

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

“Evaluación de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum*) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha”

Helio Leopoldo Arévalo Alvear

Mario Caviedes C, Msc. Dr., Director de tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresa

Quito, Mayo de 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

“Evaluación de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum*) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha”

Helio Leopoldo Arévalo Alvear

Mario Caviedes C, Msc. Dr.

Director de tesis

Antonio León, Ph.D.

Miembro de comité de tesis

.....

Raúl de la Torre, Ph.D.

Miembro de comité de tesis

.....

Eduardo Uzcátegui, Ph.D.

Director de Ing en Agroempresas

.....

Quito, Mayo del 2013

©Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Helio Leopoldo Arévalo Alvear

C.I.: 1717930075

Fecha: Quito, mayo de 2013

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mis padres Helio y Elena por todo el apoyo y esfuerzo que día a día me brindaron durante toda la etapa universitaria y a lo largo de la vida para el cumplimiento de los objetivos planteados. A mis hermanos Alexis, Darío y Emily por ser parte del apoyo familiar. De igual manera, agradezco a mis profesores por todo el conocimiento y experiencias brindadas dentro y fuera de clases.

Resumen

La arveja (*Pisum sativum*) es una pequeña semilla comestible utilizada para consumo humano en fresco, seco o en productos elaborados por sus excelentes características nutricionales como es su alto contenido de proteína de 21.6%. En el Ecuador, es uno de los principales cultivos de las zonas andinas, sin embargo, existen problemas relacionados a la producción debido a la falta de uso de tecnología, investigación, desarrollo y manejo apropiado del cultivo, lo que resulta en menores rendimientos. Se realizó una investigación bajo condiciones de invernadero, basada en un manejo orgánico en la zona de Tumbaco-Pichincha, donde fueron evaluadas cinco variedades de arveja: "Legacy", "Kelma", "Alexandra", "Temprana" y "PLS 183". Se cuantificaron cinco variables de respuesta que fueron: porcentaje de germinación, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso total y peso de granos. Los resultados indican que la variedad "Temprana" es la que mayor número de plantas germinadas produjo con 95% de plantas. La variedad "Legacy" con 35.67 vainas fue la más productora en cuanto a vainas por planta, mientras que "PLS 183" con una media de 7.25 granos fue la de mayor producción en cuanto a número de granos por vaina. En la variable peso total, la variedad "Temprana" fue la de mayor rendimiento con 1.34 kg/parcela; de igual manera, "Temprana" fue la de mayor rendimiento en peso de granos con una media de 1.24 kg/ parcela. El costo de producción estimado fue de \$1,443.25 por hectárea, siendo la mano de obra con el 42.96 % el concepto con mayor porcentaje de costo.

Abstract

The pea (*Pisum sativum*) is a small edible seeds used for human consumption in fresh, dry or processed products for its excellent nutritional characteristics such as its high protein content. In Ecuador, it is one of the main crops in the Andean region, however, there are problems related to production due to lack of use of technology, research, development and appropriate crop management resulting in lower yields. The investigation was conducted under greenhouse conditions, based on organic management in Tumbaco-Pichincha, where five varieties of peas were evaluated: "Legacy", "Kelma", "Alexandra", "Temprana" and "PLS 183": Five response variables were measured: germination percentage, number of pods per plant, number of grains per pod, total weight and grain weight. The results indicate that the variety "Temprana" is the one that more plants germinated produced with 95%. The variety "Legacy" with 35.67 pods was the most productive in terms of pods per plant, while "PLS 183" with an average of 7.25 grains was the most productive in terms of number of grains per pod. In the variable total weight, variety "Temprana" was the best performance with 1.34 kg / plot, the same way, "Temprana" was the highest grain yield in weight with an average of 1.24 kg / plot. The estimated production cost was \$ 1,443.25 per hectare, labor with 42.96% was the concept with the highest percentage of cost.

Tabla de contenidos

1	Introducción.-.....	10
1.1	Antecedentes.	10
1.2	Justificación.	11
2	Objetivos e hipótesis.-.....	14
2.1	Objetivo general.....	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
2.3	Hipótesis.....	14
3	Revisión de literatura.-	14
3.1	Generalidades.	14
3.2	Invernaderos.	16
3.3	Plagas y enfermedades.	17
3.4	Fertilización.	20
4	Materiales y métodos.-	22
4.1	Materiales.	22
4.1.1	Semilla.	22
4.1.2	Abono orgánico.	23
4.1.3	Equipos.....	24
4.2	Métodos.	24
4.2.1	Manejo de la fase experimental.....	24
4.2.2	Método estadístico.	26
5	Resultados.-.....	28
5.1	Número de plantas germinadas.	28
5.2	Número de granos por vaina.....	29
5.3	Número de vainas por planta.....	30
5.4	Peso total kg/ parcela.....	31
5.5	Peso de granos kg/parcela.	31
5.6	Costos de producción.....	34
6	Discusión.-	35
7	Conclusiones.-	39
8	Recomendaciones.-.....	40
9	Bibliografía.-	41
10	Anexos.-.....	44

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutritiva de 100 gramos de parte comestible de arveja.....	15
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de la arveja.....	21
Tabla 3. Composición de la Ecoabonaza.....	22
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable número de plantas germinadas.....	28
Tabla 5. Prueba de separación de medias para la variable número de plantas germinadas.....	29
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable granos por vaina.....	29
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable vainas por planta.....	30
Tabla 8. Prueba de separación de medias para la variable vainas por planta.....	30
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable peso total kg/ parcela.....	31
Tabla 10. Resultados de peso de grano en seco expresado en kg/ parcela y kg/ha...	32
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable peso de grano.....	32
Tabla 12. Prueba de separación de medias para la variable peso de grano (kg/parcela).....	33
Tabla 13. Costos de producción de arveja.....	34

1 Introducción.-

1.1 Antecedentes.

La creciente población humana demanda cada día más productos agroalimentarios de mayor calidad para satisfacer las necesidades alimenticias que gradualmente se incrementan en un mundo que se vuelve más dependiente de alimentos, productos y servicios para subsistir.

La arveja es una pequeña semilla comestible originaria de una vasta área que comprende Asia central, el cercano Oriente, Etiopía y el Mediterráneo. Es producida en diferentes países y utilizada para consumo humano, ya sea en fresco o en productos elaborados como harina. Es un cultivo importante; la producción mundial de arveja fue de 16,974,983 toneladas en un área cosechada de 2,241,318 hectáreas, dando un rendimiento de 7.57 toneladas por hectárea para el año 2011. En el Ecuador también existe una importante producción que fue de 11,769 toneladas en un área cosechada de 7,556 hectáreas con un rendimiento de 1.56 toneladas por hectárea; de esta manera, Ecuador representó el 6.93% de la producción mundial en el año 2011 (FAO 2011).

La agricultura en el Ecuador todavía no está totalmente desarrollada y tecnificada, dando como resultado niveles de rendimiento bajos en los diferentes productos agroalimentarios. La producción y rendimiento de la arveja en el Ecuador ha sido muy cambiante en los últimos años, existen muchas fluctuaciones en cuanto a producción de arveja ya que en unos años existe un incremento como en el 2004 que la producción fue de 12,757 toneladas y en el 2009 decrece la producción registrándose 8,522 toneladas (FAO 2009).

Al igual que en muchos países, el campo está expuesto a las condiciones cambiantes de clima, y por lo tanto, la agricultura se ve afectada, lo cual no favorece a la producción continua de productos a lo largo del año. La producción de arveja bajo condiciones controladas es una práctica poco utilizada en el país, y que podría brindar diferentes beneficios como tener un

mayor control de plagas y enfermedades, conseguir mayor precocidad y sufrir menos riesgos catastróficos. Las principales plagas que afectan al cultivo de arveja son: trozadores (*Agrotis*), pulgones o áfidos (*Macrosiphum pisi*) y barrenador del tallo (*Melanagromyza sp.*). Dentro de las principales enfermedades se encuentran oidio (*Erysiphe polygoni* D.C), antracnosis (*Colletotrichum pisi*) y alternaria (*Alternaria sp.*) (Vásquez y Villavicencio 2008).

Existe poco conocimiento por parte de los agricultores de cuáles son las variedades de arveja que se adaptan de mejor manera a sus condiciones climáticas y/o tipo de suelos, y si se pueden o no producir bajo condiciones controladas para mejorar su productividad. La fertilización también es otra de las técnicas agrícolas que es poco desarrollada y que afecta directamente la producción del cultivo.

Otro problema que afecta al cultivo de arveja y que hace que los costos de producción sean mayores, es la falta de producción de semilla para siembra. Según la FAO (2009), en el Ecuador no existe producción de semilla de calidad y certificada para venta comercial de esta leguminosa; esto lleva a los productores a usar semilla de mala calidad y reciclada que tiene como consecuencia una disminución en el rendimiento del cultivo y por ende menores ingresos económicos. La otra alternativa es el uso de semilla importada la cual tiene un alto precio, por lo cual los agricultores no la usan y prefieren usar semilla reciclada.

También es importante considerar las pérdidas que existen y que limitan la producción comercial de arveja y de semilla, debido a las diferentes plagas que afectan al cultivo como son principalmente los pájaros que consumen gran parte de los granos de arveja.

1.2 Justificación.

La creciente población mundial demanda de nuevas alternativas y formas para incrementar la producción de alimentos que puedan satisfacer todos los requerimientos y necesidades alimentarias. Por tal razón, es de vital importancia mejorar la productividad de los diferentes cultivos empleando

técnicas de manejo que contribuyan a mejorar los niveles de producción y productividad.

La arveja es un cultivo muy rentable que se puede desarrollar sin ningún problema en el país. En el Ecuador existen varias zonas que son propicias para la siembra y producción comercial de arveja que no han sido explotadas. La producción de arveja se limita principalmente a las zonas andinas. Según el III Censo Nacional Agropecuario, sólo existe producción de arveja en la región Sierra con un total de 11,615 unidades productoras agrícolas (UPAS) y 5,919 hectáreas sembradas, siendo las provincias de Azuay, Loja y Bolívar las que tienen el mayor número de UPAS con 2,287, 2,133 y 2,113 respectivamente. La provincia de Pichincha tiene un total de 938 UPA'S y 280 hectáreas sembradas. Según la FAO en el año 2009 el área cosechada de arveja fue de 5,793 hectáreas con una producción de 8,522 toneladas y un rendimiento de 1.47 toneladas por hectárea. Si existieran datos de las diferentes variedades que se adapten mejor a las diferentes zonas del país, el cultivo sería más competitivo y más rentable ya que se estaría produciendo con las mejores variedades para cada zona.

La evaluación de las diferentes variedades de arveja en Tumbaco va a ser una referencia muy importante para otras zonas con características similares de suelo. Esto puede llevar a seleccionar de mejor manera cuáles son las variedades más rentables para sembrar en las diferentes zonas con lo cuál se puede tener un mejor rendimiento y mayor oferta con un producto de mayor calidad.

La poca tecnificación del cultivo da como resultado diferentes factores que limitan la producción y también hacen que los rendimientos no sean los esperados. La mayor parte del área cosechada de arveja en el país se desarrolla bajo condiciones agrícolas poco tecnificadas y con técnicas agronómicas tradicionales, lo que disminuye la producción. Los sistemas controlados o cultivos protegidos son una herramienta que permite producir los diferentes cultivos de mejor manera, en menor tiempo debido a sus condiciones controladas como de temperatura y humedad; y permiten una producción estable a lo largo del año. También gracias a estos sistemas, se puede reducir

la incidencia de plagas y enfermedades y tener un mejor control del cultivo, lo cual beneficia en cuanto a producción y calidad de arveja. Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario la principal pérdida en el cultivo de arveja seca se da por sequía, seguido de la influencia de heladas; estas dos principales pérdidas se pueden manejar bajo un sistema de invernadero. En arveja tierna la principal causa de pérdidas económicas son las plagas que afectan al cultivo. El cultivo de la arveja bajo invernadero favorece a la producción de semilla ya que con esto se puede mitigar la influencia de distintas plagas que afectan al cultivo. Con la producción de arveja bajo condiciones controladas se puede manejar las plagas hasta llegar a un nivel de incidencia que esté por debajo del daño económico, es decir, no representaría pérdidas.

La aplicación de diferentes tipos de fertilizantes es importante para ayudar a los cultivos a mejorar su producción ya que se está suplementando los nutrientes que pueden ser aprovechados por las plantas. La fertilización usando productos orgánicos como la codornaza es un tipo de fertilización limpia ya que permite producir productos libres de contaminantes químicos y aprovechar los residuos orgánicos en beneficio del cultivo.

Los registros de semilla de arveja publicados por la FAO (2009) dicen que en Ecuador no existe producción de semilla de esta importante leguminosa. Esto por un lado es malo, ya que no existe semilla en calidad y cantidad para la venta; pero también representa una oportunidad para incursionar en la producción de semilla de calidad para la venta. Este es un tema muy importante ya que en el país no existe oferta de semilla de arveja pero si hay una demanda insatisfecha que tiene que importar en muchos de los casos la semilla de otros países o utilizar granos de siembras anteriores como semilla, lo cual produce un deterioro y una baja en el rendimiento, por lo tanto, menores ingresos económicos. Los datos del III Censo Nacional Agropecuario indican que en el cultivo de arveja seca, la semilla mayormente usada es la común con un total de 5,615 hectáreas cultivadas con este tipo de semilla; 162 hectáreas están sembradas con semilla mejorada y 142 con semilla certificada. (INEC 2001).

La arveja es un cultivo poco tecnificado en el país, pero por medio de trabajos de investigación puede seguir mejorando y desarrollándose su forma de cultivar en beneficio de los agricultores. El uso de condiciones controladas ayuda a proteger al cultivo y a bajar la incidencia de los diferentes factores que perjudican la producción como sequías, heladas y el ataque de plagas y enfermedades.

2 Objetivos e hipótesis.-

2.1 Objetivo general.

2.1.1 Evaluar y caracterizar agrónomicamente cinco variedades de arveja para beneficio de los agricultores y consumidores.

2.2 Objetivos específicos.

2.2.1 Seleccionar la mejor variedad de arveja.

2.2.2 Incrementar la producción de arveja para satisfacer las necesidades del mercado usando tecnología eficiente.

2.2.3 Estimar rentabilidad de la producción bajo invernadero.

2.3 Hipótesis.

2.3.1 Determinar la posibilidad de producir eficientemente arveja bajo condiciones controladas.

3 Revisión de literatura.-

3.1 Generalidades.

La arveja (*Pisum sativum*) es una planta diploide que se ha extendido por todo el mundo debido a la gran diversidad genética existente en la especie, lo que ha permitido el desarrollo de esta leguminosa en diferentes regiones y climas alrededor del mundo. Originaria de una vasta área que comprende Asia central, el cercano Oriente, Etiopía y el Mediterráneo, la arveja es una de las

principales leguminosas que sirven como alimento ya sea en fresco, grano seco o en productos elaborados como harinas. (Bolaños, 2001).

La arveja es uno de los productos comestibles más utilizados en el mundo y también en el Ecuador debido a sus características nutritivas ya que es una fuente excelente de proteínas, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales (Tabla N.-1); también es buen alimento para la salud debido a su contenido bajo de sodio y alto contenido de fibra dietética. Debido a estas bondades, según Caicedo y Peralta (1999) existe un mercado potencial para la arveja ya que es un producto de consumo masivo en el Ecuador donde el 96% de las familias de la Sierra, el 82% de las familias de la Costa y el 94% de las familias de la Región Amazónica consumen esta leguminosa.

Tabla 1. Composición nutritiva de 100 gramos de parte comestible de arveja.

Componente	Arveja cruda	
	Contenido	Unidad
Agua	76,00	%
Carbohidratos	13,80	g
Proteínas	5,90	g
Lípidos	0,60	g
Calcio	24,00	mg
Fósforo	96,00	mg
Fierro	1,80	mg
Potasio	139,00	mg
Sodio	4,00	mg
Vitamina A (valor)	640,00	UI
Tiamina	0,32	mg
Riboflavina	0,11	mg
Niacina	0,71	mg
Acido ascórbico	14,40	mg
Valor energético	82,00	Cal

Fuente: (Fenalce, 2009)

La arveja se clasifica en:

Reino: Vegetales

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Rosales

Familia: Leguminosas

Género: Pisum

Especie: sativum L.

Nombre científico: *Pisum sativum* L.

Nombre vulgar:

Español: arveja, guisante, chícharo, pésol, arveja de campo, alverja de huerta.

La diversidad genética de la arveja es muy amplia y un gran número de cultivares se ha mejorado tras varios años de selección en los que el objetivo principal ha sido mejorar los rendimientos de producción y la calidad del producto. Ecuador cuenta con variedades de arveja mejoradas las cuales han sido desarrolladas por el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos que maneja el INIAP, dentro de las cuales se nombran las más importantes variedades como son INIAP 431 Andina, INIAP 432 Lojanita, Arveja 436 Liliana, INIAP 435 Blanquita desarrollada para la sierra sur del país, INIAP 433 Roxana e INIAP 434 Esmeralda (INIAP 2011).

3.2 Invernaderos.

La mayoría de cultivos desarrollados a campo abierto se han visto afectados por factores climáticos adversos los cuales causan disminución del rendimiento total y por ende pérdidas económicas significativas para los productores. Debido a las numerosas investigaciones y avances tecnológicos se han desarrollado sistemas alternativos para la producción agrícola como son los sistemas protegidos o invernaderos, los cuales permiten tener un mayor control sobre los cultivos y ayudan a minimizar los efectos negativos tanto de clima como de plagas y enfermedades.

Bajo la denominación de cultivo protegido, un invernadero es una estructura cerrada donde se agrupan una serie de técnicas para el manejo de factores como el viento, el sol, la lluvia, la temperatura, la luminosidad, lo cual permite el cultivo de distintas especies, brindando condiciones óptimas para obtener una mayor productividad (Sanz de Galdeano, et al. 2006). Éstas instalaciones están formadas por una estructura o armazón ligera que puede ser de metal, madera u hormigón, sobre la cual, se asienta una cubierta de material transparente como polietileno, policarbonato, poliéster, cristal, entre otros, con ventanas

frontales, laterales y puertas que permitan el correcto flujo de diversos materiales, insumos, maquinarias (Serrano, 2005).

El desarrollo de materiales plásticos ha contribuido a la enorme expansión de los invernaderos y otras técnicas de protección. Las superficies estimadas en todo el mundo para el año 2006 suponen 1,886,000 ha de invernaderos. Se ha evidenciado un mayor crecimiento en las últimas décadas debido al inmenso incremento de las superficies en Asia, principalmente en China (Castilla, 2007).

Los cultivos protegidos tienen como objetivo modificar el entorno natural mediante técnicas diversas para alcanzar la óptima productividad de los mismos. Otros beneficios de alta importancia que brindan los invernaderos para la producción agrícola son: reducir las necesidades de agua, proteger los cultivos de bajas temperaturas, reducir la velocidad del viento, limitar el impacto de climas áridos y desérticos, extender las áreas de producción y los ciclos del cultivo y reducir daños causados por plagas, enfermedades, malas hierbas, pájaros, roedores entre otros (Castilla, 2007). En el caso de la arveja y otros granos comestibles, es importante mantener protegido a los cultivos ya que existen grandes pérdidas por el ataque de pájaros que se alimentan de estos granos.

3.3 Plagas y enfermedades.

El cultivo de la arveja presenta diferentes problemas durante su proceso de producción, ya que se ve afectado por la incidencia de distintas plagas como trips, minadores, áfidos y enfermedades identificadas como son antracnosis, ascochyta, fusarium que si no se controlan a tiempo pueden causar daños severos al cultivo y grandes pérdidas económicas. Para el establecimiento del cultivo y para manejar un control preventivo de plagas y enfermedades el primer paso es la desinfección del suelo donde se va a sembrar el material genético. La desinfección del suelo puede ser de dos maneras, química donde a la siembra se debe aplicar insecticidas como Clorpirifos o también puede ser una desinfección física por medio de la solarización que es una alternativa más amigable con el ambiente donde se debe humedecer el suelo abundantemente y cubrirlo con una banda de plástico agrícola impregnado con un concentrado

resínico que permite atrapar insectos plaga y crear un microambiente, donde se deja de seis a ocho semanas para eliminar la mayor cantidad de patógenos posibles (Calderón, 1993).

Al momento de realizar el control de plagas se debe tomar en cuenta varias alternativas que pueden ser usadas para minimizar el impacto económico y ambiental como son controles físicos, mecánicos, biológicos y sólo en caso de emergencia recurrir al uso de productos químicos. Según García, et al. (1993) los agricultores realizan controles aislados tanto de plagas como de enfermedades, basados solo en medidas excesivas de control químico, lo que ha provocado problemas de resistencia de insectos a insecticidas, resurgimiento de nuevas plagas y muerte de enemigos naturales.

Existen diversas formas de controlar las distintas plagas y enfermedades que afectan a los cultivos. Con el pasar de los años, tanto productores como consumidores han hecho conciencia de los riesgos y amenazas que conlleva el uso de productos químicos, y han optado por el uso y comercialización de productos provenientes de sistemas de producción amigables con el ambiente, como es el caso del manejo integrado de plagas (MIP) o control biológico que es una de las tecnologías fitosanitarias cuyo desarrollo está más científicamente respaldado y orientado por la ecología, mientras que el manejo integrado de plagas, es una estrategia mayormente de carácter preventivo y perdurable, que combina tácticas compatibles para disminuir las poblaciones de organismos a niveles que no causen pérdidas económicamente importantes, con efectos negativos mínimos sobre el ambiente y la salud humana (Hilje, 2008) . Sin embargo, según Hilje su participación es marginal en la agricultura comercial de la mayoría de los cultivos que se establecen en la mayoría de países latinoamericanos.

Las plagas más importantes que afectan al cultivo de arveja son: gusano trozador, barrenador del tallo y pulgones. El gusano trozador (*Agrotis ipsilom*), es un gusano blanco globular que corta principalmente las plantas recién germinadas a la altura del cuello ocasionando la muerte, también en algunos casos puede atacar plantas más desarrolladas y su incidencia es mayor en verano que en invierno. Para mantener niveles bajos de incidencia, se puede

hacer un control cultural en el cual debe priorizarse la eliminación de malezas durante la presiembra, al igual que se debe hacer una adecuada preparación y desinfección del suelo. El control químico puede ser con la preparación de cebos tóxicos a base de afrecho con melaza y productos carbonatados; también se puede hacer espolvoreos al suelo y pulverizaciones a plantas jóvenes donde se encuentra la mayor incidencia (Injante y Joyo, 2010). El barrenador del tallo (*Peridroma sp.*), corresponde a las larvas de moscas que barrenan los tallos después de la emergencia de la planta hasta la floración, provocando de esta manera un amarillamiento y secamiento total antes de que alcancen a producir las plantas (Semicol, 2010). El control que se puede aplicar, es el mismo usado para el gusano trozador, como son cebos, espolvoreos y fumigaciones. Otra de las plagas de mayor incidencia son los pulgones (*Aphis fabae*) que se localizan en los brotes de las plantas causando deformación y debilitamiento de las hojas. Para su control, se debe monitorear semanalmente la incidencia y realizar trampeos. Un control biológico que se puede realizar para disminuir los niveles de incidencia, es la fumigación con la preparación de esencias de ají y ajo lo cual afecta directamente a los pulgones ya que son insectos de cuerpo blando.

El manejo de los insectos que atacan al cultivo de la arveja se puede realizar también mediante el uso de productos de sello verde, como son el Dipel que es un insecticida orgánico a base de *Bacillus thuringiensis* especialmente utilizado para el control de larvas de lepidópteros en hortalizas (Bayer, 2012). Para el caso de los pulgones e insectos de cuerpo blando, la utilización de Neem es efectiva ya que es un insecticida de origen orgánico formulado con sales potásicas de ácidos grasos y una mezcla de aceites naturales que brindan un poder insecticida y acaricida (Dakare, 2012).

Las principales enfermedades que afectan al cultivo de la arveja son: antracnosis, la mancha café y el marchitamiento. La antracnosis (*Colletotrichum pisi*) compromete la parte aérea de la planta, donde se desarrollan pequeñas lesiones foliares esféricas de color grisáceo. También afecta a las vainas y tallos. Se desarrolla de manera favorable en condiciones de alta humedad y temperaturas cálidas. El control incluye el uso de semillas sanas, rotación del cultivo y eliminación de plantas enfermas. La mancha café

(*Ascochyta pisi*), es un hongo que provoca amarillamiento de las hojas y bajos porcentajes de floración; las hojas y flores al arrancarlas se ven de color café o negro y muertas. El control puede efectuarse mediante la eliminación de rastrojos y la rotación del cultivo, también se pueden usar productos químicos a base de cobre como Cuprosan y Antracol (300-400 g/100L agua); También se puede realizar un manejo orgánico para reducir la incidencia de este hongo, por medio del control de la temperatura y principalmente la humedad ya que ésta es favorable para el desarrollo y proliferación del hongo. Otra de las enfermedades importantes es *Fusarium solani* o el marchitamiento, que puede destruir las semillas antes o después de germinar, en cuyo caso las partes afectadas presentan lesiones de color café rojizo. En general, las plantas se muestran débiles, amarillentas y marchitas. El manejo orgánico recomendado de esta enfermedad es mediante la destrucción de los rastrojos, la solarización y el encalamiento de los suelos ácidos, de igual manera, se puede usar el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* 3,5 kg por hectárea diluyendo 10 gramos por litro de agua. En el control químico se puede aplicar Captan en una dosis de 500 g en 200 litros de agua (Calderón, 1993).

Para obtener los mayores rendimientos del cultivo, se deben poner en práctica las diferentes opciones para el manejo y control de las enfermedades y plagas que afectan a la arveja, tomando siempre en cuenta que los controles oportunos son los que darán mayores beneficios y menos pérdidas económicas. De igual manera, es importante también tomar en cuenta los diferentes controles físicos, mecánicos y biológicos que se pueden aplicar previo a la utilización de productos químicos.

3.4 Fertilización.

Dado que la arveja es un cultivo de ciclo corto, y posee un sistema radical poco extendido, requiere una alta dotación de nutrientes altamente asimilables para desarrollarse apropiadamente y alcanzar los mayores rendimientos. Como es una especie que produce granos con alto valor proteico, es principalmente exigente en fertilización nitrogenada, pero también requiere de otros nutrientes como fósforo, potasio magnesio y azufre como se muestra en la tabla N.- 2.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de la arveja.

Nutriente	kg/ton producida
Nitrógeno (N)	42
Fósforo (P)	5
Potasio (K)	24
Magnesio (Mg)	4
Azufre (S)	2

Fuente: (Ferraris, et al. 2012).

En sus estados iniciales principalmente y durante toda la fase de producción del cultivo, las plantas de arveja deben tomar los nutrientes del suelo, de allí la necesidad de fertilizar y la cantidad de fertilizante a aplicar, está determinada por la disponibilidad existente en el suelo y por las exigencias de la planta. Para determinar las cantidades existentes en el suelo, y poder realizar la fertilización en base a las deficiencias, es de vital importancia realizar un muestreo correcto del suelo, que garantice una futura fertilización que nos dé como resultado altos niveles de rendimiento. El suelo se muestrea para tener información actualizada del terreno, ya que debido a la acción humana, el suelo cambia sus propiedades, influyendo sobre el medio ambiente y la capacidad productiva (Llorca y Bautista, 2006). Las recomendaciones dadas por el INIAP en la Guía Técnica de Cultivos (2008) determinan que la fertilización debe basarse en el análisis de suelo realizado previo a la siembra; pero de manera general, se recomienda aplicar 200 kg/ha de 18-46-0 a la siembra, que corresponde a 36 y 92 kg/ha de N y P₂O₅ respectivamente.

Una de las maneras de lograr un buen estado nutricional de las plantas, sin la utilización de fertilizantes químicos, es mediante la fertilización orgánica. Los abonos orgánicos tienen su origen en residuos vegetales y/o animales, los mismos que pueden ser residuos de cosechas anteriores, que quedan en los campos o la aplicación de residuos de estiércol animal previamente tratado (Espinosa, 2005). La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos, obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera para un mejor desarrollo de los cultivos. Las características más importantes que brindan los abonos orgánicos son: mejoran la condición física y estructura del suelo, incrementan la absorción de agua y mantienen la

humedad del suelo, su acción es prolongada, duradera y pueden ser usados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo (Mosquera, 2010).

Uno de los abonos orgánicos más usados en los diferentes cultivos es la abonaza proveniente de los residuos de camas de animales como gallinas o pollos. Éste abono es muy importante para la producción, ya que brinda todas las características anteriormente mencionadas, y provee niveles de fertilización adecuados (Tabla N.- 3). Las dosis de fertilización de ecoabonaza recomendadas para el cultivo de arveja es de 400 a 600 kg/ha (Vademécum Agrícola, 2000).

Tabla 3. Composición de la Ecoabonaza.

Nutriente	%
Nitrógeno total.	3
Fósforo asimilable.	2
Potasio soluble.	3
Calcio.	1
Pollinasa.	65
Cascarilla de arroz.	5
Humedad	21

Fuente: (Vademécum Agrícola, 2000)

4 Materiales y métodos.-

4.1 Materiales.

4.1.1 Semilla.

Los materiales utilizados para la evaluación y determinación de los componentes de rendimiento de arveja fueron las variedades: “Kelma”,

“Temprana”, “PLS 183”, “Legacy” y “Alexandra”. La variedad “PLS 183” producida por Pure Line Seeds Inc. (2013) se describe como una excelente opción para los procesadores ya que tiene un color verde muy intenso y es muy uniforme por lo que es un buen producto congelado, enlatado o fresco y para productores en busca de rendimientos notables. Es una variedad importante ya que es resistente a Fusarium. Otra de las variedades usada es la “Legacy” distribuida a nivel mundial por Rijk Zwaan Seeds and Services la cual se caracteriza por ser una arveja de última generación con genética patentada. “Legacy” tiene resistencia a Oidium y Fusarium y es una variedad muy productiva que sirve para mercado fresco e industria ya que tiene excelente sabor, buen rendimiento y refinados granos verdes (Rijk Zwaan 2011). Otra de las variedades analizadas fue la variedad “Alexandra” que produce vainas grandes de color verde oscuro y ligeramente curvas. Fue específicamente seleccionada por su resistencia a mildiu veloso y polvoso y por su alta producción (Thompson y Morgan, 2013). Otra de las variedades evaluadas fue la variedad “Temprana” la cual se caracteriza por su rendimiento y precocidad, es una de las variedades más usadas en el país. También la variedad “Kelma” que es una de las variedades más usadas a nivel mundial por su alto rendimiento y fácil manejo, se caracteriza por su grano que es de tamaño grande, de buen peso y de color verde vistoso.

4.1.2 Abono orgánico.

Para mantener niveles adecuados de fertilización que brinden mayores rendimientos, se usó la codornaza como fuente de fertilización orgánica. Este es un producto que se recoge de las camas de las codornices en varios estados, ya sea producción o cría y se lo trata dejándole secar al sol durante varios días para que esté seca y libre de ciertos organismos contaminantes. Este tipo de fertilizante tiene varias características como por ejemplo incrementan la actividad microbiana del suelo, mejoran las características físicas y de aireación al suelo, mantienen la humedad y pueden ser usados de manera prolongada sin ningún riesgo y sin dejar secuelas en el suelo. El abono de codorniz usado como fuente de fertilización en esta investigación, fue sometido a un análisis de laboratorio para conocer sus propiedades en donde

se obtuvo como resultado 2.97 % de N total; 8.47 % de P_2O_5 y 6.00 % de K_2O soluble.

4.1.3 Equipos.

Se utilizaron para el desarrollo del experimento desde la fase inicial con la preparación de las camas hasta la cosecha y toma de datos. En principio, para la realización de las camas se utilizó un motocultor el cual ayuda a remover y descompactar el suelo para la siembra; al final, para determinar el peso de las vainas y de los granos de arveja se utilizó una balanza electrónica la cual proporcionó un peso más exacto.

4.2 Métodos.

4.2.1 Manejo de la fase experimental.

El trabajo experimental se lo realizó en el Valle de Tumbaco a 14 Km del noreste de Quito-Ecuador, en invernaderos de metal y polietileno de la Empresa alimenticia Monserrat (Latitud: $0^{\circ} 13' 15.'' S$ $78^{\circ} 24' 0.5'' O$). La zona posee un suelo de textura franco arenosa; la temperatura en el valle de Tumbaco oscila entre los 12 y $25^{\circ} C$, y se encuentra a una altura de 2356 m.s.n.m. Durante la realización del experimento se desarrollaron varias actividades, las cuales son detalladas a continuación.

Uno de los primeros pasos fue seleccionar la semilla que posteriormente sería sembrada directamente en las camas. Se seleccionaron semillas de tamaño grande, uniformes en su estructura, que estén libres de plagas y enfermedades y que hayan sido previamente desinfectadas.

La preparación del terreno se la realizó mediante el uso de un motocultor el cual sirvió mucho para darle forma a las camas y para eliminar terrones y malezas que puedan afectar al cultivo. En total se prepararon 2 camas de 55 metros de largo y 1,5 metros de ancho. La preparación del terreno incluyó la incorporación de la codornaza como fuente de fertilizante, la cual fue incorporada durante la preparación de las camas.

Una vez que las camas estaban preparadas y debidamente fertilizadas se esperó 15 días para realizar la siembra. Previo a la siembra se delimitaron las camas con cuerdas para tener una referencia en las distancias de siembra. Se sembraron cinco hileras por cama a una distancia de 0.30 m y la distancia de siembra entre plantas fue de 0.60 m. El área total del experimento fue de 150 m², mientras que el área de cada bloque fue de 37,5 m² y la parcela fue de 7,5 m². El área de la parcela cosechada fue de 4.5 m² ya que para minimizar los efectos de borde no se estimaron dos hileras de borde, para sólo cosechar aquellas plantas con competencia completa.

La aplicación de fertilizante fue previa a la siembra con codornaza, que fue incorporada al suelo en una cantidad de 20 sacos de 40 kg por cama. Al tratarse de un estudio en el cual se lo manejó de manera orgánica, se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar Vitafol Floración 2.0 gramos por litro y se hizo una aspersion uniforme al follaje de las plantas utilizando de 10 litros de preparado por bloque.

Los controles fitosanitarios fueron realizados mediante la utilización de productos de sello verde autorizados dentro de la agricultura orgánica; también se utilizaron extractos de ají y ajo para control de plagas. Uno de los problemas al establecimiento del cultivo y en la fase inicial del mismo cuando las plántulas estaban recién germinadas, fue el ataque de gusanos trozadores para lo cual se realizó una fumigación con 10 litros de Dipel (2.5 ml/lit) por bloque; Dipel es un insecticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis* específico para el control de larvas de lepidópteros que atacan hortalizas (Bayer, 2012). Otra de las plagas que más problemas ocasionó al cultivo, fueron los pulgones. Al principio se trató con una aplicación de extractos de ají y ajo, preparando una bomba de 20 litros a razón de 6 ml de aji y ajo por litro y se fumigó completamente el follaje del cultivo en cada cama. Posteriormente, se realizaron dos aplicaciones para controlar pulgones, en las que se incluía, aparte de los extractos, el insecticida Neem (2 ml/lit), 10 litros de preparado insecticida por cama. Se realizaron las aplicaciones por medio de fumigación al follaje de las plantas.

La cosecha de las vainas se la realizó cuando éstas y los granos estaban secos, se depositó la cosecha en fundas debidamente etiquetadas con los nombres de cada variedad. Posterior a ello, se tomó el peso total y el peso de granos por parcela, en una balanza electrónica para obtener mayor precisión.

4.2.2 Método estadístico.

El factor en estudio fue variedades de arveja. El número total de tratamientos fue de cinco, provenientes de las cinco variedades en estudio (“Legacy”, “Temparana”, “Kelma”, “PLS 183”, “Alexandra”). Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 bloques o repeticiones.

Se realizó un Análisis de Varianza (ADEVA) para cada variable de respuesta. El análisis de varianza ADEVA es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento (Gutiérrez y Salazar, 2008). Se realizó bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	Sumatoria de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	Fc	Ft
Total (T)	rt-1	$\Sigma Y_{ij}^2 - F_c$			
Bloques (B)	r-1	$(\Sigma Y_j^2/t) - F_c$	SCB/GLB	CMB/CMEE	
Tratamientos (t)	t-1	$(\Sigma Y_i^2/t) - F_c$	SCT/GLt	CMt/CMEE	
Error. Exp. (EE)	(r-1)(t-1)	SCT-SCB-SCt	SC EE/GL EE		

Se consideraron las siguientes variables:

4.2.2.1 Porcentaje de germinación: una vez sembradas las plantas y 21 días posteriores a la siembra se contó el número de plantas. Se realizó una resiembra y posterior a ello se volvió a contar las plantas. Los datos se obtuvieron al sacar un promedio entre los primeros registros y los segundos.

4.2.2.2 Número de vainas por planta: se tomaron los datos una vez que todas las variedades presentaron las vainas formadas, contando las vainas existentes en cada planta escogidas al azar. El conteo de las vainas fue realizado de cinco plantas de cada parcela tomadas al azar. Debido a la alta variación de los datos entre las diferentes variables, el coeficiente de variación (CV) era muy alto, por lo cual se realizó la eliminación de los datos del primer bloque, con lo que el CV disminuyó notablemente.

4.2.2.3 Número de granos por vaina: una vez cosechadas las vainas, se realizó el conteo de semillas dentro de cada vaina, para determinar el número total dentro de cada una de éstas. Para esto, se tomaron cinco vainas de cada parcela y se contó el contenido de granos en la vaina. Posterior a la toma de los datos se realizó el análisis estadístico de forma normal.

4.2.2.4 Peso total: una vez cosechadas las vainas de todas las plantas con competencia completa, se pesó en una balanza electrónica el peso total que comprende vainas y granos de cada tratamiento en los cuatro bloques. Posterior a ello, se realizó el análisis estadístico, donde debido al alto coeficiente de variación se realizaron transformaciones de datos para reducirlo. Las transformaciones de datos son herramientas estadísticas que se utilizan cuando no se cumplen los requisitos para el Análisis de Varianza, algunos de los cuales también son requeridos para los intervalos de confianza y otros métodos estadísticos paramétricos (Sánchez-Otero, 2012). La transformación que se realizó fue la transformación de la raíz cuadrada ($\sqrt{\bar{y} + 0.5}$) que se aplica cuando los datos son números enteros procedentes de conteos para lograr que los datos obtenidos tiendan a la normalidad.

4.2.2.5 Peso de grano: es el peso que se obtuvo después de desgranar las vainas y pesar los granos. Igual que con todas las variables se procedió a

realizar el Análisis de Varianza donde se estimó igual que en la variable anterior un alto porcentaje del CV, para lo cual se realizó la misma transformación ($\sqrt{\bar{y} + 0.5}$) con los datos de los tratamientos para esta variable.

5 Resultados.-

5.1 Número de plantas germinadas.

Las medias obtenidas en este experimento demuestran que la variedad con mayor número de plantas germinadas fue la variedad “Temprana” con una media de 43 plantas, mientras que la de menor germinación fue la variedad “Kelma” con 30 plantas, obteniendo una media general de 37 plantas. Para esta variable el CV fue de 9.75%, mientras que la desviación estándar de la media ($S\bar{y}$) fue 1.82 y la desviación estándar de la diferencia de las medias ($S\bar{d}$) fue de 2.58.

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable número de plantas germinadas.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	19	724.55			
Bloques	3	86.95	28.98	2.18 ^{NS}	3.49
Tratamientos	4	478.3	119.58	9.01*	3.26
Error exp.	12	159.3	13.28		
CV =	9.75	S\bar{y} =	1.82	S\bar{d} =	2.58

Para esta variable el valor de Tukey fue de 8.21. Mediante esta prueba de separación de medias ($P \leq 0.05$) se demuestra que en esta variable existen dos rangos de significancia, y el tratamiento con mayor número de plantas germinadas pertenece a la variedad “Temprana”.

Tabla 5. Prueba de separación de medias para la variable número de plantas germinadas.

T3 <i>Var. Kelma</i>	T5 <i>Var. Alexandra</i>	T4 <i>Var. PLS 183</i>	T2 <i>Var. Legacy</i>	T1 <i>Var. Temprana</i>
30.25	35.25	35.5	42.5	43.25
b	ba	ba	a	a
Valor de referencia (Tukey) =			8,21	

5.2 Número de granos por vaina.

El tratamiento en el que existió un mayor número de granos por vaina pertenece a la variedad “PLS 183” con una media de 7.25; mientras que la variedad que menor número de granos por vaina tuvo fue la variedad “Temprana” con 5.25. La media general de número de granos por vaina en el experimento fue de 6.35. De igual manera, el CV para esta variable fue de 14.09 % y la $S_{\bar{y}}$ y $S_{\bar{d}}$ fue de 0.45 y 0.63 respectivamente.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable granos por vaina.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	19	20.55			
Bloques	3	2.15	0.72	0.90 ^{NS}	3.49
Tratamientos	4	8.8	2.2	2.75 ^{NS}	3.26
Error exp.	12	9.6	0.8		
CV =	14.09	S\bar{y} =	0.45	S\bar{d} =	0.63

Para esta variable los resultados indican que el valor calculado de F tanto de bloques como tratamientos son menores a los tabulares por lo cual las diferencias no son significativas.

5.3 Número de vainas por planta.

Los resultados obtenidos en esta variable dan como resultado que la variedad "Legacy" perteneciente al tratamiento 2 fue la con mayor número de vainas por planta con una media de 35.67; mientras que con 16.67 la variedad "Kelma" fue la de menor número de vainas por planta. Se obtuvo una media general de 27.33. El CV para esta variable fue de 21.37 %, la desviación estándar de las media ($S\bar{y}$) fue de 3,37 y la desviación estándar de la diferencia de las medias ($S\bar{d}$) fue de 4,77.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable vainas por planta.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	14	985.33			
Bloques	2	52.93	26.47	0.78	3.49
Tratamientos	4	659.33	164,83	4.83*	3.26
Error exp.	8	273,07	34,13		
CV =	21,37	S\bar{y} =	3,37	S\bar{d} =	4,77

Para esta variable el valor de Tukey fue de 16.48 y los resultados al usar la prueba de separación de medias ($P \leq 0.05$) demuestran que existen dos rangos de significancia.

Tabla 8. Prueba de separación de medias para la variable vainas por planta.

T3 Var. Kelma	T4 Var. PLS 183	T5 Var. Alexandra	T1 Var. Temprana	T2 Var. Legacy
16.67	23.33	30	31	35.67
b	ba	ba	ba	a
Valor de referencia (Tukey) =			16.48	

5.4 Peso total kg/ parcela.

Se considera peso total al peso que se obtiene al pesar las vainas con los granos dentro de las mismas. Los datos obtenidos para esta variable dieron como resultado que la variedad con el mayor peso de grano fue la variedad "Temprana" con una media de 1.34 kg/parcela, seguido de la variedad "Legacy", "Alexandra", "Kelma", "PLS 183" con 1.32; 1.07; 1.02; 0.98 kg/parcela respectivamente, dando una media general de 1.15 kg/parcela. El área total de la parcela fue de 4.50 metros cuadrados. El CV para esta variable fue de 17.59 % mientras que $S_{\bar{y}}$ fue de 0.10 y $S_{\bar{d}}$ de 0.14.

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable peso total kg/ parcela.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	19	0.97			
Bloques	3	0.02	0.01	0.12 ^{NS}	3.49
Tratamientos	4	0.47	0.12	2.86 ^{NS}	3.26
Error exp.	12	0.49	0.04		
CV =	17.59	$S_{\bar{y}}$ =	0.10	$S_{\bar{d}}$ =	0.14

No se realizaron pruebas de separación de medias debido a que los resultados no son significativos ya que el valor de la F calculada es menor al valor tabular.

5.5 Peso de granos kg/parcela.

Para esta variable se obtuvo como resultado un CV de 15.27% y $S_{\bar{y}}$ fue de 0.08 mientras que $S_{\bar{d}}$ fue de 0.11. La variedad que produjo mayor peso de grano fue la variedad "Temprana" con una media de 1.24 kg/parcela y la de menor peso fue "PLS 183" con una media de 0.93 kg/parcela. La media general fue de 1.06 kg/ parcela. El área total de la parcela fue de 4.50 metros cuadrados.

Tabla 10. Resultados de peso de grano en seco expresado en kg/ parcela y kg/ha.

	<i>T4</i> Var. "PLS 183"	<i>T3</i> Var. "Kelma"	<i>T5</i> Var. "Alexandra"	<i>T2</i> Var. "Legacy"	<i>T1</i> Var. "Temprana"
kg/parcela*	0.93	0.95	0.98	1.2	1.24
kg/ ha	2,066.67	2,111.11	2,177.78	2,666.67	2,755.55

*(Tamaño parcela= 4,5 m².)

Los resultados obtenidos para esta variable fueron determinados en base a kg por parcela; pero para efectos de comparación y para la realización de los costos de producción posteriormente detallados se realizó la estimación en kg por hectárea.

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable peso de grano.

<i>FV</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>FC</i>	<i>FT</i>
TOTAL	19	0.68			
Bloques	3	0.01	0.0048	0.19 ^{NS}	3.49
Tratamientos	4	0.35	0.09	3.35*	3.26
Error Exp.	12	0.31	0.03		
CV =	15.27	S\bar{y} =	0.08	S\bar{d} =	0.11

El valor de Tukey para esta variable fue de 0.36 y al realizar la prueba de separación de medias ($P \leq 0.05$) dio como resultado que hay diferencias significativas entre las variedades; sin embargo se obtuvo un solo rango de significancia.

Tabla 12. Prueba de separación de medias para la variable peso de grano (kg/parcela).

<i>T4</i> <i>Var. PLS 183</i>	<i>T3</i> <i>Var. Kelma</i>	<i>T5</i> <i>Var. Alexandra</i>	<i>T2</i> <i>Var. Legacy</i>	<i>T1</i> <i>Var. Temprana</i>
0.93	0.95	0.98	1.2	1.24
a	a	a	a	a
Valor de referencia (Tukey) =			0.36	

5.6 Costos de producción.

Tabla 13. Costos de producción de arveja.

Producción de arveja en invernadero					
Labor o actividad	Unidades	Costo de tecnología.			
		Cant.	Costo	Total/ha	%
1)Análisis del suelo	Análisis completo	1	\$ 28,00	\$ 28,00	
	Subtotal			\$ 28,00	1,94
2)Preparación del suelo					
Arada	Horas/tractor	2	\$ 20,00	\$ 40,00	
Rastrada	Horas/tractor	1,5	\$ 20,00	\$ 30,00	
Nivelada/cama	Horas/tractor	1	\$ 20,00	\$ 20,00	
	Subtotal			\$ 90,00	6,24
3)Mano de obra					
Siembra	Jornal	5	\$ 10,00	\$ 50,00	
Fertilización	Jornal	4	\$ 10,00	\$ 40,00	
Deshierba	Jornal	15	\$ 10,00	\$ 150,00	
Riego	Jornal	8	\$ 10,00	\$ 80,00	
Cosecha	Jornal	30	\$ 10,00	\$ 300,00	
	Subtotal			\$ 620	42,96
4)Insumos					
Semilla	Kg	120	\$ 2,00	\$ 240,00	
Abonos foliares	Vitafol floración/kg	4	\$ 3,75	\$ 15,00	
Insecticidas	Dipel/kg	1,5	\$ 42,00	\$ 63,00	
	Neem/litro	1,5	\$ 26,00	\$ 39,00	
Codornaza	Kg	4000	\$ 0,04	\$ 160,00	
	Subtotal			\$ 517,00	35,82
5)Subtotal costos directos				\$ 1.255,00	86,96
6)Costos indirectos (15% de los CD)				\$ 188,25	13,04
7)Costos totales				\$ 1.443,25	100,00
8) Rendimiento.	kg/arveja seca	1800	\$ 1,40	\$ 2.520,00	
9) Beneficio-costo.				1,75	

Los costos de producción de una hectárea de arveja bajo condiciones de invernadero se los estimó en base a los precios referentes del mercado actual y dan como resultado un costo directo de \$1,255.00; un costo indirecto igual a \$188.25 que representa el 15% de los costos directos; dando un total de costos de \$1,443.25. Del costo total el concepto que tiene el mayor porcentaje de costo es el de la mano de obra con un 42.96% seguido de los insumos con 35.82 %.

6 Discusión.-

En la presente investigación, se estudió el comportamiento de cinco variedades de arveja bajo condiciones controladas, las cuales fueron evaluadas en base a cinco variables que fueron porcentaje de germinación, número de granos por vaina, número de vainas por planta, peso total (kg/parcela) y peso de grano (kg/parcela). Observándose significancia estadística para germinación, número de vainas por planta y peso de grano; mientras que las variables número de granos por vaina y peso total no registraron significancia mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Con relación a la variable de germinación se determinó que la variedad que mayor número de plantas germinadas fue la variedad “Temprana” con un promedio de 43 plantas lo cual significa el 95% de plantas germinadas. De igual manera, la variedad con el menor número de plantas germinadas fue la variedad “Kelma” con un promedio de 30 plantas lo cual representa un 67% de germinación. El promedio general de germinación de este estudio fue de 82%. Sin embargo, si se toma en cuenta el poder germinativo de la variedad “Temprana” comparado con el de otros estudios se puede decir que es una variedad con alto porcentaje de germinación ya que según Franklin (2000), en un experimento obtuvo un porcentaje de germinación de 90 %.

En la variable número de granos por vaina los resultados indican que no hay diferencias significativas entre las variedades. Sin embargo, el tratamiento que produjo mayor número de granos por vaina perteneció a la variedad “PLS 183” que registró un 27.58% más de granos que la variedad “Temprana” la cual

registró el menor número de granos por vaina. Al comparar el comportamiento de la variedad “Temprana” con otros resultados de investigación similares obtenidos por Prado (2008) con la misma variedad “Temprana Perfecta” registra un promedio de 5.26 granos por vaina, promedio igual al obtenido en este estudio (5.25). El promedio general de granos por vaina en el experimento fue de 6.35 por lo cual se puede indicar que es un valor aceptable en relación a resultados obtenidos en otras evaluaciones de campo similares en donde se registra una media general de 4.39 granos por vaina (Prado, 2008) e igualmente en otro experimento donde se evalúan variedades y tipos de bioestimulantes cuya media general de granos por vaina fue de 6.35 (Vaca, 2011).

Según lo citan Gonzáles y Ligarreto (2006) en el cultivo de la arveja existe una correlación positiva entre el rendimiento y las principales variables que influyen en él como: ramas secundarias, altura al primer nudo reproductivo, número de vainas por planta y días a floración; variables que están presentes en la mayoría de evaluaciones de poblaciones de arveja ya que el rendimiento depende del equilibrio de sus componentes, siendo el número de vainas por planta el de mayor incidencia. Para esta variable, se pudo encontrar, que la variedad “Legacy” perteneciente al tratamiento 2 fue la de mayor número de vainas por planta con una media de 35.67 vainas, mientras que la variedad “Kelma” fue la de menor número de vainas por planta con una media de 16.67 vainas, lo que significa un 54.54 % más de producción a favor de la variedad “Legacy”. Los resultados obtenidos en este estudio dan una media general de 27.33 vainas por planta. Si se comparan los resultados se puede decir que la variedad “Legacy” tiene un muy buen promedio de vainas por planta ya que en los resultados obtenidos por Pacheco (2010) el material M-069 fue el de mayor número de vainas por planta con 35.60 vainas; de igual manera, en el mismo estudio el material de menor número de vainas produjo 8.20 vainas, obteniendo una media general de 23.27 vainas por planta. Cabe recalcar que el estudio de Pacheco (2010) también fue realizado bajo condiciones controladas en invernaderos en Bogotá-Colombia. En un estudio de evaluación de líneas de arvejas realizado en campo se obtuvo una media general de 11.2 vainas por planta lo cual en relación a lo obtenido bajo condiciones controladas es inferior

hasta en un 100% (Mera 2007). En otro experimento realizado en campo se obtuvo un máximo de 11.33 vainas por planta con una media general de 9.72 vainas por planta. Si se comparan estos resultados con los obtenidos bajo invernadero se puede notar la diferencia de rendimiento en vainas por planta, característica agronómica que va a influenciar directamente en el rendimiento total (Ligarreto, 2009).

Para la variable peso total, se consideró el peso de las vainas con los granos dentro de las mismas. La variedad que obtuvo el mayor peso fue la variedad "Temprana" con una media de 1.34 kg/parcela en seco, que en relación con la de menor rendimiento en peso total que fue la de la variedad "PLS 183" produjo un 26.86% más de peso. En este experimento, el tamaño de la parcela fue de 4.50 metros, que si lo proyectamos a hectáreas obtenemos que la variedad de mayor peso "Temprana" en proyección de producción total a hectáreas rindió 2,755.55 kg/ha en seco y la de menor que fue la variedad "PLS 183" rindió 2,066.67 kg/ha en seco. La diferencia que se muestra entre estas producciones pueden ser atribuidas al porcentaje de plantas germinadas que se obtuvo de cada variedad, ya que con la variedad "Temprana" de mayor peso total se tuvo un 95% de plantas germinadas mientras que con otras variedades se alcanzó menor porcentaje de germinación por lo tanto menor número de plantas que produjeron, como es el caso de la variedad "PLS 183" con 67% de plantas germinadas.

Con relación a la variable peso de granos expresada en kg/ parcela se obtuvo como resultado una media general de 1.06 kg/ parcela en grano seco por lo tanto el rendimiento promedio para las variedades bajo estudio fue proyectado a hectáreas y fue de 2,355.56 kg/ha en grano seco. Al realizar la prueba de separación de medias para esta variable se obtuvo un solo rango de significancia lo cual quiere decir que los rendimientos obtenidos entre las variedades son similares y no se registran mayores diferencias entre estos. La variedad que mayor rendimiento de grano produjo fue la variedad "Temprana" con 1.24 kg/ parcela seguido muy de cerca por la variedad "Legacy" con 1,20 kg correspondiendo a 2,755.55 y 2,666.67 kg/ha en seco respectivamente. Éstos datos se relacionan con los datos de la variable de germinación ya que éstas son las dos variedades que registraron los mayores porcentajes de

germinación con 95 y 94 % respectivamente, y de igual manera representaron las variedades con mayor número de vainas por planta.

Los resultados obtenidos de rendimiento de grano seco en este estudio son altos en relación a la producción nacional y a otros resultados obtenidos en experimentos similares. Según la FAO (2011) el rendimiento promedio de grano seco de arveja fue de 335.8 kg/ha; esto puede justificarse al tratarse de cultivos ejecutados en el campo y no bajo invernadero. De igual manera, Prado (2008), obtuvo un rendimiento de 8,500 kg/ha de grano verde y 1,350 kg/ha en grano seco con porcentajes de emergencia superiores al 94%. El programa nacional de leguminosas y granos andinos liderado por Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador liberó una variedad mejorada de arveja en donde se analizaron diferentes características agronómicas y en lo que respecta a peso de grano total en seco, con esta variedad se espera un rango de producción de 1,310 a 1,990 kg/ha y un promedio de rendimiento de 1,688 kg/ha en seco a nivel de campo. (INIAP, 2010)

Los resultados obtenidos de la evaluación de las cinco variedades dan un promedio de 28.38 gramos por planta en rendimiento en seco. En otros estudios de arveja realizados bajo condiciones controladas en donde se analiza el rendimiento en base a gramos por planta se pudo encontrar que obtienen una media de 67.74 gramos por planta pero en rendimiento en verde, lo cual aumenta el peso por el porcentaje de humedad contenido en las semillas (Carvalho, 2012). De igual manera, en Bogotá se realizó otro experimento en donde el cultivo de arveja bajo invernadero produce un máximo de 56.55 gr por planta con una media general del estudio de 34.17gr por planta. Por lo expuesto, podemos concluir que los rendimientos encontrados en los diferentes estudios realizados en invernadero son superiores a los realizados en campo (Pacheco, 2010).

Finalmente, en el análisis de los costos de producción de arveja se pudo estimar que el costo directo de una hectárea fue de \$1,255.00 manteniendo un sistema de producción bajo invernadero, obteniendo un costo total de \$1,443.25. Al comparar los costos obtenidos con los costos obtenidos por el INIAP (Vásquez y Villavicencio, 2008) se pudo determinar que hubo un

aumento de los costos en un 5%, ya que los costos totales estimados por el INIAP fueron de \$1,376.22. El aumento de los costos totales de producción no es realmente significativo (5%) a pesar de que varios conceptos como el costo del jornal, el valor de las horas de tractor y los insumos entre otros, sean mayores en 42.86% y 66.67% respectivamente, en comparación con los estimados en el 2008. Esto se debe a que al ser un experimento bajo condiciones contraladas, se tiene un mayor control de plagas, enfermedades y de igual manera la incidencia de malezas es significativamente menor, lo cual se traduce en menores gastos tanto de insumos como de mano de obra. Las actividades que representan el mayor porcentaje de los costos totales son la mano de obra con un 42.96 % seguido del costo de insumos con 35,82%. Comparando estos resultados con los citados por Vásquez y Villavicencio (2008) existe una reducción en el costo de mano de obra de un 6.84% y un aumento en los costos de insumos en un 10.22%. La reducción de mano de obra se debe a que en este experimento no se contempló los costos de aporque ya que la siembra se realizó en camas y no en surcos; mientras que en las estimaciones del INIAP tiene 30 jornales para aporque. De igual manera, el porcentaje de costo que representan los insumos es mayor ya que al tratarse de un experimento amigable con el ambiente no se utilizó fertilizantes químicos, sino solo fertilizantes foliares y codornaza, al igual que los insecticidas usados fueron orgánicos los cuales son más caros que los insecticidas convencionales. La relación beneficio costo estimada en la presente investigación fue de 1.75 mientras que la estimada por el INIAP en el 2008 fue de 1.30.

7 Conclusiones.-

7.1 La respuesta de las variedades de arveja para la mayoría de las variables y componentes de rendimiento fue muy diferentes. El rendimiento más alto de peso de grano produjo la variedad “Temprana” pero sin que haya diferencias estadísticas marcadas en relación a las otras variedades.

7.2 No existieron diferencias estadísticas marcadas entre las diferentes variables, principalmente en la de peso de grano.

7.3 Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis planteada para esta investigación, ya que la producción de arveja bajo condiciones de invernadero influye de manera positiva en el rendimiento de arveja.

7.4 La variable más importante para un mayor rendimiento fue la variable porcentaje de germinación, ya que a mayor número de plantas germinadas, mayor número de plantas pueden ser evaluadas. La variedad con mayor número de plantas germinadas fue la variedad “Temprana” e igualmente fue la que más rendimiento de grano obtuvo.

7.5 Los costos de producción para el año 2013 fueron de \$ 1,443.25 incrementándose en un 5% con relación al año 2008; siendo la mano de obra y los insumos los rubros que mayor gasto demandan.

7.6 La relación beneficio costo estimada en la presente investigación fue de 1.75 mientras que la estimada por el INIAP en el 2008 fue de 1.30.

8 Recomendaciones.-

8.1 Realizar otra investigación en donde el área total del experimento sea mayor para obtener una mejor estimación del potencial de rendimiento de las variedades bajo estudio.

8.2 Efectuar una buena desinfección del suelo previo a la siembra ya que esto ayudará a prevenir plagas que atacan a las plantas durante la etapa de emergencia o germinación como son los trozadores.

8.3 Implementar un manejo eficiente del sistema de riego en el cultivo de la arveja ya que la uniformidad del riego permitirá tener información más confiable.

8.4 Ejecutar otro estudio de las variedades de arveja, pero incorporando otro factor de estudio, como por ejemplo, diferentes niveles de fertilización para de esta manera estimar la respuesta de la arveja a esos niveles.

9 Bibliografía.-

- 1.-Bayer Crop Science. 2012. Dipel. Santiago, Chile.
- 2.-Bolaños, A. 2001. Introducción a la Olericultura. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.
- 3.-Caicedo, C. y Peralta, E. 1999. Chocho, Frejol y Arveja, leguminosas de grano comestible, con un gran mercado potencial en Ecuador. INIAP. Quito, Ecuador.
- 4.-Calderón, F. 1993. Guía práctica en el Control de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de arveja China. Programa de investigación Agrícola. Guatemala.
- 5.-Carvalho, J., Rezende, F., Aquino, R., Freitas, W. y Oliveira, E. Producao da ervilhacultivada em ambiente protegido sob diferentes tensoes de água no solo. Revista Brasileira de Ingeniería Agrícola y Ambiental. Campina Grande, Brasil.
- 6.-Castilla, N. 2007. Invernaderos de Plástico: Tecnología y Manejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- 7.-Dakare Market Conection Group. 2012. Insecticida Orgánico Biosave Neem para plagas e insectos. Ciudad de México, México.
- 8.-Espinosa, K. 2005. Abonos Orgánicos. Universidad estatal de Bolivar Facultad de Ciencias Agrícolas. Bolivar, Ecuador.
- 9.-FAO. 2011. Estadísticas de Cultivos. Roma, Italia.
- 10.-Federación Nacional de cultivadores de Cereales y leguminosas. 2009. La arveja. Cundinamarca. Colombia.
- 11.-Ferraris, G., Couretot, L. y Magnone, G. 2012. Nutrición del Cultivo de la Arveja. Proyecto Regional Agrícola. Argentina.
- 12.-García, E., Calderón, E. y Alvarez, G. 1993. Manejo Integrado de Plagas en Arveja China. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

- 13.-Franklin, G., Pius, P. e Ignacimuthu, S. 2000. Factors affect *in vitro* flowering and fruiting of green pea (*Pisum sativum L.*). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- 14.- González, F. y Ligarreto, G. 2006. Rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (*Pisum sativum L*) bajo sistemas de agricultura protegida. Fitotecnia Colombiana. Colombia.
- 15.- Gutiérrez, H. y Salazar, R. 2008. Análisis y Diseño de Experimentos. Interamericano Editores. México.
- 16.- Hilge, J. y Saunders, J. 2008. Manejo integrado de plagas en mesoamérica: aportes conceptuales. Ed. Tecnológica Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- 17.- INIAP. 2011. Arveja: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito.
- 18.- INIAP. 2010. Nueva variedad de Arveja para la provincia de Bolivar. Boletín divulgativo No. 381. Quito.
- 19.- Injante, P. y Joyo, G. 2010. Manejo Integrado de maíz amarillo duro. Universidad Nacional Agraria la Molina. La Molina, Perú.
- 20.- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. INEC. 2009. Quito, Ecuador.
- 21.- Ligarreto, M., Gustavo, A., Ospina, H. y Andrés, R. 2009. Análisis de parámetros heredables asociados al rendimiento y precocidad en arveja voluble (*Pisum sativum L*) tipo Santa Isabel. Agronomía Colombiana Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- 22.- Llorca, R. y Bautista, I. 2006. Prácticas de Atmósfera, Suelo y Agua. Universidad Politécnica. Valencia, España.
- 23.- Mera, M., Kehr, E., Mejías, J., Ihl, M. y Bigani, V. 2007. Arvejas (*Pisum sativum*)de Vaina Comestible Sugar Snap: Antecedentes y comportamientos en el sur de Chile. Agricultura Tecnica. Chile.

- 24.- Mosquera, B. 2010. Abonos Orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Fondo para la Protección del Agua. Quito, Ecauador.
- 25.-Pacheco, C., Vergara, M. y Ligarreto, G. Clasificación de 42 líneas Mejoradas de Arveja (*Pisum sativum* L) por Caracteres morfológicos y Comportamiento Agronómico. Facultad Agraria de Medellín. Medellín, Colombia.
- 26.- 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". Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador.
- 27.- Pure Line Seeds Inc. 2013. Pea Seed Varieties. Wisconsin, Estados Unidos.
- 28.- Rijk Zwaan. Seeds and Services. 2011. Holanda.
- 29.-Sánchez-Otero, J. 2012. Introducción al Diseño Experimental. Quito. Ecaudor.
- 30.- Sanz de Galdeano, J., Del Castillo, J., Urribarri, A., Aguado, G. y Sábada, S. 2006. Guía de manejos. Invernaderos. Revista Navarra Agraria. España.
- 31.- Semicol. 2010. Ficha Técnica de Arveja ICA-Tominé. Bogotá, Colombia.
- 32.- Serrano, Z. 2005. Construcción de Invernaderos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- 33.- Thompson y Morgan. 2013. Pea Alexandra Seed. Estados Unidos.
- 34.- Vaca, R. 2011. "Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L) en Santa Martha de Cuba-Carchi". Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- 35.- Vademécum Agrícola. 2000. Sexta Edición. Ecuador.
- 36.- Villavicencio, A. y Vásquez, W. 2008. Guía Técnica de los Cultivos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador.
- 37.- III Censo Nacional Agropecuario. 2001. INEC. Quito, Ecuador.

10 Anexos.-

	Germinación						
	I	II	III	IV			
T1	45	44	43	41		173	43,25
T2	43	41	42	44		170	42,5
T3	30	25	29	37		121	30,25
T4	41	34	34	33		142	35,5
T5	39	26	39	37		141	35,25
	198	170	187	192		747	
	39204	28900	34969	36864		139937	
	2025	1936	1849	1681		7491	
	1849	1681	1764	1936		7230	
	900	625	841	1369		3735	
	1681	1156	1156	1089		5082	
	1521	676	1521	1369		5087	
						28625	
FC							
27900,45							
SCT		FV	GL	SC	CM	FC	FT
724,55							
SCB		TOTAL	19	724,55			
86,95		Bloques	3	86,95	28,98	2,18	3,49
SCT		Tratamientos	4	478,3	119,575	9,01	3,26
478,3		Error Exp.	12	159,3	13,275		
SCEE							
159,3							
SY							
1,82							
SD							
2,58							
CV							
9,75							

	Número granos/vaina						
	I	II	III	IV			
T1	4	5	6	6		21	5,25
T2	7	7	7	6		27	6,75
T3	6	6	7	6		25	6,25
T4	7	7	6	9		29	7,25
T5	5	7	7	6		25	6,25
	29	32	33	33		127	
	841	1024	1089	1089		4043	
	16	25	36	36		113	
	49	49	49	36		183	
	36	36	49	36		157	
	49	49	36	81		215	
	25	49	49	36		159	
						827	
FC							
806,45							
SCT		FV	GL	SC	CM	FC	FT
20,55							
SCB		TOTAL	19	20,55			
2,15		Bloques	3	2,15	0,72	0,90	3,49
SCT		Tratamientos	4	8,8	2,2	2,75	3,26
8,8		Error Exp.	12	9,6	0,8		
SCEE							
9,6							
SY							
0,45							
SD							
0,63							
CV							
14,09							

		Número de vainas/planta					
	I	II	III	IV			
T1		35	26	32		93	31
T2		39	32	36		107	35,67
T3		19	16	15		50	16,67
T4		25	17	28		70	23,33
T5		19	34	37		90	30
	0	137	125	148		410	
	0	18769	15625	21904		56298	
	0	1225	676	1024		2925	
	0	1521	1024	1296		3841	
	0	361	256	225		842	
	0	625	289	784		1698	
	0	361	1156	1369		2886	
						12192	
FC							
11206,67							
SCT		FV	GL	SC	CM	FC	FT
985,33							
SCB		TOTAL	14	985,33			
52,93		Bloques	2	52,93	26,47	0,78	3,49
SCT		Tratamientos	4	659,33	164,83	4,83	3,26
659,33		Error Exp.	8	273,07	34,13		
SCEE							
273,07							
SY							
3,37							
SD							
4,77							
CV							
21,37							

Hoja de vida

HELIO LEOPOLDO ARÉVALO ALVEAR

Email: fox20039@hotmail.com • Tel: 593 2893935 • Celular: 092754849

P E R F I L

Soy una persona emprendedora que le gusta realizar trabajos de varios tipos. Alegre, decidido a cumplir las diferentes metas y objetivos planteados, siempre dispuesto a realizar cambios positivos y a aprender nuevas experiencias y conocimientos. Estoy dispuesto a trabajar en grupo y bajo presión.

Idiomas: Español, Inglés

Programas de Computación: Cliente de Correo Electrónico, Hoja de Cálculo, Presentaciones, Procesador de Palabra, Mensajería Instantánea, Navegador Web, Redes Sociales, Videoconferencia, Networking, Sistemas Operativos, Contabilidad, Estadística

Ciudades de preferencia laboral: Quito, Santo Domingo

E D U C A C I O N

Universidad San Francisco de Quito (Ecuador) Agosto 2007 - Julio 2012

Ing. Agroempresas

Select Sires Ecuador (Ecuador) Julio 2011 - Julio 2011

Curso de Inseminación Artificial en Bovinos

Federación Panamericana de la Lechería (Ecuador) Abril 2011 - Abril 2011

Certificado de participación en el "Seminario Internacional: La Calidad en la Cadena Láctea"

Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (Ecuador) Mayo 2010 - Mayo 2010

Certificado de participación en el "Curso de Manejo y Crianza de Terneras"

"Unida Educativa Ángel Polibio Chaves" (Ecuador) Agosto 2001 - Mayo 2007 *Bachiller en Ciencias Químico-Biológicas*

E X P E R I E N C I A L A B O R A L

Rancho Emilia (Ecuador) Enero 2005 - Hasta el presente

Encargado general

Se realiza tareas de administración, supervisión y producción general de la ganadería como ordeño, manejo y crianza de animales, manejo de registros.

Sausalito SCC (Ecuador) Junio 2011 - Agosto 2011

Asistente de Administración

Las responsabilidades dentro de la empresa fueron varias, entre las principales actividades: manejo de animales, ordeño, crianza de terneras, manejo de pastos y forrajes y administración general.