análisis del suelo
2. Preparación del terreno
3. Siembra
4. Prácticas Culturales
5. Aplicación de los tratamientos
6. Cosecha

8.5. Áreas De Influencia

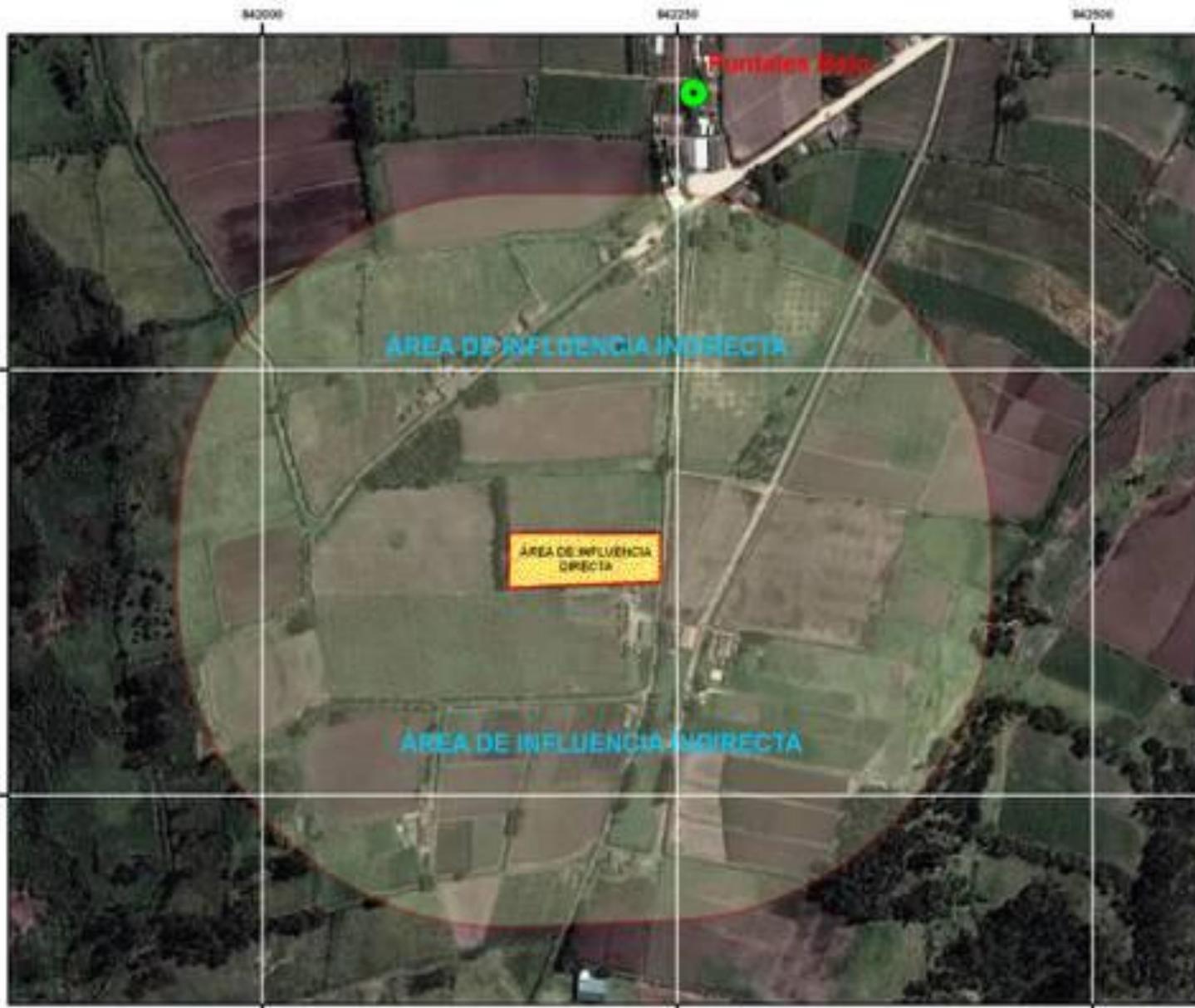
8.5.1 Área de Influencia Directa (AID)

Se define como área de influencia directa, al espacio que comprende el ensayo investigativo 768 m², ya que las actividades realizadas afectan de manera directa en dicho espacio.

8.5.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta es la superficie que cubre 200 metros de radio tomando como centro el trabajo de investigación, dentro de dicho espacio se localiza una vivienda habitada por una familia compuesta de 5 personas

MAPA DE UBICACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA



MAPA DE UBICACIÓN
16 - III - 2.012



SIMBOLOGÍA

-  POBLADO
-  ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
-  ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO: RESPUESTA DE TRES UNIDADES DE ANEJA (FRUITS) A CUATRO APLICACIONES DE BIOPERTINENTE INCORPORADAS Y RINDIENDO EN BOLIVAR, PROVINCIA DEL CARCHI	
ESCALA: LA INDICADA	FUENTES: IGADRO 2308 TRABAJO DE CAMPO 2011
ÁMBITO DE UBICACIÓN: DISEÑO AGROPECUARIO MAPA DE ÁREAS DE INFLUENCIA	ZONA DE ESTUDIO: PARROQUIA BOLIVAR PROVINCIA DEL CARCHI
DATOS CARTOGRAFICOS: PROYECCIÓN: UTM DATUM: WGS 84 ZONA: 17 N	AUTORA: NELLY CARAPAZ NANCY ROSÁN

MAPA 3



8.6 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.

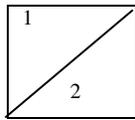
- Definición de los tiempos requeridos para la elaboración y presentación de estudios de impacto ambiental, y de los períodos del ciclo de la actividad o proyecto que deben ser considerados.
 - Definición de los mecanismos de seguimiento ambiental que serán aplicados durante las fases de ejecución o 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.

8.7 EVALUACIÓN DEL IMPACTO

Los impactos producidos por la investigación se evaluaron por el método de la “Matriz de Leopold”, que es una tabla de doble entrada donde se relacionan las actividades realizadas ubicadas en filas, con los componentes ambientales ubicados en las columnas, produciéndose así una interacción que se la calificará aplicando los parámetros de Magnitud e Importancia con la siguiente escala:

Magnitud (M).- del 1 al 10 para los impactos positivos y del -1 al -10 para los impactos negativos, se ubica en la parte superior de la casilla.

Importancia (I).- del 1 al 10, se ubica en la parte inferior de la casilla.



1 = Importancia del impacto

2 = Magnitud del impacto

Los impactos producidos se evaluaron en las siguientes matrices:

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

FACTORES MEDIO - AMBIENTALES		ACCIONES DEL PROYECTO													
		Arado	Rastrado	Aplicación de Fertilizantes	Trazado de Parcelas	Trazado de Surcos	Inoculación del Rhizobium en la semilla	Siembra	Aplicación de Micorrizas	Deshierbas	Aporque	Control Químico	Riego	Cosecha	Transporte
FISICO QUIMICO	AIRE	Calidad del aire			X			X		X					
		Ruido	X	X											X
	AGUA	Calidad de agua											X		
		Caudal											X		
	SUELO	Estructura	X	X			X				X	X			
		Textura	X	X		X					X	X			
Fertilidad				X							X				
BIOTICOS	FLORA	Cultivo de arveja	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Cultivos cercanos										X			
	FAUNA	Microflora	X	X				X		X		X			
		Insectos	X	X				X		X		X			
		Microfauna	X	X				X		X	X				
SOCIO - ECONOMICA Y CULTURAL	SOCIAL	Calidad de vida de poblaciones cercanas			X							X	X		
		Actividades Agrícolas	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
		Generación de Empleo	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

FACTORES MEDIO - AMBIENTALES		ACCIONES DEL PROYECTO														AFECTACIONES POSITIVAS	AFECTACIONES NEGATIVAS	AGREGACION DE IMPACTOS			
		Arado	Rastrado	Aplicación de Fertilizantes	Trazado de Parcelas	Trazado de Surcos	Inoculación del Rhizobium en la semilla	Siembra	Aplicación de Micorrizas	Deshierbas	Aporque	Control Químico	Riego	Cosecha	Transporte						
FISICO Y QUIMICO	AIRE	Calidad del aire			-1	1			2	1		2			-1	1			2	2	2
		Ruido	-1	-1																0	2
	AGUA	Calidad de agua													1				1	0	3
		Caudal													-2	3			0	1	-6
	SUELO	Estructura	-1	-1			1					1	1						3	2	2
		Textura	-1	-1			1					-1	1						2	3	-3
Fertilidad				2			3		3					-2				3	1	18	
BIOTICOS	FLORA	Cultivo de arveja	-1	-1	1	1	1	3	1	3	1	1	-2	1	1	1	1		11	3	24
		Cultivos cercanos			2	1	1	3	1	3	1	1	2	2					2	0	4
		Microflora	-1	-1								1	-2						1	3	3
	FAUNA	Insectos	-1	-1								1	-2						1	3	-7
		Microfauna	-1	-1									2	-3					1	3	9
				1	1							1	3								
SOCIO - ECONOMICA Y CULTURAL	SOCIAL	Calidad de vida de poblaciones cercanas	-1	-1									2	2				2	2	6	
		Actividades Agrícolas	1	1	1		1	3	1	3	1	2	3	1	3				12	0	38
	ECONOMICO	Generacion de Empleo	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1		14	0	29
			2	2	4	2	5	5	3	5	5	7	6	6	3	2					91
			8	8	1	0	0	0	0	0	1	0	4	1	0	0					
			-5	-6	7	2	7	30	5	30	9	13	-15	7	5	2					91

8.10 Interpretación de los resultados

Al analizar la matriz de evaluación de impactos podemos apreciar que el 69% son impactos positivos y el 31% son impactos negativos lo que permite que el trabajo investigativo es ambientalmente viable.

10. Medidas correctivas

Las aspersiones de agroquímicos en los controles fitosanitarios es la única puntuación negativa observada y para mitigar su impacto se recomienda las siguientes medidas correctivas:

1. Realizar las aspersiones en las primeras horas del día para que exista mayor absorción de las plantas y menor dispersión de los productos por el viento.
2. Tomar las medidas de seguridad en el manejo de agroquímicos antes, durante y después de las aspersiones.
3. Utilizar el equipo de protección necesario (guantes, gafas, botas, gorra, mascarilla, pantalón y saco impermeable) cuando se realicen los controles fitosanitarios.
4. Continuar con el uso de productos específicos y de clase toxicológica IV (etiqueta verde) para evitar contaminación al suelo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **AGROSAD.** Importaciones y distribuciones de productos agropecuarios.
2. **ALMEIDA, C.** (2006). “Efecto de la interacción de los bioestimulantes bm-86 y sephu – amin/complet en el cultivo de arveja (*pisum sativum* linneo), variedad rogger temprana perfecta en el cantón Bolívar-Carchi”. Tesis Ing. Agr. Sede El Ángel- Carchi. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
3. **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. Ibarra Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
4. **BARRAGAN R,** (1997). Principios de Diseño Experimental. 66 pp. Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la UTN.
5. **CANGAS, R Y LOPEZ, J** (1999). “Incidencia de micorrizas vesiculo arbuscular (*glomus mosseae*) en el cultivo de rosas (*rosa app*) variedad classy y rafaela y su efecto en poscosecha”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
6. **CAMPAÑA C, D. F.** (1993). “Evaluación de tres cepas de Rhizobiumetli bajo condiciones del campo y de 8 soportes de la bacteria para la producción de inoculantes en dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris*) Tumbaco-Pichincha”
7. **CAMPO FÉRTIL.** Importadora y Comercializadora Abonos y Balanceados
8. **CUÁSQUER, F Y PAVÓN, G** (2010). “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”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.

9. **GUÍA TÉCNICA DE CULTIVOS**, (2008). “Publicado por INIAP”. Quito, Ecuador.
10. **NAZARENO H**, (1989). Tomo 1 de Leguminosas. Editorial Multimundo.
11. **PEÑA, L, A. et al.**, (1997). “Evaluación del uso de micorrizas vesículo arbusculares (MVA) en el sistema de producción frijol en la zona andina de Nariño”. Pasto-Nariño. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agrícola PRONATTA 80-81p.
12. **PERALTA, E, A. et al.**, (2010). Manual Agrícola de Frejol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 70 p.
13. **PRADO L**, (2008). “Evaluación agronómica de dos líneas de arveja (*Pisum sativum* L) y su efecto a la fertilización química y orgánica, en el Cantón Chimbo”. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bolívar, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.
14. **PROAÑO J**, (2007). “Respuesta de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) a la fertilización orgánica y química en la granja La Pradera” Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
15. **PROGRAMA NACIONAL DE LEGUMINOSAS**, (septiembre 1997). “Variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) de tipo enana-erecta para la sierra ecuatoriana”. Plegable Divulgativo N° 161.
16. **SALAZAR, C.E.** (1983). Evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* (Frank) en el cultivo de Arveja. (Ing. Agrónomo, Ciencias Agrícolas) Quito-Ecuador.

17. **SUBIA, C, R** (2001). “Evaluación de tres cepas introducidas de *Rhizobium leguminosarum* en cuatro variedades de arveja *Pisum sativum* L para la zona interandina”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Sangolqui-Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias-IASA.
18. **SUQUILANDA M**, (1995). “Hortalizas, Manual para la producción orgánica”, Ediciones UPS FUDAGRO. Quito, Ecuador.
19. **TERRANOVA ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA**, (2001). “Producción Agrícola 1”, Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá – Colombia, 520 pp.
20. **VACA, R, E** (2001). “Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja en Santa Martha de Cuba”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra-Ecuador. Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
21. **VILLAVICENCIO V, Aida; VÁSQUEZ C, Wilson**. Eds. (2008). Guía Técnica de Cultivos. Quito, EC, INIAP, 444p. (Manual No. 73).

9.1. RECURSOS ELECTRÓNICOS

1. **AGUIRRE, J, F. et al.**, (2000). “MICORRIZA, Biofertilizante para la Agricultura Mejor nutrición Mayor crecimiento de raíz”. Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarios. Campo Experimental del INIFAP. Disponible en www.inifap.gob.mx.
2. **AGROALIMENTACIÓN**, (2002). “El cultivo de Arveja” Disponible en: <http://www.abcagro.com/hortalizas/arvejas.asp#1.Taxonom%C3%ADa%20y%20morfolog%C3%ADa>.
3. **BARRIOS, P, E. et al.**, (2009). “Efecto de las micorrizas arbusculares en el crecimiento, fotosíntesis y anatomía foliar de plantas jóvenes de agave tequilana”. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Ecología. págs. 63-78. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=11830>

4. **CARRANZA, C, A** (2006). "Reacción Fenológica y Agronómica de dos cultivares de zanahoria (*Daucus carota*) a la inoculación de cepas de micorriza en campo. Sangolquí – Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias I.A.S.A. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2590/1/T-ESPE-IASA%20I-003088.pdf>

5. **CORPOICA**, (2008). "Inoculación con rizhobium: una alternativa para biofertilizar el cultivo de arveja". Consultado 16 enero 2012. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Arveja2.pdf>

6. **CHAILLOUX, M Y HERNÁNDEZ, M** (2004). "Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosfericas como alternativa a la nutrición mineral del tomate." *Revista Cultivos Tropicales* 25.2 (2004): 5+. *Gale Power Search*. Web. 20 Jan. 2012. Disponible en: http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA174372024&v=2.1&u=utn_cons&it=r&p=GPS&sw=w

7. **CRUZ M, et al.**, (2010). "Efecto de la Simbiosis entre *Bradyrhizobium japonicum* con micorrizas arbusculares para mejorar la producción de soya (*Glycinemax L.*) en el litoral ecuatoriano." *Revista Alternativas* 11.15 (2010): 40+. *Gale Power Search*. Web. 20 Jan. 2012. Disponible en: http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA268215691&v=2.1&u=utn_cons&it=r&p=GPS&sw=w

8. **FRONTERA, G, M, (2003)**. Revista Uso de Biofertilizantes con micorrizas para soja, trigo, maíz y poroto. Ing. Agr. . (Profesor en Microbiología Agrícola Director de Crinigan S.A) Disponible en: http://www.produccion.com.ar/2003/03dic_15.htm

9. **GARCÍA, O, A, et al.** (2001). Utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 35.2 (April-June 2001): p85. From *Academic One File*.

10. **JIRÓN, Y, M** (2006). “Comportamiento y rendimiento agronómico de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum L*), Quantum, Rosada, Early Perfection, Alverjón y Chilena, sometidas a cinco distancias de siembra en la zona de Mira, Provincia del Carchi.” El Ángel – Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Disponible en: <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/tesis+de+cinco+variedades+de+arveja/doc/Word>

11. **ORNA, A, R** (2009). “Evaluación del efecto de la aplicación de micorrizas en la producción de tomate riñón (*Lycopersicon solanum*) bajo invernadero”. Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/357/1/13T0652%20ORNA%20ANGEL.pdf>.

12. **NODA Y,** (2009). “Las Micorrizas, una alternativa de fertilización ecológica en los pastos”. *Pastos y Forrajes* [online]. 2009, vol.32, n.2, pp. 1-1. ISSN 0864-0394. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942009000200001&script=sci_abstract

13. **ROBALINO, M, A** (2008). “Evaluación de biofertilizantes en la producción de forraje y semillas de *Arrhethium elatius* (Pasto avena) en la estación Experimental Tushi. Riobamba-Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad en Ciencias Pecuarias. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1505/1/17T871.pdf>

14. **SERVICIO INFORMATIVO IBEROAMERICANO (Mayo, 1999)**, La genética al servicio de la agricultura. Disponible en: <http://www.oei.org.co/sii/entrega15/art05.htm>

15. **TERRY, A Y GALÁN, A** (2006). "Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. " *Revista Agronomía Costarricense* 30.1: 65+. *Gale PowerSearch*. Web. 20 Jan. 2012. Disponible en: http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE%7CA162115344&v=2.1&u=utn_cons&it=r&p=GPS&sw=w

ANEXOS

ANEXO 1. Resultados obtenidos para la variable Altura de planta Fase Inicial (cm) a los 30 días.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	19,2	20,1	21,2	19,7	80,2	20,1
T2 (V1B2)	18,5	19,7	20,2	18,4	76,8	19,2
T3 (V1B3)	16,3	18,8	19,4	20,3	74,8	18,7
T4 (V1B4)	17,4	17,5	21,5	22,4	78,8	19,7
T5 (V2B1)	10,2	12,5	11,7	12,4	46,8	11,7
T6 (V2B2)	12,4	14,3	13,4	11,7	51,8	13,0
T7 (V2B3)	13,5	15,6	14,3	15,1	58,5	14,6
T8 (V2B4)	16	16,1	15,4	16	63,5	15,9
T9 (V3B1)	12,8	11,6	13,2	12,5	50,1	12,5
T10 (V3B2)	14,7	12,7	15,9	13,2	56,5	14,1
T11 (V3B3)	15,9	14,3	16,3	14,4	60,9	15,2
T12 (V3B4)	18,3	16,8	17,1	16,5	68,7	17,2
SUMA	185,2	190	199,6	192,6	767,4	
X	15,43	15,83	16,63	16,05		16,0

Interacción Variedades y Biofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	80,2	76,8	74,8	78,8	310,6	19,4
V2	46,8	51,8	58,5	63,5	220,6	13,8
V3	50,1	56,5	60,9	68,7	236,2	14,8
SUMA	177,1	185,1	194,2	211,0	767,4	
X	14,8	15,4	16,2	17,6		16,0

ANEXO 2. Resultados obtenidos para la variable Altura de planta Fase Media (cm) a los 50 días.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	30	30	29,5	29,5	119	29,8
T2 (V1B2)	30,5	31	30,5	31	123	30,8
T3 (V1B3)	29,1	31,6	32,2	33,1	126	31,5
T4 (V1B4)	30,2	30,3	34,3	35,2	130	32,5
T5 (V2B1)	20,2	22,5	21,7	22,4	86,8	21,7
T6 (V2B2)	24,4	24,4	25,4	23,7	97,9	24,5
T7 (V2B3)	25,5	26,4	26,3	27,1	105,3	26,3
T8 (V2B4)	28	28,1	27,4	28	111,5	27,9
T9 (V3B1)	22,7	23,5	24,8	24,5	95,5	23,9
T10 (V3B2)	27,4	25,6	27,9	26,5	107,4	26,9
T11 (V3B3)	27,9	26,3	29,6	27,6	111,4	27,9
T12 (V3B4)	31,1	29,6	29,9	29,3	119,9	30,0
SUMA	329,8	336,2	343,6	336,6	1333,7	
X	27,48	28,02	28,63	28,05		27,8

Interacción Variedades y Biofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	119	123	126	130	498	31.1
V2	86,8	97,9	105,3	111,5	401,5	25.1
V3	95,5	107,4	111,4	119,9	434,2	27.1
SUMA	301,3	328,3	342,7	361,4	1333,7	
X	25.1	27.4	28.6	30,1		27,8

ANEXO 3. Resultados obtenidos para la variable Altura de planta Fase Final (cm) a los 70 días.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	43	42,9	43,5	42,7	172,1	43,0
T2 (V1B2)	44,1	43,2	45,8	45,6	178,7	44,7
T3 (V1B3)	45,5	44,4	46,7	45,9	182,5	45,6
T4 (V1B4)	45,3	46,9	47,1	48	187,3	46,8
T5 (V2B1)	33	35,3	34,5	35,2	138	34,5
T6 (V2B2)	37,2	41,3	38,2	36,5	153,2	38,3
T7 (V2B3)	38,3	40,4	39,1	39,9	157,7	39,4
T8 (V2B4)	40,8	40,9	40,2	40,8	162,7	40,7
T9 (V3B1)	35,5	34,4	36	35,3	141,2	35,3
T10 (V3B2)	40,2	37,5	40,7	38	156,4	39,1
T11 (V3B3)	40,7	39,1	41,1	39,2	160,1	40,0
T12 (V3B4)	43,9	42,4	44,6	42,1	173	43,3
SUMA	487,5	488,7	497,5	489,2	1962,9	
X	40,63	40,73	41,46	40,77		40,89

Interacción Variedades y Biofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	172,1	178,7	182,5	187,3	720,6	45.0
V2	138	153,2	157,7	162,7	611,6	38.2
V3	141,2	156,4	160,1	173	630,7	39.4
SUMA	451,3	488,3	500,3	523	1962,9	
X	37.6	40.7	41.7	43.6		40,9

ANEXO 4. Resultados obtenidos para la variable Días a la Floración (Días).

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	64	64	64	64	256	64
T2 (V1B2)	64	64	63	64	255	63,8
T3 (V1B3)	63	61	62	62	248	62
T4 (V1B4)	63	62	62	62	249	62,3
T5 (V2B1)	60	60	61	61	242	60,5
T6 (V2B2)	61	61	59	60	241	60,3
T7 (V2B3)	58	60	58	57	233	58,3
T8 (V2B4)	58	58	60	58	234	58,5
T9 (V3B1)	57	57	57	56	227	56,8
T10 (V3B2)	57	57	56	56	226	56,5
T11 (V3B3)	55	55	55	55	220	55,0
T12 (V3B4)	55	56	55	55	221	55,3
SUMA	715	715	712	710	2852	
X	59,6	59,6	59,3	59,2		59,4

Interacción Variedades y Biofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	256	255	248	249	1008	63.0
V2	242	241	233	234	950	59.8
V3	227	226	220	221	894	55.9
SUMA	725	722	701	704	2852	
X	60.4	60.8	58.4	58.7		59,4

ANEXO 5. Resultados obtenidos para la variable Número de Vainas/Sitio

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	39,6	38,5	34,5	40,6	153,2	38,3
T2 (V1B2)	42,3	39,8	40,3	38,9	161,3	40,3
T3 (V1B3)	43,4	40,1	43,6	42,5	169,6	42,4
T4 (V1B4)	45,3	43,3	45,3	42,9	176,8	44,2
T5 (V2B1)	34,3	30,3	32,4	32,2	129,2	32,3
T6 (V2B2)	34,5	33,4	33,9	34,7	136,5	34,1
T7 (V2B3)	32,4	38,9	33,8	39,8	144,9	36,2
T8 (V2B4)	35,8	38,8	35,6	39,9	150,1	37,5
T9 (V3B1)	40	38,9	40,6	42,8	162,3	40,6
T10 (V3B2)	43,2	40,5	42,6	42,9	169,2	42,3
T11 (V3B3)	44,3	45,8	40,1	45,9	176,1	44,0
T12 (V3B4)	45	45,9	45,7	45,8	182,4	45,6
SUMA	480,1	474,2	468,4	488,9	1911,6	
X	40,0	39,5	39,0	40,7		39,8

Interacción Variedades y Biofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	153,2	161,3	169,6	176,8	660,9	41.3
V2	129,2	136,5	144,9	150,1	560,7	35.0
V3	162,3	169,2	176,1	182,4	690	43.1
SUMA	444,7	467	490,6	509,3	1911,6	
X	37.1	38.9	40.9	42.4		39,8

ANEXO 6. Resultados obtenidos para la variable Días a la Cosecha (Días).

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	94	94	94	94	376	94
T2 (V1B2)	94	93	94	94	375	93,8
T3 (V1B3)	93	93	93	92	371	92,8
T4 (V1B4)	91	93	93	92	369	92,3
T5 (V2B1)	92	92	91	91	366	91,5
T6 (V2B2)	91	93	91	92	367	91,8
T7 (V2B3)	91	90	91	90	362	90,5
T8 (V2B4)	92	91	90	91	364	91,0
T9 (V3B1)	91	90	91	90	362	90,5
T10 (V3B2)	92	91	90	90	363	90,8
T11 (V3B3)	89	89	89	90	357	89,3
T12 (V3B4)	90	89	90	89	358	89,5
SUMA	1100	1098	1097	1095	4390	
X	91,7	91,5	91,4	91,3		91,5

Interacción Variedades yBiofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	376	375	371	369	1491	93.2
V2	366	367	362	364	1459	91.2
V3	362	363	357	358	1440	90.0
SUMA	1104	1105	1090	1091	4390	
X	92.0	92.1	90.8	90.9		91,5

ANEXO 7. Resultados obtenidos para la variable Rendimiento de cada Variedad (Tn).

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	X
T1 (V1B1)	1,45	1,35	1,79	1,65	6,24	1,6
T2 (V1B2)	1,5	1,45	1,66	1,75	6,36	1,6
T3 (V1B3)	1,65	1,35	1,93	1,93	6,86	1,7
T4 (V1B4)	1,63	1,65	1,45	1,85	6,58	1,6
T5 (V2B1)	1,12	1,15	1,15	1,26	4,68	1,2
T6 (V2B2)	1,23	1,25	1,25	1,35	5,08	1,3
T7 (V2B3)	1,35	1,3	1,3	1,4	5,35	1,3
T8 (V2B4)	1,5	1,45	1,35	1,95	6,25	1,6
T9 (V3B1)	1,62	1,55	1,48	1,38	6,03	1,5
T10 (V3B2)	1,75	1,52	1,74	1,82	6,83	1,7
T11 (V3B3)	2,5	2,4	1,92	1,75	8,57	2,1
T12 (V3B4)	2,12	1,92	1,36	2	7,4	1,9
SUMA	19,42	18,34	18,38	20,09	76,23	
X	1,62	1,53	1,53	1,67		1,6

Interacción Variedades yBiofertilizantes

	B1	B2	B3	B4	SUMA	X
V1	6,24	6,36	6,86	6,58	26,04	1.6
V2	4,68	5,08	5,35	6,25	21,36	1.3
V3	6,03	6,83	8,57	7,4	28,83	1.8
SUMA	16,95	18,27	20,78	20,23	76,23	
X	1.4	1.5	1.7	1.7		1,6

Cuadro No. 53. Costos de Establecimiento

ACTIVIDAD	DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
Personal	Técnicos investigadores	2	u	500	1000
Preparación del Terreno	Análisis de Suelo	1	u	26.85	26.85
	Arado	2	hora	20	40
	Rastra	2	hora	20	40
	Trazado y surcado de parcelas	4	jornal	10	40
	Piola	5	rollos	2	10
	Estacas	200	u	0.3	60
	Letreros	50	u	1	50
Siembra	Variedad Lojanita	5	kg	5	25
	Variedad Temprana P	5	kg	5	25
	Variedad Híbrida	5	kg	19	95
Prácticas Culturales	Siembra	5	jornal	10	50
	Deshierba	4	jornal	10	40
	Aporque	4	jornal	10	40
	Cosecha	5	jornal	10	50
	Bomba de fumigar	2	u	50	100
	Tanque de 200 L	1	u	30	30
	Baldes	2	u	5	10
	Carretillas	1	u	25	25
Aplicaciones	Hongos Micorrizicos	10	kg	50	500
	Rhizobium	1	Aplicación	50	50
	Herbicidas	1	Aplicación	7.4	7.4
	Fungicidas	5	Aplicaciones	12	60
	Insecticidas	3	aplicaciones	8	24
	Fertilizantes foliares	5	aplicaciones	13.5	67.5
	Fijador	5	aplicaciones	1.5	7.5
	Fertilizantes granulados	2	saco	40	80
Cosecha	Costales	20	u	1	20
	Balanza	1	u	20	20
	Transporte de Materiales	8	fletes	20	160
Subtotal					2753.25
Imprevistos (10 %)					
Total					3028.58

Ficha 1. Hoja de datos para altura de planta.

ALTURA DE PLANTA				
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				

Ficha 2. Hoja de datos para días a la floración.

DÍAS A LA FLORACIÓN				
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				

Ficha 3. Hoja de datos para el número vainas / sitio.

VAINAS / SITIO																			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES																		
	R1					R2					R3				R4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5
T1																			
T2																			
T3																			
T4																			
T5																			
T6																			
T7																			
T8																			
T9																			
T10																			
T11																			
T12																			

Ficha 4. Hoja de datos para días a la cosecha.

DÍAS A LA COSECHA				
TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				
T11				
T12				

Ficha 5. Hoja de datos para el rendimiento de variedades.

RENDIMIENTO DE VARIEDADES																			
TRATAMIENTOS	REPETICIONES																		
	R1					R2					R3				R4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5
T1																			
T2																			
T3																			
T4																			
T5																			
T6																			
T7																			
T8																			
T9																			
T10																			
T11																			
T12																			

Ficha 6. Análisis de Suelo

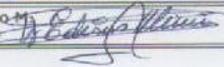


LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya y Aurelio Mosquera Ibarra - Ecuador Telefax. 2605177 cel. 099591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: NELLY CARAPAZ Ciudad: Bolivar Teléfono: 092283604 Fax:		DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Bolivar Parroquia: Sitio: Puntales	
DATOS DEL LOTE Sitio: Puntales Superficie: Número de Campo: M1 Cultivo Actual: A Cultivar: Arveja		DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 3419 Tipo de Análisis: Completo + T Muestra: Suelo M1 Fecha de Ingreso: 2011-08-25 Fecha de Reporte: 2011-08-31	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	67.40	ppm	<div style="width: 60%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
P	120.47	ppm	<div style="width: 90%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
S	8.48	ppm	<div style="width: 20%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
K	1.13	meq/100 ml	<div style="width: 5%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Ca	14.21	meq/100 ml	<div style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Mg	3.43	meq/100 ml	<div style="width: 5%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Zn	6.67	ppm	<div style="width: 65%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Cu	4.79	ppm	<div style="width: 85%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Fe	103.0	ppm	<div style="width: 95%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Mn	5.42	ppm	<div style="width: 30%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
B	0.47	ppm	<div style="width: 5%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
pH	7.09		<div style="width: 60%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	<div style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Al		meq/100 ml	<div style="width: 5%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Na		meq/100 ml	<div style="width: 5%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
Ce	0.277	mS/cm	<div style="width: 5%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>
MD	3.25	%	<div style="width: 20%; border: 1px solid black; height: 15px;"></div>

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	[%]			Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.14	3.04	15.61	18.77			42.40	40.00	17.60	FRANCO

Dr. Quim. Edison M. Miño M. 

Responsable Laboratorio



LABONORT

IBARRA - ECUADOR

ANÁLISIS QUÍMICOS, SUELOS Y AGUAS

FOTOGRAFÍAS

Fotografías 1 Materiales



a) Bomba y tanque de Fumigar



b) Herramientas

Fotografía 2 Preparación del Terreno



a) Preparación del terreno con rastra



b) Preparación del suelo



c) Aplicación del fertilizante



d) Incorporación del fertilizante

Fotografía 3. Trazado de las parcelas



a) Ubicación de estacas



b) Colocación de piola



c) Surcado



d) Preparación de las parcelas

Fotografía 4. Semilla de las Variedades



a) Variedad Lojanita



b) Variedad Temprana Perfecta



c) Variedad Híbrida

Fotografía 5. Siembra y germinación



a) Siembra variedad Lojanita Perfecta



b) Siembra variedad Temprana



c) Siembra variedad Hibrida



d) Germinación variedad Lojanita



e) Germinación variedad Temprana Perfecta



f) Germinación variedad Hibrida

Fotografía 6. Aplicación de Tratamientos



a) Aplicación de control químico

b) Aplicación de control químico



c) Aplicación de micorrizas

d) Aplicación de micorriza

Fotografía 7. Productos de los tratamientos



a) Cepa de Rhizobium



b) Rhizobium para la inoculación



c) Micorrizas



d) Micorrizas

Fotografía 8. Etapas fenológicas del cultivo



a) Fase de siembra



b) Fase de germinación



c) Fase de desarrollo



d) Fase de floración

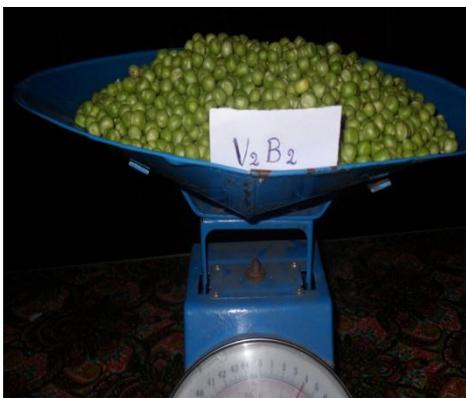


e) Fase de formación de vaina



f) Fase de cosecha

Fotografía 9. Cosecha.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPUESTA DE TRES VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L) A CUATRO APLICACIONES DE BIOFERTILIZANTES, RHIZOBIUM Y MICORRIZAS EN BOLÍVAR-PROVINCIA DEL CARCHI.

AUTORES: NELLY MARIBEL CARAPAZ AYALA

NANCY DELFINA ROMÁN PILACUÁN

DIRECTOR DE TESIS: Ing RAUL BARRAGAN

COMITÉ LECTOR: Ing. Galo Varela

Ing. Germán Terán

Ing. Carlos Cazco

2012

LUGAR DE LA INVESTIGACION: Provincia del Carchi

BENEFICIARIOS: Comunidades y Productores del cultivo de arveja de la Provincia del Carchi.

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: CARAPAZ AYALA

NOMBRES: NELLY MARIBEL

C. CIUDADANIA: 040164034-7

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2973099

TELEFONO CELULAR: 088017933

Correo electrónico: mary_ayala137@yahoo.es

DIRECCIÓN: PROVINCIA DEL CARCHI
CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA
PARROQUIA HUACA
BARRIO EL ALISO
CALLE SUCRE Y JULIO ROBLES.

Mayo 2012

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: ROMÁN PILACÚAN

NOMBRES: NANCY DELFINA

C. CIUDADANIA: 040154568-6

TELEFONO CELULAR: 094306605

Correo electrónico: romannancy22@yahoo.es

DIRECCIÓN: PROVINCIA DEL CARCHI
CANTÓN MONTUFAR
PARROQUIA SAN JOSÉ
BARRIO EL TOTORAL
CALLE EL TOTORAL.

Mayo 2012

Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN

Fecha:

CARAPAZ AYALA NELLY MARIBEL, ROMÁN PILACÚAN NANCY

DELFINA. Respuesta de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes en Bolívar -Provincia del Carchi / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra. Mayo 2012. 109 p. anex., diagr.

DIRECTOR: Ing. Raúl Barragán.

Resumen

La influencia de los cuatro biofertilizantes en las tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L) se encontró significancia en la altura de planta y envainado fueron evidenciados por la aplicación de B4 (Micorrizas + Rhizobium), días a la floración, número de vainas por planta, días a la cosecha y rendimiento de variedades respondieron mejor a la aplicación del B3 (Micorrizas); podemos decir que los biofertilizantes intervienen en toda la fase fenológica del cultivo de arveja.

Fecha: Mayo del 2012

Ing. Raúl Barragán

f) Director de tesis

Nelly Carapaz

f) Autor

Nancy Román

f) Autor

ARTICULO CIENTIFICO

INTRODUCCION

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una planta herbácea de la familia de las leguminosas, oriunda del viejo continente conocida y cultivada en Ecuador desde hace muchos años, sus granos tanto en tierno como en seco son utilizados en múltiples formas y fines como en vaina, enlatado, congelado, grano seco entero o partido; harina de arveja, remojado, abono verde, etc.

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 47,46 % a nivel nacional.

El cultivo de arveja puede representar un verdadero potencial en producción y calidad del producto, pero existe un desconocimiento por parte del agricultor en muchos factores relacionados con la producción como las variedades, ya que desconoce su procedencia, su adaptabilidad, el ciclo vegetativo, resistencia a enfermedades, y sus rendimientos; es por esta razón que los agricultores se ven obligados a realizar aplicaciones excesivas de pesticidas para de esta manera contrarrestar el daño ocasionado a cultivo, sin tomar en cuenta el deterioro que están haciendo en la textura y estructura del suelo, reduciendo las poblaciones de insectos tanto benéficos como dañinos, además provocando daño en la salud de las personas.

Esta investigación fue enfocada a reducir el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes químicos en general, gracias a la utilización de microorganismos como es el caso de Micorrizas y Rhizobium para de esta manera crear nuevas alternativas a los agricultores en la utilización de estos biofertilizantes y así alcanzan un producto sano que no produzca contaminación al ambiente.

Los objetivos que se evaluaron fueron los siguientes:

- Respuesta de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, Rhizobium y Micorrizas en Bolívar- provincia del Carchi.
- Determinar la respuesta de la mejor variedad.
- Determinar la mejor aplicación de biofertilizantes en el cultivo de arveja.
- Evaluar el rendimiento por variedad.
- Realizar el análisis económico.

La hipótesis planteada fue:

Las características agronómicas de las tres variedades de arveja responden de la misma manera a los biofertilizantes.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia Bolívar en la localidad Punteles Bajo. El tiempo de duración de la fase de campo fue de 4 meses, partiendo con las labores de campo el 7 de septiembre y concluyendo el 16 de diciembre.

Factores en estudio

Estuvo constituido por dos factores, donde el factor A fueron las tres variedades de arveja. **V1** Lojanita; **V2** Temprana perfecta; **V3** Híbrida. El factor B fueron los biofertilizantes. **B1:** Control Químico **B2:** Control Químico + Rhizobium **B3:** Control Químico + Micorrizas **B4:** Control Químico + Rhizobium y Micorrizas.

Tratamientos

Estuvieron conformados por 48 tratamientos, de los cuales se utilizó tres variedades de arveja, con cuatro aplicaciones de biofertilizantes (Rhizobium Micorrizas), con los cuales se efectuó las siguientes combinaciones estratégicas.

NUMERO	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	V1B1	C. Q.
T2	V1B2	C. Q. + Rhizobium
T3	V1B3	C. Q. + Micorrizas
T4	V1B4	C. Q. + Rhizobium y Micorrizas
T5	V2B1	C. Q.
T6	V2B2	C. Q. + Rhizobium
T7	V2B3	C. Q. + Micorrizas
T8	V2B4	C. Q. + Rhizobium y Micorrizas
T9	V3B1	C. Q.
T10	V3B2	C. Q. + Rhizobium
T11	V3B3	C. Q. + Micorrizas
T12	V3B4	C. Q. + Rhizobium y Micorrizas

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Parcelas Divididas, con una Distribución de Bloque Completamente al Azar. Donde la parcela grande estuvo conformada por las variedades y las sub parcelas por las aplicaciones de biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas). Cada unidad experimental constó de 60 plantas, con una densidad de 30 cm entre plantas y 50 cm entre surcos.

Análisis estadístico

Para calificar las diferencias que existió en los tratamientos, se utilizó el análisis de varianza.

FV	GL
Repeticiones	3
Variedades	2
Error (A)	6
Biofertilizantes	3
I V X A	6
Error(B)	27
TOTAL	47

C.V. (a) %

C.V. (b) %

X

Análisis Funcional

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

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

- Altura de planta
- Días a la Floración
- Número de vainas/sitio
- Días a la Cosecha
- Rendimiento de variedades

RESULTADOS

En la altura de planta y el envainado el mejor biofertilizante es el B4 (Rhizobium Micorrizas) es decir que a los tratamientos que se les aplico este biofertilizante ayudo a que se desarrolle de mejor manera el sistema radicular, como resultado la absorción de los nutrientes fue más efectiva. En cuanto a días a la floración, días a la cosecha, rendimientos de variedades la mejor aplicación fue el biofertilizante B3 (Micorrizas). Esto se debe a que el biofertilizante ayuda a que las plantas absorban de mejor manera los nutrientes como el fosforo (P) el cual es el que influye en el incremento de los rendimientos entre un 15% y 50% de los cultivos a un bajo costo.

CONCLUSIONES

- El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L) variedad Hibrida respondió de mejor manera a la aplicación de los biofertilizantes porque durante todo el ciclo del cultivo esta variedad presentó mayor tolerancia a factores de estrés y enfermedades y por consiguiente tiene
- De los cuatro biofertilizantes evaluados, el de mejor respuesta en cuanto a mejorar la producción fue el biofertilizante B3 (Micorrizas), al proporcionar un mayor rendimiento en cosecha con 1,7 Tn/ha.

RECOMENDACIONES

- Para próximas investigaciones se puede evaluar a los biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas), con diferentes dosis y frecuencias de aplicación para determinar mejores resultados de éste y otros cultivos.
- Es muy aconsejable el uso del biofertilizante B3 (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.
- Es importante el cultivo de la variedad Hibrida 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.

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la respuesta de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, (Rhizobium y Micorrizas) en Bolívar- provincia del Carchi.

El ensayo se realizó en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia Bolívar en la localidad Punteles Bajo. El tiempo de duración de la fase de campo fue de 4 meses, partiendo con las labores de campo el 7 de septiembre y concluyendo el 16 de diciembre. Los datos de las variables estudiadas se calcularon con un Diseño de Parcelas Divididas, con una Distribución de Bloques Completamente al azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones, donde la parcela grande estuvo conformada por las variedades y las subparcelas por las aplicaciones de biofertilizantes.

Para el desarrollo del experimento se ocupó un área de 1000 m², distribuidos en 48 parcelas de 12 m²; se emplearon tres variedades de arveja: Lojanita (V1), Temprana Perfecta (V2), Híbrida (V3), con cuatro tipos de biofertilizantes: Control Químico (B1), Control Químico + Rhizobium (B2), Control Químico + Micorrizas (B3) y Control Químico + Rhizobium + Micorrizas (B4), respectivamente.

La cepa de Rhizobium se inoculó a la semilla antes de la siembra y 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 variables evaluadas en esta investigación fueron: Altura de planta, días a la floración, número de vainas por planta, días a la cosecha, rendimiento de variedades.

De los resultados obtenidos luego de evaluar las variables, se concluye que las variedades con las aplicaciones de Rhizobium y Micorrizas influyeron en la producción del cultivo de arveja

El mejor rendimiento se obtuvo con la variedad Híbrida es la mejor, tendencia que se manifiesta con la aplicación del B3 (Micorrizas) por esta razón es la que presenta mayor cantidad de rendimiento cosecha y grano respectivamente.

Como demuestra los resultados, en la zona de la investigación es viable sembrar la variedad Híbrida, con la utilización de los biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas) pero con una mínima cantidad de control químico.

Una vez finalizada la investigación, se puede coincidir con los argumentos de la literatura citada, la cual manifiesta los beneficios que ofrecen estos biofertilizantes (Micorrizas y Rhizobium) y comparado con los resultados se puede decir que si es útil y rentable su aplicación

SUMMARY

In the present investigation the answer of three pea varieties was evaluated (*Pisum sativum* L) to four biofertilizers applications, (Rhizobium and Mycorrhizae) in Bolívar - county of the Carchi.

The trial was carried out in the county of the Carchi, canton Bolívar, parish Bolívar in the town Puntalés Bajo. The time of duration of the field phase was of 4 months leaving with the field works September 7 and concluding December 16. The data of the studied variables were calculated with a Design of Divided Parcels, with a Distribution of Blocks Totally at random with twelve treatments and four repetitions, where the big parcel was conformed by the varieties (V) and the subparcelas by the biofertilizantes applications (B).

For the development of the experiment was occupied an area of 1000 m², distributed in 48 parcels of 12 m²; three pea varieties were used: Lojanita (V1), Temprana Perfecta (V2), Híbrida (V3), with four biofertilizers types: Chemical control (B1), Chemical Control + Rhizobium (B2), Chemical Control + Mycorrhizae (B3) and Chemical Control + Rhizobium + Mycorrhizae (B4), respectively.

The stump of Rhizobium was inoculated to the seed before the sowing and the fungi micorrízicos it applied them to him in drench form to the roots of the plants, with the help of a backpack bomb, this was carried out it that is to say to the 20 days of the sowing when the plant was already germinated.

The variables evaluated in this investigation were: Plant height, days of flowering, number of sheaths for plant, days to the crop, yield of varieties.

Of the results obtained after evaluating the variables, you concludes that the varieties with the applications of Rhizobium and Mycorrhizae influenced in the production of the pea cultivation

The best yield was obtained with the Hybrid variety it is the best, tendency that is manifested with the application of the B3 (Mycorrhizae) for this reason it is the one that presents bigger quantity of yield it harvests and grain respectively.

As it demonstrates the results, in the area of the investigation it is viable to sow the Hybrid variety, with the use of thebiofertilizers(Rhizobium and Mycorrhizae) but with a minimum quantity of chemical control.

Once concluded the investigation, you can coincide with the arguments of the mentioned literature, the one which apparent the benefits that they offer these biofertilizantes (Mycorrhizae and Rhizobium) and compared with the results one can say that if it is useful and profitable their application

BIBLIOGRAFIA

1. **ALMEIDA, C.** (2006). “Efecto de la interacción de los bioestimulantes bm-86 y sephu – amin/complet en el cultivo de arveja (*pisum sativum* linneo), variedad rogger temprana perfecta en el cantón Bolívar-Carchi”. Tesis Ing. Agr. Sede El Ángel- Carchi. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
2. **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. Ibarra Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
3. **BARRAGAN R,** (1997). Principios de Diseño Experimental. 66 pp. Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la UTN.
4. **CANGAS, R Y LOPEZ, J** (1999). “Incidencia de micorrizas vesiculo arbuscular (*glomus mosseae*) en el cultivo de rosas (*rosa app*) variedad classy y rafaela y su efecto en poscosecha”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
5. **CAMPAÑA C, D. F.** (1993). “Evaluación de tres cepas de Rhizobium etli bajo condiciones del campo y de 8 soportes de la bacteria para la producción de inoculantes en dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris*) Tumbaco-Pichincha”
6. **CUÁSQUER, F Y PAVÓN, G** (2010). “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”. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra Universidad Técnica del Norte, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.