



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERIA EN AGRONÓMICA

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.)Var.
Televisión POR ACCIÓN DE LAS ABEJAS (*Apis mellifera* L.) COMO
AGENTES POLINIZADORES

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO

JAIRO REINALDO GARCÍA NINABANDA

Riobamba- Ecuador
2019

CERTIFICACIÓN

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Riobamba, 18 de noviembre 2019

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN, Certifica: Que el señor, Jairo Reinaldo García Ninabanda, culmino con el trabajo de titulación denominado "RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum Sativum* L). Var Televisión POR ACCIÓN DE LAS ABEJAS (*Apis mellifera* L.) COMO AGENTES POLINIZADORES", ha sido prolijamente revisado y aprobado, quedando autorizado su presentación y defensa.


.....
ING. ARMANDO ESTEBAN ESPINOZA ESPINOZA
DIRECTOR

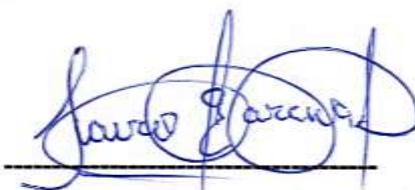

.....
ING. VICTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA
ASESOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **JAIRO REINALDO GARCIA NINABANDA**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría, y que los resultados son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que proviene de otra fuente están debidamente citado y referenciado.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 26 de noviembre 2019



Jairo Reinaldo García Ninabanda

060550813-4

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicar a mis padres y hermanos que con esfuerzo, apoyo, comprensión permitieron cumplir mis sueños y Metas, a mis Amigos a quienes les deseo el mejor de los éxitos en la culminación de su vida académica.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco adiós por haber sabiduría. A mis Padres y hermanos por haber apoyado durante toda mi vida.

A mis amigos quienes me apoyaron durante mi etapa estudiantil, así como en realización de mi trabajo titulación, Agradezco a: María Herrera , Daysy Meneses , Edwin Rema , Angélica Cajilema, Javier Ilbay , Juan Ramos , Jonathan Flores , Oscar Campos , Dennis López ,entre otros por su apoyo en todos los momentos buenos como también en momentos difíciles de mi vida.

A todo el personal de departamento de Horticultura en especial al Ing. Juan Yáñez y a don Elías Paucar por haber ayudado y apoyado en realización del trabajo de campo de mi tesis.

Agradezco a la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a los Ingenieros que impartieron sus conocimientos para prepararnos como profesionales. En especial al Ingeniero Armando Espinoza como director de tesis y al Víctor Lindao como Asesor, quienes me orientaron, apoyaron, colaboraron con sus conocimientos y experiencias y permitieron culminar mi trabajo de titulación .

LISTA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix

CAPÍTULO

I. TÍTULO.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. OBJETIVOS.....	3
IV. REVISIÓN LITERARIA.....	4
V. MATERIALES Y METODOS.....	25
VI. RESULTADOS.....	33
VII. CONCLUSIONES.....	55
VIII. RECOMENDACIONES.....	56
IX. RESUMEN.....	57
X. SUMMARY.....	58
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	59
XII. ANEXO.....	66

LISTA TABLA

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1.	Clasificación taxonómica de la Arveja	12
2.	Principales plagas del cultivo de arveja y su Control	21
3.	Control para las principales Enfermedades del cultivo de arveja	22
4.	Tratamientos en estudio y agentes polinizadores	26
5.	Esquema de análisis de variancia (ADEVA o ANOVA)	28

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1.	La entomofauna asociada en el cultivo de Arveja.....	33
2.	Análisis de varianza para el Número de días transcurridos desde la polinización a la aparición de vainas	35
3.	Análisis de varianza para el porcentaje de flores fecundadas.....	36
4.	Análisis de Varianza para el porcentaje de flores no fecundadas	38
5.	Análisis de varianza para el número de vainas por planta	39
6.	Análisis de varianza para la longitud de la vaina (cm).....	41
7.	Análisis de varianza para el peso de la vaina en vaina verde (g).....	42
8.	Análisis de varianza para el peso de la vaina en grano tierno (g).....	43
9.	Análisis de varianza para el número de granos buenos por vaina	45
10.	Análisis de Varianza para el número de granos vanos por vaina	46
11.	Análisis de Varianza para el peso en vaina (g) por planta.....	48
12.	Análisis de varianza para el peso en grano tierno (g) por planta	49
13.	Análisis de Varianza para el rendimiento en vaina verde (kg/ha)	51
14.	Análisis de Varianza para el rendimiento en grano tierno (kg/ha)	52
15.	Relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos	53

LISTA DE GRÁFICOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1.	Entomofuana del cultivo de Arveja <i>Pisum sativum</i>	34
2.	Número de días transcurridos desde la polinización a formación de <i>vaina</i>	35
3.	Porcentaje de flores polinizadas.....	37
4.	Porcentaje de flores no polinizadas.....	37
5.	Número de vainas por planta	40
6.	Longitud de la vaina en (cm).	41
7.	Peso de la vaina en verde (g).	43
8.	Peso de la vaina en grano tierno	44
9.	Número de granos buenos por vaina.	45
10.	Número de granos vanos por planta.....	47
11.	Producción en vaina verde (g) por planta.....	49
12.	Producción en grano tierno (g) por planta.....	50
13.	Rendimiento en vaina verde kg/ha.....	51
14.	Rendimiento en kg/ha en grano tierno	52
15.	Beneficio /costo	53

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1.	Distribucion de tratamientos con sus respectivas repeticiones	1
2.	Dimensiones del Túnel	1
3.	Delimitación de la parcela experimental	2
4.	Elaboración de surcos	2
5.	Primer riego antes de la siembra	2
6.	Fertilización edáfica con 18-46-0	3
7.	Siembra 3 semillas por sitio	3
8.	Enfermedad radicular causada por fusarium	3
9.	<i>Apis mellifera</i> polinizando la flor de Arveja (<i>Pisum sativum</i> L).Var Television.....	4
10.	Flor de arveja polinizada.....	4
11.	Formación de Vaina después de 2 días después de la polinización	4
12.	<i>Apis mellifera</i> trasportando polen de arveja.....	5
13.	Oídium en las hojas de arveja	5
14.	Cosecha de arveja	5
15.	Etiquetado de las vainas para la toma de datos	6
16.	Peso de una vaina en el tratmiento con <i>Apis mellifera</i> y sin presencia de insectos	6
17.	Tamaño de la vaina según los tratamientos.....	6
18.	Número de granos por vaina en el tratamiento de los Abejas y sin presencia de insectos ...	7
19.	Longitud de la vaina	7
20.	Captura de insectos utilizando una jama en el cultivo de Arveja	7
21.	Insectos capturados y listos para su identificación.....	8
22.	Identificación de insectos en el laboratorio RRNN	8
23.	Insecto: Orden himenoptera ; suborden apocrita; familia Braconidae.....	8
24.	Insecto: Orden himenoptera ; suborden apocrita; familia pompilidae.....	9
25.	Insecto: orden himenóptera; suborden Apocrita;Familia formicidae	9
26.	Insecto: Orden himenoptera ; suborden apocrita; familia Sphecidae	9
27.	Insecto: Orden Diptera, suborden Ciclorafa , familia Tephritidae.....	10
28.	Insecto: familia Elateridae	10
29.	Insecto: familia Curculionidae	10
30.	Insecto: orden díptera; suborden Cyclorrhapha Familia Syrphidae.....	11
31.	Insecto : orden Thysanoptera; suborden : Terebrantia ;Familia Thripidae.	12
32.	Insecto: orden hemíptera, suborden Homóptero; familia cicadidae	12
33.	Insecto:orden Lepidoptera, suborden frenatae , familia Pyralidae.....	12
34.	Insecto: Orden Heminoptera; suborden Homoptera ; Familia Aphididae	13
35.	Días transcurridos desde la polinización a formación de vaina	13
36.	Porcentaje de flores polinizadas.....	13
37.	Porcentaje de flores no polinizadas	13
38.	Número de vainas por planta	13
39.	Longitud de la vaina en cm	14
40.	Peso de la vaina (Vaina verde).....	14
41.	Peso de la vaina (Grano tierno) en gramos	14
42.	Número de granos buenos por vaina.....	14
43.	Número de granos vanos por vaina.....	14

44. Peso de vaina por planta (vainas verdes) en gramos	15
45. Peso de vaina por planta (Grano tierno) en gramos	15
46. Rendimiento kg/ha en Vainas verdes	15
47. Rendimiento kg/ha en Grano tierno	15
48. Beneficio costo para tratamiento T1 con Malla Entomológica más abejas	16
49. Beneficio costo para tratamiento T2 con Malla Antiafidos sin presencia de Insectos	17
50. Beneficio costo para tratamiento T3 Testigo/ Campo Abierto	18

I. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) Var. Televisión POR ACCIÓN DE LAS ABEJAS (*Apis mellifera* L.) COMO AGENTES POLINIZADORES.

II. INTRODUCCIÓN.

A. IMPORTANCIA

La arveja es una leguminosa de especial importancia, considerada alimento básico en la canasta familiar, por ser fuente de carbohidratos, vitaminas y proteínas. (Peñaranda *et al.*, 2013)

La cantidad y calidad de una cosecha se encuentran limitadas por múltiples factores. La falta de agua o nutrientes y la incidencia de plagas o malezas. Otro factor que condiciona el rendimiento de las cosechas es la polinización, que es la transferencia de polen de los órganos masculinos de la flor a los femeninos, lo que hace posible la formación de frutos y semillas. En muchos casos la polinización es el resultado de la actividad de insectos polinizadores como abejas, abejorros y de aves como el colibrí, cuya ausencia o escasez también puede limitar el rendimiento de ciertos cultivos. (Garibaldi *et al.*, 2012)

Un tercio de los alimentos que consumimos está disponible gracias a la polinización, y aproximadamente la mitad de los organismos vivos que polinizan las plantas son abejas. (Guiomar, 2005).

Las abejas se están volviendo indispensables en nuestra agricultura. Se considera que el trabajo que realizan las abejas en la Polinización es 10 ó 20 veces el valor de la miel y cera que producen. (Aguado *et al.*, 2015)

Los himenópteros de la familia Apidae son insectos que se encuentran atraídos por el color, aroma y forma de la corola simples y amariposadas como es el caso de las legumbre y dentro de este grupo se encuentra la Arveja (*Pisum sativum* L). (Aguado *et al.*, 2015)

B. PROBLEMA

Escasa información en el país, sobre la importancia de la polinización por las abejas (*Apis mellifera* L.) en las plantas hortícolas (Leguminosas) y su incidencia en el rendimiento.

Más del 75 % de los cultivos en el mundo dependen en cierta medida de la polinización. Sin embargo, la población de polinizadores en especial las abejas ha disminuido de manera preocupante en los últimos años, debido principalmente al uso indiscriminado de plaguicidas.

La desaparición de Abejas ocasionaría graves problemas en la agricultura, la ausencia de estos insectos polinizadores implicaría que la polinización se realizaría manualmente, ocasionando incremento en los costos de producción.

C. JUSTIFICACIÓN

La polinización es un proceso esencial para el correcto funcionamiento de los ecosistemas y la producción de alimentos, el mismo que se ha visto enormemente afectado por diversas actividades antrópicas, siendo cada vez mayor la necesidad de realizar investigaciones encaminadas a entender la importancia de las abejas en la polinización; por otra parte, se estima que, dentro del 90% de la polinización que ocurre en plantas con flor en todo el mundo, un 67% es llevado a cabo por insectos, constituyéndose como el grupo de polinizadores más importante las Abejas (*Apis mellifera* L.). (García et al., 2016)

El presente trabajo investigativo tienen la finalidad de generar información acerca de la polinización realizada por las abejas leguminosas en especial de plantas autógamas y brindar una nueva alternativa a los agricultores, para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad del cultivo.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L) variedad Televisión por acción de las abejas (*Apis mellifera* L.) como agentes polinizadores en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento del cultivo de Arveja variedad televisión por acción de las abejas (*Apis mellifera* L.) como polinizadores
- Registrar y agrupar de la entomofauna asociada en el cultivo de Arveja variedad Televisión
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio

IV. HIPOTESIS

A. NULA

El rendimiento del cultivo de arveja variedad televisión no está influenciada por acción las abejas (*Apis mellifera* L.) como agente polinizador.

B. ALTERNANTE

El rendimiento del cultivo de arveja variedad televisión está influenciada por acción las abejas (*Apis mellifera* L.) como agente polinizador.

C. OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

1. Variable dependiente

- Rendimiento
- Beneficio/Costo

2. Variable independiente

- Abejas

V. REVISIÓN LITERARIA

A. LAS ABEJAS (*Apis mellifera* L.) COMO POLINIZADORES DE LAS PLANTAS HORTÍCOLAS.

1. La polinización

La polinización es la transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación, y por lo tanto la producción de frutos y semillas. (Pantoja *et al.*, 2014)

Podemos definir la polinización como el proceso mediante el cual el polen viaja desde las anteras (parte masculina) de una flor hasta alcanzar el estigma (parte femenina) de esa misma u otra flor, en principio de la misma especie. Cuando el polen pasa del estambre al estigma de la misma flor, se conoce como autopolinización o autogamia. (Viejo & Ornos, 1997)

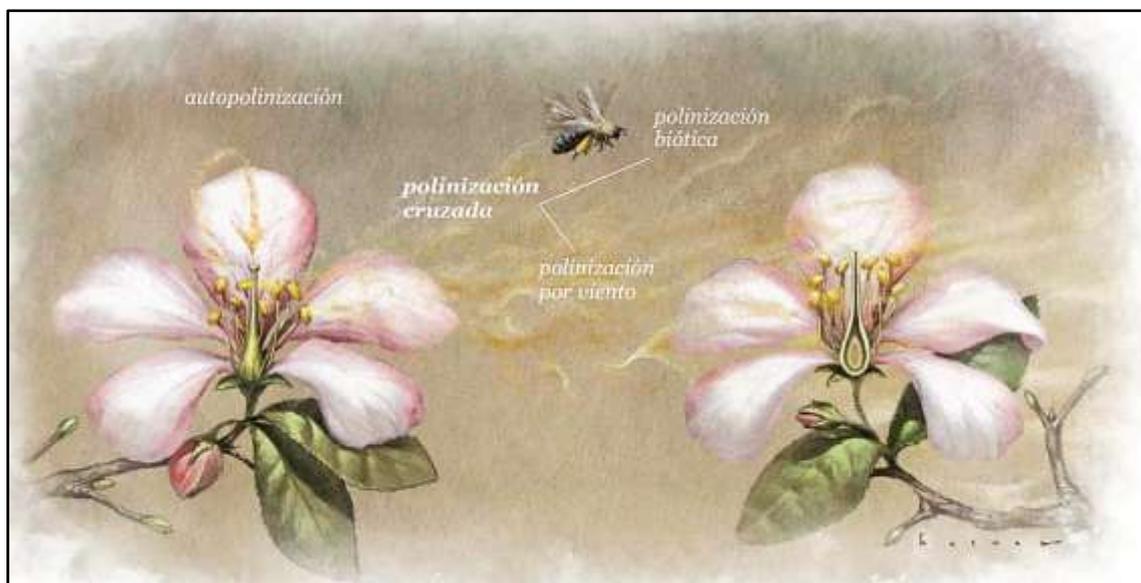


Figura 01. Tipos de polinización: auto-polinización y polinización cruzada (por el viento y por animales).

Fuente: Juan Hernandez.

a. Polinización cruzada

La polinización cruzada o alogamia es el paso del polen de los estambres de una flor a otra de la misma planta o a una planta distinta de la misma especie.

La polinización cruzada produce una descendencia más variada y mejor equipada para afrontar los cambios del medio. Asimismo, las plantas que se reproducen a través de polinización cruzada suelen producir semillas de mejor calidad. (Kesseler, 2009)

b. Importancia de la polinización en la agricultura.

La polinización entomófila es indispensable para la producción global de alimentos, de modo que se considera un servicio ecosistémico clave. (Miñarro *et al.*, 2018)

Numerosos estudios nos indican que la producción de más del 80% de las especies cultivadas en el mundo depende, en mayor o menor medida, de organismos polinizadores, principalmente insectos y, dentro de estos, de las abejas (silvestres y domésticas). (Guiomar, 2016)

Aproximadamente el 80% de todas las especies de plantas con flores están especializadas para ser polinizadas por animales, principalmente insectos, y aportan un 35% de la producción agrícola. (Ecocolmena, 2017)

La gran mayoría de las especies de plantas angiospermas solo producen semillas si los agentes polinizadores han transferido previamente el polen de las anteras a los estigmas de sus flores. Si este servicio no se realizara, muchas especies que interactúan entre sí y muchos procesos del ecosistema desaparecerían. Existen más de 200 000 especies de angiospermas que dependen de aproximadamente 100 000 especies de organismos polinizadores, por lo cual la polinización es esencial para el mantenimiento general de la diversidad biológica. (Maglianesi, 2016)

Son muchas las especies cultivadas (hortícolas, frutales y producción de semillas) que requieren el uso de colmenas (3-10 colmenas/ha). (Durán, 2011)

c. Importancia de la polinización y producción de cultivos hortícolas

La polinización desempeña un papel decisivo en la producción agrícola, especialmente en producción de hortícola. (Maglianesi, 2016)

Las abejas influyen en la calidad y rendimiento de las hortalizas, pues sin su labor de intercambio de polen y fecundación no se obtendría frutos o la semilla para producir: Espárrago, brócoli, col de Bruselas, zanahoria, coliflor, apio, repollo, calabaza, melón, sandía, calabacita, estropajo, pepino, berenjena, puerro, habas, alverja, mostaza, cebolla, pimientos, perejil, nabos, rábano. (Potts *et al.*, 2010)

Se han realizado en diferentes partes del mundo estimaciones del aumento de una serie de semillas gracias a los polinizadores; la polinización garantizada ha determinado de diversas formas

aumentos en el rendimiento de las semillas del 22 al 100 % (rábano), del 100 a 300 % (col), 100 al 125 % (nabo), 91 al 135 % (zanahoria) y 350 al 9 000 % (la cebolla). (Vamosi *et al.*, 2006)

Las abejas se utilizan preferentemente en la polinización de cultivos a cielo abierto, ya sean especies herbáceas (Cucurbitáceas y Solanáceas) o árboles frutales. La producción de semilla híbrida de especies alógamas, como por ejemplo el girasol, se sirve de la polinización cruzada para transportar el polen de las flores masculinas sobre las femeninas, aumentando de esta forma la producción de semilla. Siempre que las condiciones ambientales o el manejo del cultivo lo permiten, las abejas son más eficientes que otros insectos polinizadores, en cultivos tales como: melón, pimiento, tomate y almendro. (Durán, 2011)

d. La abeja doméstica (*Apis mellifera L.*), un polinizador universal.

A nivel global el polinizador "doméstico" más utilizado para incrementar la producción agrícola es la abeja melífera (*Apis mellifera L.*). Se ha demostrado que la abeja melífera, que ha sido bien estudiada en comparación con otras especies de abejas, es capaz de incrementar la producción de los cultivos polinizados por animales hasta un 96 %. La abeja doméstica también poliniza muchas plantas silvestres, pero esta contribución no siempre está bien documentada con datos empíricos, y la contribución de los polinizadores silvestres podría ser mayor de lo que se piensa. (Potts *et al.*, 2010)

Las abejas melíferas son insectos polinizadores altamente eficaces: tienen el cuerpo cubierto de pelos que recogen fácilmente miles de gránulos de polen cuando se mueven al interior de las flores; generalmente visitan solo una especie de flor durante cada uno de sus viajes, cada abeja recoge la cantidad suficiente de polen para su propio alimento y también para las necesidades de la colonia. En una sola jornada una abeja puede visitar miles de flores de una misma especie, recogiendo el néctar y el polen y esparciendo los gránulos de polen por todas las flores. (Bradbear, 2005)

2. Las abejas (*Apis mellifera L.*) en relación a la polinización de leguminosas

Las flores típicas de las leguminosas son hermafroditas, normalmente muy vistosas, adaptadas a la polinización por insectos. (Universidad Pública de Navarra, 2019)

La formación del fruto no es posible cuando los insectos polinizadores son excluidos por el uso indiscriminado de agroquímicos. Existe un mal desarrollo de la vaina la cual ocurre producto de una polinización inadecuada en la cual existe poco número de óvulos fertilizados. Existen gran variedad de insectos, y especialmente las abejas, son los mejores agentes que actúan como polinizadores. (Lardiz, 2004)

a. La entomofauna asociada en relación a la polinización de leguminosas

Las leguminosas son visitadas principalmente por insectos del orden Himenoptera. La forma amariposada de su corola de color brillante, sus flores dispuestas en inflorescencias racimosas o capitulares están muy bien adaptadas para atraer a los insectos. El cáliz gamosépalo sostiene a los pétalos erectos en una posición que facilita la visita de los insectos. El estandarte cubre las partes de la flor y presenta "guías de néctar", además de funcionar como soporte de las abejas visitantes. Las alas actúan como palancas que deprimen la quilla de modo que sobresalgan estigma y polen que se adhiere a los visitantes. Estas partes de la flor recuperan su posición normal cuando el insecto abandona la flor. La quilla, además de proteger las partes de la flor, evita la visita de otros insectos como Lepidóptera y Díptera. (Lara, 2014)

La familia Apidae (Ápidos), como *Apis mellifera* y *Bombus terratriscis* son polinizadores de leguminosas. Cuando estas especies alcanzan una flor se agarran fuertemente con las uñas de sus tarsos en las alas de la flor, e insertan la cabeza y despliegan su glosa atravesando la quilla hasta alcanzar los filamentos estaminales alimentándose del néctar (Aguado *et al.*, 2015). Frotando los granos de polen contra las papilas del estigma. (Lara, 2014)

Los abejorros de la familia Apidae son polinizadores efectivos de la flor de la arveja se ha comprobado la eficiencia de *Bombus ruderatus* y *Bombus lococum* (Aguado *et al.*, 2015).

B. MECANISMOS DE POLINIZACIÓN

En el proceso de la polinización, el polen emitido desde el saco de las anteras llega a los estigmas receptivos donde germina para alcanzar la fertilización. El polen puede ser de la propia flor, o de otras, de la misma variedad o de otras variedades, resultando diferentes clases de polinización. (Mosquera, 2002)

1. Autogamia

Cuando el transporte de polen, y por ende, la fecundación, ocurre entre flores del mismo individuo, el proceso se denomina autogamia. Está muy difundida entre las malezas, las plantas pioneras y las especies insulares, que necesitan la fructificación de individuos aislados. En especies autógamias, las flores con frecuencia son inconspicuas, con piezas florales reducidas, menor cantidad de polen, sin fragancia y sin néctar. (Arbo, 2016)

a. Cleistogamia

Es un sistema reproductivo en el que flores cerradas (cleistógamas) aseguran la reproducción por autopolinización en ausencia de polinizadores. Esta estrategia podría ser favorecida en ambientes con limitación de recursos abióticos. (Carbone *et al.*, 2017)

La cleistogamia, proceso por el cual la polinización y fecundación ocurren antes que la flor se abra, es un mecanismo que conduce a la autogamia obligada. Las flores de las especies cleistógamas, en general, son pequeñas, pasan inadvertidas, presentan pedicelos cortos y en muchas ocasiones están asociadas a floración subterránea (*Arachis*, *Paspalum amphicarpum*). Además, es frecuente que presenten anteras más pequeñas o menor número de anteras que las especies chasmógamas relacionadas. Solo presentan una antera y la misma posee solamente un décimo del tamaño. (Jimenez, 2016)

2. Alogamia

Cuando el transporte de polen ocurre entre flores de individuos diferentes, tenemos polinización cruzada, y por ende, fecundación cruzada o alogamia. (Arbo, 2016)

Para promover la polinización cruzada varias especies de plantas desarrollaron adaptaciones morfológicas, como la separación espacial de los pistilos y estambres (hercogamia) y adaptaciones fisiológicas como la maduración diferencial de los órganos reproductivos (dicogamia). (García et al., 2016)

a. Autocompatibilidad

Son autoincompatibles, es decir que tienen barreras genéticas y fisiológicas que impiden la germinación del propio polen o el desarrollo del tubo polínico. (Arbo, 2016)

Durante la evolución de las angiospermas la autocompatibilidad ha surgido en varias ocasiones, en linajes totalmente diferentes. Más de 100 familias botánicas, entre las cuales se incluyen las Solanáceas, Poáceas, Asteráceas, Brasicáceas, Rosáceas y Fabáceas, presentan especies autoincompatibles. De hecho, se ha estimado que el 39% de las especies de angiospermas son Autoincompatibles. (STUDYLIB, 2019)

1) La autoincompatibilidad puede ser esporofítica o gametofítica:

La incompatibilidad esporofítica depende de la pared del grano de polen, que es de origen esporofítico. Para que el grano de polen pueda germinar, debe adherirse al estigma, lo que ocurre solamente cuando hay compatibilidad entre las proteínas de reconocimiento que se encuentran en la esporodermis, y los receptores que existen en el estigma. (Arbo, 2016)

La incompatibilidad gametofítica depende de la constitución genética del gametofito masculino, el polen puede germinar, pero el crecimiento del tubo polínico es detenido después de su penetración en el estilo. (Arbo, 2016)

1) Dicogamia

Los estambres y estigmas de una misma flor maduran en épocas distintas (protrandria, protógina) (Alcaraz, 2013).

Cuando el gineceo madura antes que el androceo las flores son proteroginas o protóginas (EcuRed, 2019).

Protandria es cuando el polen se libera antes que el estigma este receptivo (Universidad Cesar Vallejo, s.f.).

b. Separación espacial de las anteras y el estigma en los individuo

1) Dioecia

Los Sexos se encuentran en individuos separados. (Alcaraz, 2013)

Según La (Universidad Cesar Vallejo, s.f.) estos pueden ser:

- Especies Ginodioicas: existen individuos con flores femeninas e individuos con flores hermafroditas.
- Especies Androdioicas: existen individuos con flores masculinas e individuos con flores hermafroditas.
- Especies Trioicas: existen 3 tipos de individuos uno con flores femeninas, otro con flores masculinas y el tercer tipo presenta flores hermafroditas.

2) Monoecia o Diclinia

Las flores unisexuales, separación espacial en la planta. (Alcaraz, 2013)

Según La (Universidad Cesar Vallejo, s.f.) Estos pueden ser:

- Especies Ginonoicas: presentan individuos flores femeninas y hermafroditas en un mismo individuo.

- Especies Andromonoicas: presentan flores masculinas y hermafroditas en un mismo individuo.

c. Separación espacial de anteras y estigmas en la flor

1) Heterostilia

Los órganos sexuales en distintos niveles, polimorfismo estilar (longistilia, enantiostilia). (Alcaraz, 2013)

Longistilas (estilos largos y estambres cortos) y Enantiostilia. Es un fenómeno por el cual el pistilo, órgano sexual femenino, está desviado a la izquierda o a la derecha (Arbo, 2016)

2) Hercogamia

La autopolinización imposible por posición relativa de elementos sexuales en la flor. (Alcaraz, 2013)

En plantas con flores hermafroditas pueden producirse diferencias en la longitud de anteras y estigma de tal forma que la separación espacial, dentro de la misma flor, evita la autopolinización. Esta condición, conocida como hercogamia (Universidad Cesar Vallejo, s.f.).

- Distilicas: Plantas con flores hermafroditas que presentan dos tipos de flores, unas en las que el estilo está por encima de las anteras (longiestilo) y otras en las que el estilo está por debajo (breviestilo) (Universidad Cesar Vallejo, s.f.).
- Tristilicas: Plantas con flores hermafroditas que presentan tres tipos de flores, unas en las que el estilo está por encima de las anteras (longiestilo), otras en las que el estilo está por debajo (breviestilo) y en el tercer tipo el estilo y las anteras son de la misma longitud (mediestilo) (Universidad Cesar Vallejo, s.f.).

3. Dispersión de polen

a. Anemogamia

Cuando la dispersión del polen se realiza por el viento las flores no produce néctar ni perfumes, el polen es ligero mantiene su viabilidad por mucho tiempo y se produce en grandes cantidades. (Vanegas, 2009)

Las familias de plantas que requieren de viento para el transporte de polen son: gramíneas, betuláceas, pináceas, Fagáceas y salicáceas. (Aguado *et al.*, 2015)

Gramíneas, los estigmas son largos y plumoso aptos para la captura del polen. (Vanegas, 2009)

b. Hidrogamia

Si bien no es un mecanismo de reproducción muy difundido, la hidrofilia es utilizada por algunas especies que utilizan el agua para transportar su polen. En ciertos casos, las gotas de lluvia pueden salpicar y trasladar granos hacia el estigma de la propia especie. En otros, el polen de una flor puede flotar hasta llegar al órgano femenino, o trasladarse a través de corrientes de agua para encontrarse con los estigmas. (Polinizadores, 2019)

El polen de estas plantas es flexible y pegajoso (Aguado *et al.*, 2015).

c. Zoogamia

Se produce zoogamia cuando el transporte de polen se realiza por medio de organismos polinizadores, las plantas tuvieron que evolucionar en su morfología floral, primero recubrieron sus granos de polen con una cubierta pegajosa y aumentaron el tamaño de los mismos, de manera que estos se convirtieron en un alimento muy apreciado por los insectos, y para aumentar aun más esta atracción, los estilos de las flores femeninas comenzaron a segregar un líquido dulce o azúcar en forma de néctar. Los pétalos de las flores comenzaron a adoptar colores y formas de modo que pudieran llamar la atención a los polinizadores (Aguado *et al.*, 2015).

d. Recompensa floral

La cantidad y calidad de la recompensa ofertada por la planta a los visitantes puede tener enorme influencia en la actividad de estos potenciales polinizadores, las dos recompensas alimenticias florales más frecuentes para los polinizadores son el néctar y el polen. (Navarro & Ayensa, 2002). Las flores ofrecen a los visitantes polen y néctar incluso algunas especies también poseen aceites florales, perfumes e incluso resinas que pueden aprovechar los insectos especialmente abejas, a cambio de transportar el polen de unas flores a otras (Aguado *et al.*, 2015).

C. CULTIVO DE ARVEJA

1. Origen

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una planta leguminosa de la familia fabaceae, domesticada por el hombre desde tiempos muy antiguos, según hallazgos arqueológicos realizados en Tailandia, Irak y Suiza que datan entre 10.000 y 3.000 años antes de Cristo. (DANE, 2015)

A principios del siglo 20 con la tecnología del congelado, facilitó el aprovechamiento de arveja, haciéndola popular en diversas regiones del mundo, incluso Argentina. Actualmente la FAO, menciona que los principales productores de arveja son Canadá, Francia, China y Rusia (Prieto G. , 2012).

2. Clasificación taxonomía

La clasificación Taxonómica de la arveja se detalla en la siguiente tabla. (Tabla 1)

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la Arveja

Reino:	Vegetal
Tipo:	Fanerógama
División:	Magnolióphyta
Clase:	Angiosperma
Subclae:	Dicotiledónea
Orden:	Leguminosales
Familia:	Leguminosae
Subfamilia:	Papilionaceas
Tribu:	Viceas
Genero :	Pisum
Especie:	Sativum
Nombre común :	Arveja

Fuente: (Venegas, 2012)

3. Variedades

Hay arvejas de grano verde y amarillo, liso y rugoso, destinadas al consumo en fresco como grano seco remojado, o para forraje. Estas pueden clasificarse de acuerdo a la foliosidad, al color del grano, a la textura o en función del destino comercial del producto. (Bernardi, 2016)

Así tenemos variedades del tipo semiáfila, cuya característica principal es la de poseer zarcillos muy desarrollados que le dan una estructura de porte más erecto que las foliosas, las cuales son más decumbente. (Bernardi, 2016)

Según Bernardi, (2016). En las variedades de arveja hay que tener en cuenta las siguientes características:

- Precocidad: tempranos, medios y tardíos.
- Forma de la semilla en la madurez: lisos o arrugados.
- Color de la semilla en la madurez: verde, amarillo o blanco.
- Tamaño de la planta: bajo o enano cuando su altura es menor de 0,4 m.; semi-trepador entre 0,8-1 m.; trepador o enrame cuando es de 1,5-2 m.

En el Instituto Nacional de Semillas (INASE) hay 76 variedades inscritas como comerciales, la gran mayoría es de origen Estadounidense y en menor medida las de origen Francés, Holandés, Italianas y Argentinas, entre otros países. (Bernardi, 2016)

Variedades Importadas para el Ecuador

Las variedades más cultivadas a nivel comercial en el Ecuador (importadas) se describen a continuación: Bayard, Capuchino, Lincoln, Negret, Teléfono, Televisión, Tirabeque, Vertirroy, Voluntario. (Villacis, 2014)

a. Variedad Televisión

La variedad arveja Televisión, es de tipo semi-determinada, de 80 cm de altura, de flor color blanca. La vaina es de forma ligeramente arqueada, extremidad aguda, de 11 a 13 cm de longitud y 1,4 a 1,6 cm de ancho, a menudo vainas dobles, de 8 a 9 granos por vaina. El grano es rugoso, verde oscuro, de grueso calibre, de muy buena calidad gustativa (muy azucarado). Precocidad tardía. Presenta alta resistencia al virus del mosaico amarillo (BYMV). Presenta una producción bastante agrupada, de elevada productividad (Vilmorin, 2012) citado por (Lema, 2013).

4. Morfología de la planta

a. Raíz

El sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda. (Basantes, 2015)

b. Hoja

Las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Contienen estipulas de diferentes formas. (Basantes, 2015)

c. Tallo

El rendimiento depende de la ramificación, pudiendo ser de ramificación laxa (escasa), semi-compacta, compacta y muy compacta. (Basantes, 2015)

d. Flor

Son de variados colores: blancas y violáceas. El sitio donde aparece la primera flor, sirve como referencia, para determinar si la variedad es precoz o tardía. Las precoces, dan frutos en un ciclo corto en las primeras inflorescencias entre el octavo y décimo nudo del tallo, las semitardías entre el décimo y décimo tercer nudos, y las tardías, después del 13o nudo. La inflorescencia es racimosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas. (Basantes, 2015)

e. Fruto

Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y contienen de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según la variedad. Es resistente a enfermedades. El fruto por lo general es verde y puede ser liso (para conservas) o rugosas (consumo directo). Los guisantes verdes se consumen con o sin vaina. (Basantes, 2015)

5. Características morfológicas de la flor

La flor es perfecta, ya que en cada una se encuentran los órganos sexuales masculino y femenino; es además una flor completa, constituida por corola y cáliz. En un racimo se autógama o con capacidad de auto encuentra de 1 a 3 flores que nacen en las axilas de las hojas, la arveja es

considerada como una plata polinizarse, debido a que su estructura floral no permite una polinización cruzada. (Chamorro, 2013)

a. Cáliz

Éste es gamosépalo y tiene cinco sépalos ubicados dos detrás del estandarte, dos sosteniendo las alas y uno sosteniendo la quilla. La coloración es verde pálido. (Chamorro, 2013)

b. Corola

La corola según (Chamorro, 2013) es dialipétala y papilionada; su color puede ser blanco o violeta, posee cinco pétalos irregulares, como sigue:

- Estandarte: es un pétalo grande con una sutura en la punta y quillado en la parte de atrás de la base
- Dos alas: son más pequeñas que el estandarte y encierran los dos pétalos menores y fusionados, llamados quilla.
- Quilla: su base tiene la forma de un bote y la quilla envuelve los órganos sexuales (androceo y gineceo).

c. Androceo

Los estambres en número de diez, son diadelfos y están colocados en dos verticilos (9 + 1); los filamentos son más cortos que el estilo, hasta el comienzo de las anteras y van unidos por la mayor parte de su longitud para formar un tubo estaminal alrededor del ovario, las anteras se encuentran dobladas y levemente comprimidas con el estilo en el ápice de la quilla. (Chamorro, 2013)

d. Gineceo

El ovario es súpero, alargado, unilocular, verde y aplanado, con una sutura ventro- dorsal; encierra de 5- 12 óvulos, unidos al interior del tabique por funículos y su placentación es parietal. El estilo sale de la punta del ovario, levemente cilíndrico, doblado en un ángulo casi recto y recurvado hacia el ovario en la punta; en cuya parte interna hay un cepillo de pelos estilares y en su extremo un estigma piloso, viscoso, capitado y elíptico, el cual es receptivo al polen desde varios días antes de la antesis hasta un día después del marchitamiento de la flor. (Chamorro, 2013)

6. Polinización del cultivo

La polinización es fundamental para que las plantas en flor produzcan cualquier tipo de semilla y de frutas. El intercambio de polen entre las flores, tiene el objetivo de la reproducción, es un proceso fundamental para el mantenimiento de la vida sobre la tierra. La gente cultiva algunas semillas para su alimentación, como por ejemplo, las oleaginosas, nueces, leguminosas, tales como los frijoles y guisantes, y los granos básicos, como el arroz y el maíz. Otras cosechas producen frutas que se desarrollan con la semilla, por ejemplo los cítricos, el mango y el tomate. Se necesitan semillas para la producción de nuevas cosechas y para mejorar su misma calidad a partir de programas de selección de plantas. (FAO, 2005)

A. mellifera en otros países. Se estima que alrededor del 58% de las frutas y el 86% hortalizas y aromáticas podrían ser potencialmente polinizadas por *A. mellifera*. Esta proporción podría ser mayor si se tuvieran en cuenta otros tipos de cultivos como por ejemplo plantas medicinales, estimulantes, maderables, fibras, semillas, forrajes, y otras especies promisorias de las cuales se desconocen sus requerimientos de polinización. (Montoya *et al.*, 2016)

7. Etapas fenológicas del cultivo

Según (Jacome, 2015) al citar a (Arias, 2008) y (Puga, 1992) menciona que; la evolución fisiológica del cultivo de arveja va dependiendo de la variedad y el destino de las producciones, el ciclo biológico de la planta varía de 45 a 50 días en variedades precoces, y hasta 90 a 120 días en variedades de enrame o tardías; la evolución fisiológica se desarrolla en las siguientes fases:

a. Germinación.

La semilla en condiciones de humedad y temperatura apropiadas empieza a germinar al cuarto día de la siembra aparece el hipocótilo y la radícula empieza a crecer, el primero hacia la superficie del suelo y el otro sentido contrario, transcurrido de 10 a 15 días de la siembra empieza a emerger el hipocótilo llevando consigo en la parte apical los cotiledones de las semillas. (Jacome, 2015)

b. Formación de hojas verdaderas

Una vez que ha emergido la pequeña planta a la superficie del suelo, empieza a desarrollarse el primer par de hojas verdaderas a la vez que se desprenden los cotiledones o falsas hojas. (Jacome, 2015)

c. Desarrollo vegetativo

Se produce cuando el cultivo recibe normalmente los cuidados requeridos, como agua, nutrientes, protección fitosanitaria, aclareo y limpieza de malezas, tutores. En estas

condiciones el desarrollo vegetativo de la planta cumple más o menos con cierta rapidez según el tipo. (Jacome, 2015)

d. Floración

Se inicia a los 25 o 30 días de la siembra en variedades precoces, y más tardías de hasta 75 días en las variedades sembradas para consumo en grano fresco. (Jacome, 2015)

e. Fructificación

La formación y desarrollo de frutos se realiza de 10 a 12 días luego la aparición de la flor el tiempo varía de acuerdo a las variedades. (Jacome, 2015)

f. Maduración de frutos

En el caso de las variedades precoces para el consumo en fresco los frutos maduran de forma precoz, mientras que el consumo de grano en seco la duración fisiológica es tardía iniciando este proceso en las vainas interiores del cultivo. (Jacome, 2015)

8. Requerimientos edafoclimáticos

El cultivo de arveja requiere algunas condiciones edáficas y climáticas acordes para un buen desarrollo

a. Clima

1) Altitud

La arveja se cultiva en alturas sobre el nivel del mar que van desde los 1.800 a los 2.800 metros. (DANE, 2015)

En Ecuador el cultivo de arveja se lo cultiva desde los 2400 a 3200 m s.n.m. (zona central y norte) y 1700 3000 m s.n.m. (zona sur). (Peralta *et al.*, 1998)

2) Temperatura

Es un cultivo de clima templado y algo húmedo, se congela con temperaturas por debajo de 3 ó 4 °C bajo cero, La planta de arveja detiene su crecimiento cuando las temperaturas empiezan a

ser menores de 5 ó 7 °C. 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 vegeta bastante mal. (Infoagro, 2019)

Las flores, las vainas y los granos tiernos son fuertemente afectados cuando se presentan heladas a temperaturas de -1 a -2 °C. (DANE, 2015)

Es muy sensible a las bajas temperaturas en la etapa de germinación, por lo que no es recomendable sembrar en épocas de lluvia y excesivo frío. Una vez emergida la planta, tolera el frío, aún con temperaturas de 0°C. No tolera las fuertes heladas. La etapa posterior a la floración (formación del grano) es muy sensible a altas temperaturas (34 °C) y heladas, que provocan abortos de semillas y caída de frutos, especialmente en condiciones de escasa humedad. (Basantes , 2015)

Las temperaturas elevadas (más de 35°C) provocan una aceleración en los procesos de envejecimiento y vegeta bastante mal. (CIPCA 2000; Villacis, 2014)

3) Humedad relativa

La arveja requiere de una humedad relativa media de 60 a 80% y el requerimiento hídrico es de 500 – 700 mm/año. (CIPCA 2000; Villacis, 2014)

4) Precipitación

Requiere 400 a 600 mm durante el ciclo, es un cultivo de secano de preferencia. (Basantes , 2015)

Durante la formación y llenado de vainas, tiene su fase crítica por falta de agua, requiere un 60% de la capacidad de campo desde la emergencia hasta prefloración y un 90% en la floración. (Goites, 2008)

b. Suelo

Deben ser de texturas medias, franco limosas (FL) a franco-arcillo-arenosas (FarA), con profundidad efectiva de 45 a 60 centímetros, bien drenados, ricos en materia orgánica, pH o acidez de 5,5 a 6,5 y buena fertilidad natural o disponibilidad de nutrientes. (DANE, 2015)

El suelo debe ser de textura Franca, La pedregrosidad no debe ser mayor al 15% , la pendiente debe ser 2-6% , la conductividad no debe ser mayor a 2dS/m; pH o salinidad óptimo para el cultivo se encuentra 5,8-7,5 pudiendo soportar un pH máximo de 8,8 y un mínimo de 4,9. (CIREN, 2017)

c. Formación ecológica

Estepa espinosa (ee), bosque seco montano bajo (bs-MB) (CIPCA 2000; Villacis, 2014).

9. Manejo del cultivo

a. Siembra

- Época: Abril a julio de acuerdo con la zona.
- Cantidad: 120 a 180 kg por ha (enanás) y 120 a 140 kg por ha (decumbentes).
- Sistema: Monocultivo (golpes o chorro continuo).
- Distancia entre surcos: 60 cm (enanás) y 80 cm (decumbentes).
- Distancia entre sitios: 25 a 30 cm.
- Semillas por sitio: 5 a 8 por golpe.
- Semillas por metro lineal: 22 a 34 (chorro continuo).
- Hileras por surco: 1

(INIAP, 2014)

b. Fertilización

De acuerdo al análisis de suelo. Una recomendación general de fertilización consiste en la aplicación de 200 kg/ha de 11-52-00 (22-104-00 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O; respectivamente) o 18-46-00 (36-92-00 kg/ha de N - P₂O₅ - K₂O), a la siembra. (INIAP, 2014)

c. Riegos:

El cultivo de arveja es de temporal o seco. No resiste el exceso de precipitación. En áreas con disponibilidad de riego, el volumen de entrada del agua no debe ser abundante y debe distribuirse simultáneamente en varios surcos; su avance a lo largo del surco debe ser moderado. Los surcos deben tratarse siguiendo curvas de nivel y la pendiente debe estar entre 1 y 2 % para evitar arrastre del suelo. El número y frecuencia de riegos varía con el tipo de suelo, la variedad, las condiciones climáticas y en ausencia de lluvia puede ser necesario de 5 a 6 riegos por ciclo, es decir un riego cada 15 días aproximadamente, con énfasis en floración y llenado de vainas. (INIAP, 2014)

1) Requerimiento de agua

Según Narváez, (2015). Los requerimientos en cada uno de los estadios de crecimiento, calculados en base a la ETP de Penman son los siguientes:

- $ETM = 0,5$ ETP desde germinación hasta 5 hojas.
- $ETM = 0,7$ ETP desde 5 a 7 hojas.
- $ETM = 0,9$ ETP desde 7 a 9 hojas.
- $ETM = ETP$ desde 9 hojas a principios de floración. ET
- $ETM = 1,2$ ETP desde principios de floración a madurez fisiológica.

2) Períodos de sensibilidad a stress hídricos

Según Narváez, (2015). La arveja es sensible a stress hídrico desde las 8 – 9 hojas a madurez fisiológica pero la mayor sensibilidad es desde inicio de floración hasta el final del estadio límite de aborto (FSLA).

- Stress durante la floración: Disminuye la duración de la floración, el número de “camadas” de floración, el número de vainas y el número de granos por m².
- Stress en post-floración: Provoca aborto de vainas y de granos y perjudica la calidad de los mismos.
- Stress en pre-floración: Es probable que el cultivo tolere cierta deficiencia de agua en este estadio pero es difícil de cuantifica

d. Control de malezas

1) Manual-máquina

Una deshierba y un aporque manual, con yunta o tractor, entre los 45 y 60 días, elimina la competencia con malezas, contribuye a la aireación del suelo y evita el volcamiento de las plantas. (INIAP, 2014)

2) Químico

En preemergencia, Metribuzina 35 PM en dosis de 600 g/hectárea, sobre suelo húmedo. También, 2.5 litros de Alaclor más un kilogramo de Linuron/hectárea. (INIAP, 2014)

e. Control fitosanitario

Tabla 2. Principales plagas del cultivo de arveja y su Control

Plaga	Daño	Control
Áfidos o Pulgones (<i>Macrosiphum pisi</i>)	Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento, las hojas se arrollan y si el ataque es muy severo puede secar la planta. (infoagro, 2019)	Cipermetrina
Barrenadores de los tallos (<i>Melanogromyza sp</i>)	Las Larvas perforan el tallo, lo que debilitan planta y las plantas pequeñas puede llegar a morir. (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2000)	Clorpirifos, Lambdacialotrina
Mosca Minadora (<i>Lyriomiza sp</i>)	Las larvas producen minas continuas en las hojas, las cuales son lineales e irregulares, de color blanquizo o verdoso, con líneas conspicuas negras parecidas a hilos de excremento en los lados alternos de lamina, también puede provocar marchitamiento o la caída prematura de las hojas. (Reyes C. , 2015)	Control debe incluir insecticidas: Adulticidas + Larvicidas Adulticidas: Cipermetrina, triclofon, alfacipermetrina, ciflutrina Larvicidas: Abamectina, Cartap, clorpirifos, dimetoato . (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2000)
Trips <i>Frankliniella occidentalis</i>	Se alimentan de la savia en el envés de las hojas, dejando manchas blanquecinas en las hojas, de un típico aspecto plateado-plomizo y rodeadas de motitas negras de sus excrementos. También pican en flores y frutos. Las flores pueden ser atacadas y, a veces, no llegan a abrirse por completo o bien toman un aspecto encrespado. Otros síntomas: deformación de hojas, flores y frutos, punteados decolorados y caída prematura de hojas, pétalos y frutitos. (Zapata, 2000)	Rocíe apenas aparezcan los síntomas con productos que contengan alguna de las siguientes materias activas: Clorpirifos, Metiocarb, Malation, Metilpirimifos, Dimetoato. (Zapata, 2000)

Gusanos Trazadores cortadores (<i>Agrotis sp</i>) (<i>Spodoptera sp</i>)	y	Son lepidópteros de la familia Noctuidae que cortan los tallos a nivel de suelo provocándoles la muerte. Generalmente la larva después de cortar una planta la abandona, haciendo por esto mucho más destructivo su ataque. A nivel de cultivo se podrán apreciar plántulas caídas. Durante el día las larvas permanecen enterradas en las proximidades de la planta atacada (INTA, 2010)	Clorpirifos,thiodicarb, alfacipermetrina, cipermetrina, profenofos
Perforador de la vaina <i>Heliothis virescens</i>		<i>Heliothis virescens</i> reconocida porque sus daños afectan la cantidad y calidad de vainas y granos; sobre todo cuando estos se encuentran en formación, provocando reducción de los rendimientos de hasta el 30% . (Perez & SurisI, 2012)	Lufenuron
Barrenador de la Vaina <i>Epinotia aporema</i>		Inicia sus ataques en las etapas vegetativas del cultivo, y es más severa en etapas de prefloración y floración. Posteriormente ataca las vainas recién formadas actuando como perforador. (FAO, 2016)	Alfacipermetrina+ clorpirifos

Elaboración: García (2019)

Tabla 3. Control para las principales Enfermedades del cultivo de arveja

Enfermedad	Síntoma	Control
Marchitez <i>Fusarium oxysporum</i>	Las plantas de arveja atacadas por el hongo y que logran emerger, inicialmente muestran lesiones necróticas de color café claro con bordes rojizos; cuando la lesión es severa, se observa en el interior del tallo masas miceliales de color amarillo-rosado o café; las plantas presentan amarillamiento de las hojas inferiores, se marchitan y finalmente mueren (Villalobos & Castaño, 2012).	Phyrimethanil, difenconazol,thiabendazol, propanocarp,
Antracnosis <i>Colletotrichum pisi</i>	Presenta manchas bien definidas, de color pardo oscuro sobre tallos, hojas cotiledonales, hojas trifoliadas, vainas y semillas, en estados avanzados. Estas manchas se pueden convertir en lesiones cóncavas delimitadas por un borde de color rojizo y en cuyo interior pueden aparecer unas masas gelatinosas de color rojizo o salmón, correspondientes a masas de conidias (estructuras reproductivas). Con el tiempo, estas lesiones se cubren de un moho de color gris y aspecto aterciopelado característico. (Ferreira et al., 2.008) citado por (Moya, 2012)	Thiabendazol, azoxystrobin, carbendazin, clorothalonil

Oídio <i>Erysiphe polygoni</i>	Aparición de polvo color blanco en la superficie de las hojas, tallos, flores y vainas. Inicialmente aparecen manchas blancas en la superficie de las hojas, luego estas manchas se juntan formando áreas más grandes cubiertas de polvo color blanco o cenizo (Escobal, 2015).	azoxystrobin+difenoconazol), triadimenol, penconazol,ciproconazol
Mancha Ashcoquita <i>Ascochyta pisi</i>	La mayor incidencia de este patógeno se presenta en el tercio inferior de la planta, pero en ocasiones puede llegar a afectar severamente el tercio medio de la misma. En los tallos, las lesiones son de forma alargada, de color castaño claro con el centro grisáceo y puntuaciones oscuras donde se encuentran las formas de reproducción del hongo. Generalmente, las lesiones se localizan sobre los nudos de los tallos. En las vainas, las manchas son redondeadas, de color café oscuro, deprimido y con un borde más oscuro, algo sobresaliente. (Invensa, 2019)	Azoxystrobin + Flutriafol ; Carbendazim; difenoconazol,
Damping off <i>Phytium spp</i>	Los síntomas de esta enfermedad se dividen en dos clases: los que aparecen antes de que las semillas germinen, y los que aparecen después (post-emergencia). Durante la primera, las semillas pueden simplemente no germinar y comenzar a pudrirse, o bien comenzar a germinar (emitir raíz) y que ésta se pudra antes de que los cotiledones emerjan. (Seminis, 2017)	Difenoconazol+ci proconazol, Captam +carboxim
<i>Rizoctonia solani</i>	Los síntomas post-emergencia se caracterizan por plántulas caídas, cotiledones con necrosis, raíces necróticas, afectadas o inexistentes, lesiones en la base del tallo, y crecimiento afectado. (Seminis, 2017)	
Tizón <i>Mycosphaerella pinoide</i>	Produce manchas pardo rojizas y también afecta cuello y raíz. Es una de las enfermedades de mayores pérdidas en cuanto a la productividad del cultivo, especialmente en años lluviosos (Prieto G. , 2012)	Difenoconazol

Elaboración: García (2019)

f. *Cosecha*

1) 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)

2) 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)

10. Rendimientos

La arveja variedad Televisión puede producir: 21 vainas por planta, longitud del vaina 9,7 cm y producción de 5 granos planta, con una producción de 111.6 g/planta Rendimiento promedio en vaina verde es 6431,1 kg/ha y grano seco 1189,8 kg/ha. (Muñoz, 2013)

Rendimiento en vaina verde 11.898 kg/ha y una longitud de la vaina de 11cm. (Tay *et al*, 2015)

VI. MATERIALES Y METODOS

A. CARACTERIZACION DEL LUGAR

1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de Horticultura de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, ubicado en la parroquia Licán, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

3. Ubicación geográfica

- Latitud: 9816872 UTM
- Longitud: 758188 UTM
- Altitud: 2821 msnm

4. Características climatológicas

- Temperatura media anual: 13,4°C
- Humedad relativa: 59%
- Precipitación media anual: 450 mm

5. Clasificación ecológica

Según (Holdrige, 1992), la zona de vida corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (eeMB).

B. MATERIALES

1. Material experimental

En la presente investigación se utilizó una colmena de abejas para evaluar el rendimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) var. Televisión.

2. Materiales de campo

Tractor, Cinta métrica, Estacas, Azadón, Rastrillo, Piola, Malla entomológica, Malla antiafidos, guías de identificación, Platos trampas de color amarillo, Tubería de plástico.

3. Materiales de oficina

Libreta de apuntes, Hoja de papel bon, Lápiz, borrador

4. Insumos

Fertilizantes edáficos y foliares

5. Equipos

Balanza analítica, Cámara , Computadora, Calculadora, Flash Memori, Impresora , Calibrador, Esteroscopio.

C. MÉTODOS

1. Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones. En total 9 unidades experimentales.

2. Factores en estudio

En la presente investigación se estudió la acción de las abejas (*Apis mellifera* L.) en el rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L) var. Televisión y el rendimiento se expresó en kg/ha.

3. Tratamientos en estudio

Tabla 4. Tratamientos en estudio y agentes polinizadores

Tratamientos	Descripción
T1	El Cultivo de Arveja dentro del túnel cubierto con malla entomológica en el cual se colocaron las abejas (<i>Apis mellifera</i> L) para la polinización
T2	Cultivo de Arveja dentro del túnel cubierto con malla anti áfidos en el cual no se permitirá el ingreso de ningún insecto
T3	Testigo, cultivo a campo abierto

Elaboración: García, (2019)

4. Especificaciones del campo experimental

a. Especificación de la parcela experimental

Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	9

b. Datos Parcela

Forma	Rectangular
Longitud	7.5 m
Ancho	3.0 m
Área de cada parcela	22.5 m ²
Número de surcos por tratamiento	4.0

b. Densidad de siembra

Entre hileras	0.60m
Entre planta	0.35m
Número total de plantas a evaluarse	90
Número de plantas evaluadas por parcela	10
Área total del ensayo	476.0 m ²
Área neta del ensayo	202.5 m ²

5. Esquema del análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza para cada tratamiento se presenta en la (Tabla 5).

Tabla 5. Esquema de análisis de variancia (ADEVA o ANAVA)

Fuente de variación	Fórmula	gl
Repeticiones	$(r-1)$	2
Tratamientos	$(t-1)$	2
Error	$(r-1)(t-1)$	4
Total	$((r \times t)-1)$	8

Elaboración: García, (2019).

6. Análisis funcional

- a. Se determinó el Coeficiente de variación para cada una de las variables y se expresó en porcentaje.
- b. Se realizó la prueba de TUKEY al 5% cuando existió diferencias significativas entre tratamientos.
- c. Se utilizó la relación beneficio costo para el análisis económico de los tratamientos.

D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS

De la parcela bruta se estableció la parcela neta, donde se eligió 10 plantas marcadas al azar para su seguimiento. Se introdujo una colmena de abejas y se registró los datos a evaluar cuando el cultivo de Arveja presentó el 10% de floración a los 58 días después de la siembra.

1. **Número de individuos de abejas (*Apis mellifera L.*)**

Se colocó una colmena de (*Apis mellifera L.*) en el tratamiento T1 (cultivo de Arveja dentro del túnel cubierto con malla entomológica en el cual se introdujo las abejas para la polinización). En el tratamiento T2 (Cultivo de Arveja dentro del túnel cubierto con malla anti áfidos sin presencia de insectos), y el tratamiento T3 (testigo, cultivo a campo abierto).

2. Población presente de la entomofauna asociada en el cultivo de Arveja

Se registró la presencia de las familias de la entomofauna asociada a partir de que el cultivo de Arveja presentó el 10% de floración alcanzado a los 58 días después de la siembra. Para esto se utilizó la técnica de los platos trampa de color amarillo, las mismas que se colocaron dentro de cada unidad experimental, los cuales contenían en su interior una solución jabonosa para atraer a los insectos en el cultivo de Arveja, después se procedió a la recolección de los insectos de los platos trampa dos veces por semana (tres veces/día) a las 9H00; 12H00 y 15H00 durante un mes. Para su conservación se colocó alcohol al 70% en frascos debidamente etiquetadas, las muestra recolectadas se llevaron al laboratorio de entomología de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Recursos Naturales donde se identificaron y clasificaron por familia con la ayuda de un microscopio estereoscopio, y claves dicotómicas.

3. Número de días transcurridos a la aparición de los frutos desde la polinización

Se contabilizaron y se registraron el número de días transcurridos desde la polinización a la aparición de vainas de las 10 plantas marcadas al azar de cada parcela neta.

4. Porcentaje de flores fecundadas (%)

Cuando las plantas presentaron el 10 % de floración a los 58 días después de la siembra , se inició el conteo de flores fecundadas hasta alcanzar su máxima floración que fue a los 107 días y se lo expreso en porcentaje, aplicando la siguiente formula de Martínez (2003).

$$\% \text{ de flores fecundadas} = (\text{Número de flores fecundadas} / \text{Número de flores totales}) \times 100$$

5. Porcentaje de flores no fecundadas (%)

El porcentaje de flores no fecundadas se registraron visualmente cuando las plantas alcanzaron el 10 % de floración esto sucedió a los 58 días después de la siembra, se inició el conteo de las 10 plantas marcadas para su seguimiento el número de flores fecundadas hasta alcanzar su máxima floración a los 107 días y se expresó en porcentaje aplicando la siguiente formula:

$$\% \text{ de flores no fecundadas} = (\text{Número de flores no fecundadas} / \text{Número de flores totales}) \times 100$$

6. Número de vainas por planta

Se registró el número de vainas de las 10 plantas seleccionadas al azar, de cada parcela neta a partir de su madurez fisiológica que fue a los 110 días hasta los 128 días después de la siembra.

7. Número de granos por Vaina

Se contabilizó el número de granos por vaina de las 10 plantas marcadas al azar de cada parcela neta a partir de su madurez fisiológica y en cada cosecha que fue a los 110 días hasta los 128 días después de la siembra.

8. Peso de granos por planta

Se pesó los granos de las 10 plantas marcadas al azar de cada parcela neta después de cada cosecha y se expresará en g.

9. Rendimiento en kg/ha de cada tratamiento

El rendimiento se lo determinó de las 10 plantas marcadas al azar en cada cosecha y se expresó en kg/parcela neta y luego se proyectó a kg/ha

10. Beneficio/costo

Se realizó el análisis económico de los tratamientos utilizando la relación beneficio costo. Para lo cual se utilizó los costos totales y los ingresos totales.

E. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Labores pre-culturales

a. Preparación del suelo

Se realizó un pase de arado y uno de rastra; la nivelación, surcado y la remoción de malezas se lo realizó manualmente con la finalidad que el terreno se encuentre en las mejores condiciones para el establecimiento del ensayo.

b. Distribución de parcelas

Se procedió a delimitar la parcela experimental del ensayo con sus 9 unidades experimentales, y se estableció los 3 tratamientos con 3 repeticiones.

c. Formación de los surcos

Se realizó manualmente a una distancia 0.60 m entre surcos

d. Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo a la guía de fertilización del (Iniap, 2010), utilizando el fertilizante 18-46-0; 00-00-60 y se fraccionó durante todo ciclo del cultivo, la fertilización complementaria se realizó en base a los requerimientos del cultivo

2. Labores culturales**a. Siembra**

Se realizó el primer riego antes de la siembra, y se procedió a sembrar a una distancia de 0.35 m entre plantas y 0.60 m entre surcos, colocando 3 semillas por sitio.

b. Control de malezas

Se realizó manualmente durante todo el ciclo de cultivo.

c. Colocación de los túneles

Para los tratamientos T1 y T2 se colocaran túneles antes de la floración del cultivo 45 días después de la siembra.

d. Riegos

El riego se realizó por gravedad según la necesidad del cultivo. Durante las 3 primeras semanas se proporcionó 2 riegos por semana, partir de la cuarta semana se dio cada 15 días hasta antes de la cosecha.

e. Control fitosanitario

Se realizará la aplicación de plaguicidas de categoría III y IV para el control de las siguientes plagas y enfermedades:

Tabla. Plaguicidas utilizados para el control de las plagas y enfermedades del ensayo.

	Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis
Fusarium	Propanocarp	Previcur N	2.5 cc/l
Oidium	Penconazol	Topas	0.5 cc/l
Trozador	Clorpirifos +cipermetrina	Cantana	1.0 cc/l

Elaboración: García (2019)

f. Cosecha

La cosecha se realizó a partir de los 109 días después de la siembra, siempre y cuando las vainas alcanzaron la madurez fisiológica y su recolección se lo realizó a primeras horas de la mañana.

g. Registro de datos

Se procedió a registrar los datos según los indicadores a evaluar, desde que el cultivo alcance el 10 % de floración hasta la cosecha.

VII. RESULTADOS

A. ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE ARVEJA

En el cuadro 1. Se muestra la clasificación taxonómica de la entomofauna asociada en el cultivo de Arveja (*Pisum Sativum* L), capturados en la zona de estudio

Cuadro 1. La entomofauna asociada en el cultivo de Arveja

Orden	Suborden	Familia	Genero	Especie
Coleóptera	Polyphaga	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i>	<i>Convergens</i>
	Polyphaga	Elateridae	-	-
	Polyphaga	Chrysomelidae	-	-
	Polyphaga	Curculionidae	-	-
	Polyphaga	Carabiadae	-	-
	Polyphaga	Staphylinidae	-	-
Himenóptera	Apocrita	Apidae	<i>Apis</i>	<i>Mellifera</i>
	Apocrita	Pompilidae	-	-
	Apocrita	Sphecidae	-	-
	Apocrita	Ichneumonidae	-	-
	Apocrita	Braconidae	-	-
	Apocrita	Formicidae	-	-
	Apocrita	Vespidae	-	-
	Apocrita	Scoliidae	-	-
Díptera	Cyclorrhapha	Syrphidae	-	-
	Cyclorrhapha	Muscidae.	-	-
	Cyclorrhapha	Tephritidae	-	-
	Cyclorrhapha	Tachinidae	-	-
	Cyclorrhapha	Otitidae	-	-
Lepidóptera	Frenatae	Pyralidae	-	-
	Frenatae	zygaenidae	-	-
	Glossata	Nymphalidae	-	-
Thysanoptera	Terebrantia	Thripidae.	-	-
Hemíptera	Homoptera	Aphididae	-	-
	Homoptera	Cicadidae	-	-

Fuente: (Espinoza , A ., Garcia , J. 2019) Laboratorio de entomología de la Espoch.

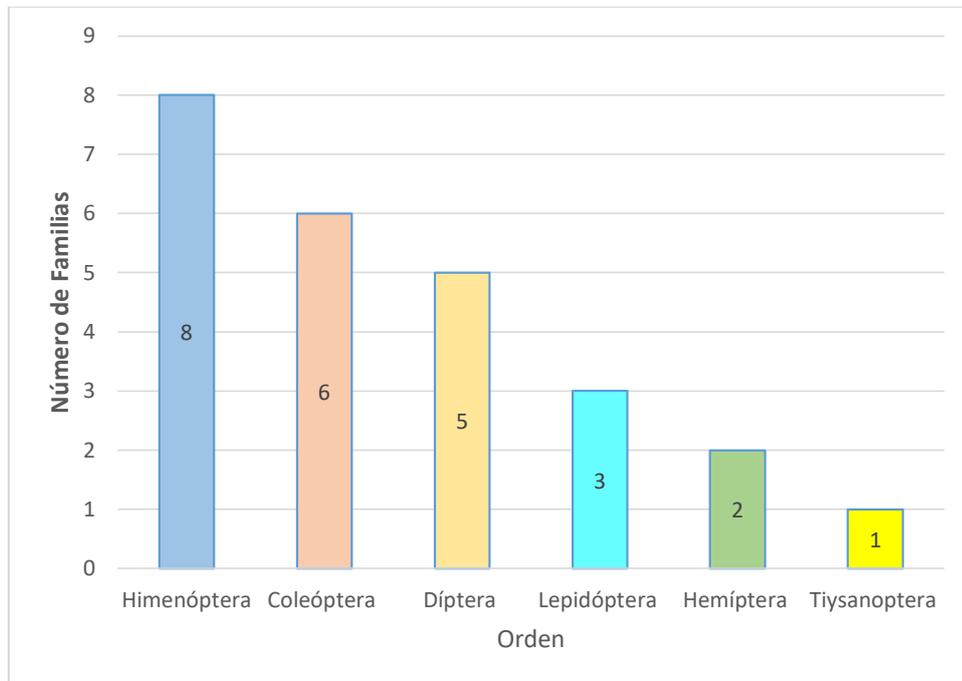


Gráfico 1. Entomofauna del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L).

En el gráfico 1 se observa los diferentes órdenes y número de familias de insectos capturados en el cultivo de arveja. Se capturaron 27 familias de insectos distribuidos en 6 ordenes : En el orden himenóptera se encontraron 8 familias (Apidae, Pompilidae, Sphecidae, Ichneumonidae, Branconidae, Formicidae, Vespidae, Scoliidae); Orden Coleóptera 6 familias (Coccinellidae, Elateridae, Chrysomelidae, Curculionidae, Carabiadae, Staphylinidae); Orden Díptera 5 familias (Syrphidae, Muscidae, Tephritidae, Tachinidae, Otitidae), Orden Lepidóptera 3 familias (Pyralidae, Zygaenidae, Nymphalidae), Hemiptera 2 familias (Aphididae, Cicadidae) y Thysanoptera (Thripidae).

Entre los insectos polinizadores encontrados en el cultivo de arveja se encuentran insectos de la familia (Chrysomelidae , Syrphidae ,Muscidae,,Tachinidae Nymphalidae, Zygaenidae, Apoidea, Sphecidae, Scoliidae). Lo que concuerda. (Viejo & Ormosa, 1997) . Quien manifiesta que los insectos polinizadores que aparecen en las flores de leguminosas se encuentran varias familias de coleópteros (Chrysomelidae), dipteros (Syrphidae ,Muscidae,,Tachinidae), de lepidópteros (numerosas familias, como , Nymphalidae, Zygaenidae) y de himenópteros que abarca la mayoría de insectos antofilos especialmente el suborden apocrita al grupo de los aculeados .

También se concuerda con lo mencionado por (Syngenta, 2016) los principales órdenes de insectos polinizadores son: Himenóptera (abejas, avispas,) Lepidóptera (mariposas diurnas y algunas nocturnas), Díptera (moscas) y Coleóptera (escarabajos). Todos ellos han evolucionado junto a las flores y están provistos de órganos para alimentarse del polen y n/o néctar, a la vez que presentan cetas o estructuras más complejas en sus patas para poder transportar el polen y contribuir de manera efectiva en la polinización.

B. NÚMERO DE DÍAS TRASCURRIDOS DESDE LA POLINIZACIÓN A LA FORMACIÓN DE VAINA

El análisis de varianza para número de días transcurridos desde la polinización a la formación de vainas Cuadro 2. Se observa que existe diferencias significativas entre tratamientos. Con un coeficiente de variación de 4.97%.

Cuadro 2. Análisis de varianza para el número de días transcurridos desde la polinización a la formación de vainas

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,00082	2	0,0004	0,04	0,9607	Ns
TRATAMIENTOS	0,30	2	0,15	14,61	0,0145	*
Error	0,04	4	0,01			
Total	0,34	8				
C.V.=4,97%						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En la prueba de Tukey al 5% para número de días transcurridos desde la polinización a la formación de vainas (Gráfico 2). Presenta dos rangos, en el rango "A" se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 1.18 días y en el rango "B" el T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 2.26

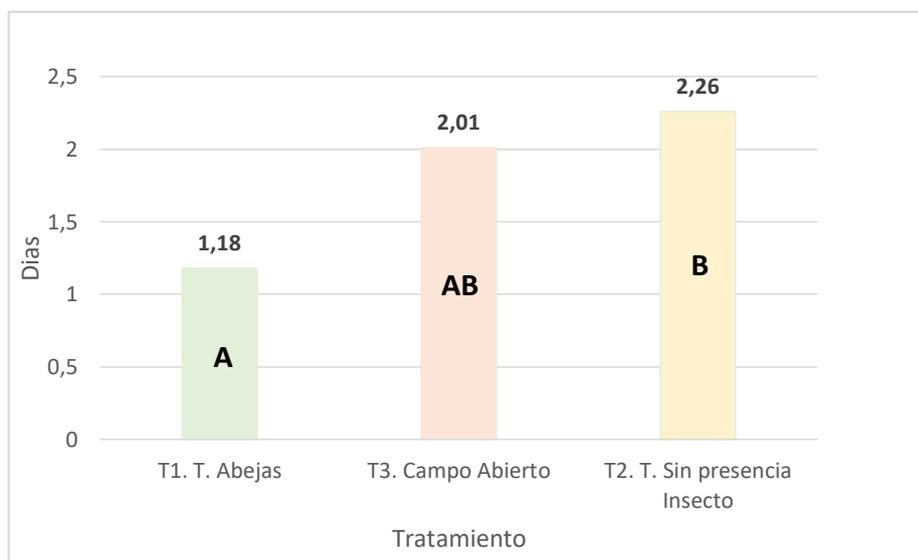


Gráfico 2. Número de días transcurridos desde la polinización a formación de vaina

El menor número de días transcurridos a la aparición de las vainas desde la polinización, presentó el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 1.18 días. El menor número de días a la formación de la vaina en este tratamiento pudo deberse a que la temperatura dentro del túnel con abejas fue 23 °C y la humedad relativa 60 % ayudo a la polinización. Lo que concuerda con (Valega, 2019) quien manifiesta que las condiciones climáticas favorecen la germinación de los granos de polen provocando el vuelo y pecoreo de la abeja, la polinización más eficiente se realiza alrededor de un radio de 50 metros.

Coincidiendo también Robacker *et al.*, (1983), quién señala que cuando la temperatura del aire se encuentra entre 20 a 24° C, y hasta un máximos 28° C, las características de la flor como secreción del néctar y aroma son las adecuadas para atraer a los agentes polinizadores, en cambio cuando la temperatura sube a 32° C, disminuye estas propiedades.

Mientras que en tratamiento T2 (Malla antiafidos sin presencia de Insectos) fue el que se demoró más días en el apareamiento de la vaina con 2.26 días. Esto puede deberse a que por encontrarse en un ambiente hermético no permitió la presencia de agentes polinizadores.

Las flores que no han sido visitadas, permanecen frescas de 5 a 10 días, luego se marchitan y se desprenden sus partes florales. Las flores estalladas y fecundadas por los insectos se marchitan en pocas horas, y luego de 48 horas comienzan a desarrollarse las vainas con semillas en su interior. (Boerger, 1973)

C. PORCENTAJE DE FLORES FECUNDADAS

El análisis de varianza para el porcentaje de flores fecundadas Cuadro 3. Se observa que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un coeficiente de variación de 3.49%.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el porcentaje de flores fecundadas

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,43	2	0,21	0,03	0,9691	Ns
TRATAMIENTOS	1394,26	2	697,13	103,42	0,0004	**
Error	26,96	4	6,74			
Total	1421,65	8				
C.V.=3,49%						

Elaboración: García (2019)

P > 0,01 y > 0,05 = ns

P > 0,01 y < 0,05 = *

P < 0,01 y < 0,05 = **

En la prueba de Tukey al 5% para porcentaje de flores fecundadas (Gráfico 3). Presenta tres rangos, en el rango “A” se encuentra el tratamiento T1(túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 87.92% y en el rango “C” el T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 57.84 %

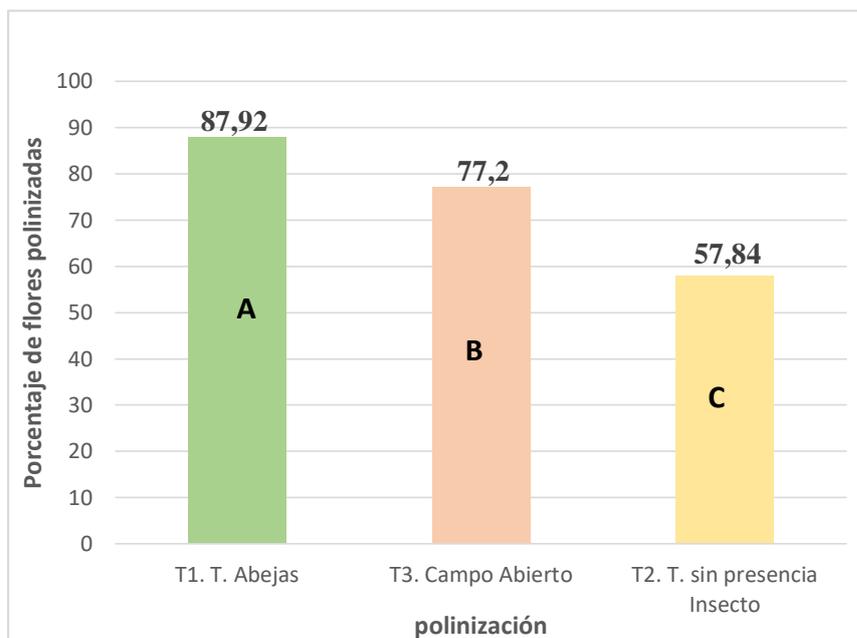


Gráfico 3. Porcentaje de flores polinizadas

El alto porcentaje 87,92% de flores fecundadas en el T1 (túnel con malla entomológica más abejas), puede deberse a la presencia de estos insectos polinizadores, los mismos que al recoger el polen o néctar realizan la polinización. (Boerger, 1973), manifiesta que las abejas al posarse sobre la quilla para introducir la trompa en la corola ejercen presión sobre esta, ocasionando la liberación de la columna estaminal formada por los estambres y el estigma, que queda apoyada contra el estandarte. Durante la liberación de la columna estaminal, el polen queda adherido al cuerpo del insecto lo que permite polinización cruzada cuando el insecto visita otras flores.

En el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) se obtuvo el menor porcentaje de floración a pesar que la arveja tiene polinización autogama con una media de 57.84%, la razón por la que se obtuvo menor porcentaje de polinización puede deberse a que en este túnel no hubo presencia de ningún insecto, corroborando con lo mencionado por (Sevilla, 2004), quien manifiesta que la arveja tiene polinización cruzada.

Se incrementó un 30.08% en el porcentaje de polinización, en el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el tratamiento T2 (túnel sin presencia de insectos), evidenciándose de esta manera que la arveja tienen un bajo porcentaje de polinización cruzada, coincidiendo con lo mencionado (Aguado *et al.*,2015), quienes mencionan que (*Pisum sativum* L.), puede llegar a alcanzar un valor de 30% de polinización cruzada.

D. PORCENTAJE DE FLORES NO FECUNDADAS

El Análisis de varianza para el porcentaje de flores no fecundadas Cuadro 4. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 10.11%.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para el porcentaje de flores no fecundadas

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,43	2	0,21	0,03	0,9691	Ns
TRATAMIENTOS	1394,26	2	697,13	103,42	0,0004	**
Error	26,96	4	6,74			
Total	1421,65	8				
C.V.=10.1 1%						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En prueba de Tukey al 5% para porcentaje de flores no fecundadas (Gráfico 4). Presenta tres rangos, el rango "A" con el menor porcentaje de flores no fecundadas, se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 12.08% y en el rango "C" con el mayor porcentaje de flores no fecundadas tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media 42.16 %.

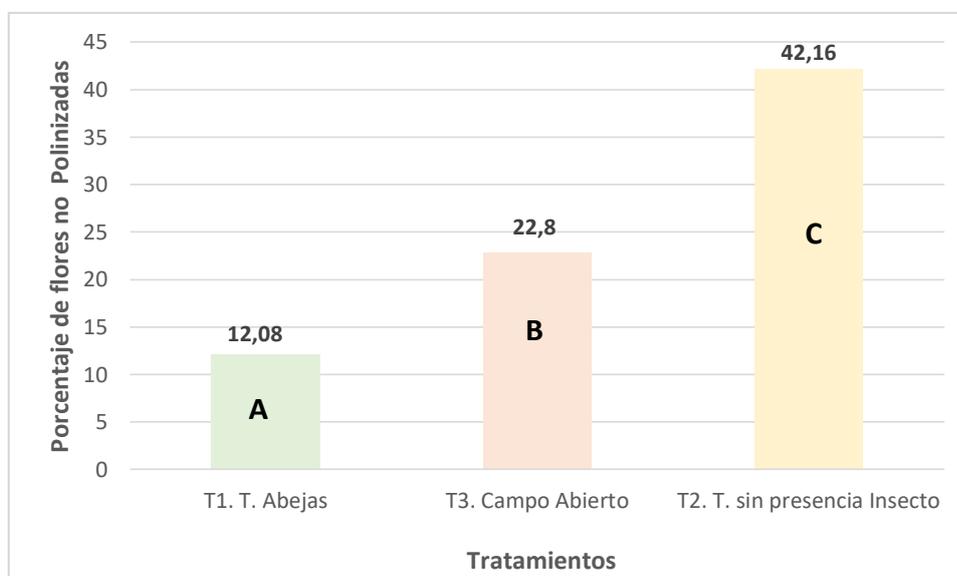


Gráfico 4. Porcentaje de flores no polinizadas

El Tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas), demostró menor porcentaje de flores no polinizadas con una media de 12.87%, la razón por la cual en el tratamiento T1 existió menor porcentaje de flores no polinizadas, probablemente se deba a que las abejas son organismos más eficientes en la polinización. Lo que concuerda con (Miquel, 2019), quien manifiesta que la abeja melífera (*Apis mellífera L*) es mucho más eficaz en la polinización.

Coincidiendo también (Arena & Sgolastra, 2014), quienes mencionan que la producción de semillas de arveja es el resultado directo del acto de la polinización cruzada .

Mientras que El tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos), presentó el mayor porcentaje de flores no polinizadas con una media de 42.16%, probablemente se debió a que la arveja a pesar de ser una especie autógena, requiere de polinización cruzada.

E. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

El Análisis de varianza para el número de vainas por planta Cuadro 5. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 4.39

Cuadro 5. Análisis de varianza para el número de vainas por planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,35	2	0,17	0,42	0,6824	Ns
TRATAMIENTOS	85,05	2	42,52	103,30	0,0004	**
Error	1,65	4	0,41			
Total	87,04	8				
C.V.=4,39%						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En la prueba de Tukey al 5% para número de vainas por planta (Gráfico 5). Se determinó la presencia de tres rangos, el rango el rango “A” con el mayor número de vainas por planta se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 17.83 y en el rango “C” con el menor número de vainas, el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 10.47.

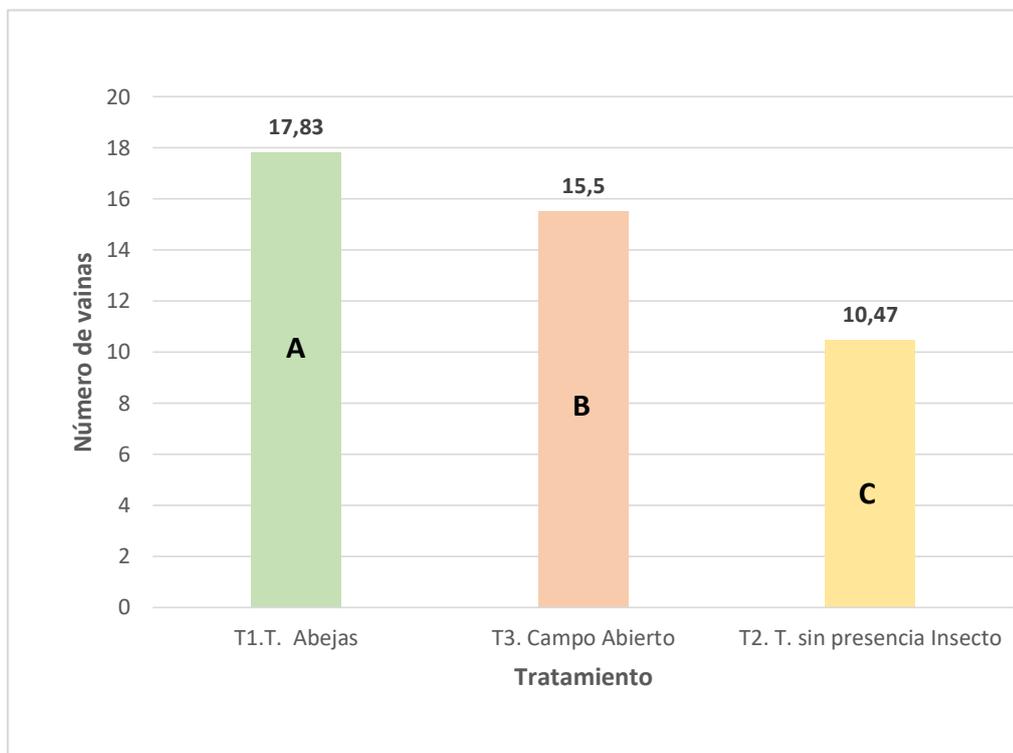


Gráfico 5. Número de vainas por planta

El mayor número de vainas por planta se obtuvo en tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 17.83 vainas/planta, superando al valor indicado por (Rea, 2012), en su investigación quien obtuvo 15.67 vainas /plantas para arveja variedad televisión. La razón por la cual se obtuvo mayor número de vainas puede deberse a que existió una mayor polinización dado que las abejas son más eficientes en la polinización. Lo que concuerda con (Bradbear, 2005), quien manifiesta que en leguminosas a pesar de tener una polinización autógama su producción se incrementa con la presencia de abejas.

Coincidiendo también con (Manrique, 2017), quien indica que las abejas aumentan la calidad y cantidad de las vainas por planta.

En el tratamiento T2 (Túnel con malla antiafidos) sin presencia de abejas, el número de Vainas por planta es inferior al resto de los tratamientos con una media de 10.5 vainas ,esto puede deberse a pesar que la arveja tiene polinización autógena requiere de polinizadores .

Se obtuvo un incremento de 41.3 % en producción de vainas, en el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el tratamiento T2 (túnel sin presencia de insectos), evidenciándose la importancia de la polinización cruzada en el cultivo. Lo que concuerda (Estela *et al.*, 2013), quienes señalan que en leguminosas a pesar de tener polinización autógena, se puede incrementar hasta un 80.7% la producción de vainas por planta con la ayuda de las abejas.

F. LONGITUD DE LA VAINA

El Análisis de varianza para la longitud de la vaina Cuadro 6. Se observa diferencias altamente significativas entre tratamientos con un porcentaje de variación de 1.82%.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la longitud de la vaina (cm)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,21	2	0,11	2,59	0,1901	Ns
TRATAMIENTOS	14,92	2	7,46	183,29	0,0001	**
Error	0,16	4	0,04			
Total	15,29	8				
C.V.=1,82%						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En la prueba de Tukey al 5% para longitud de la vaina (Gráfico 6). Presenta tres rangos, en el rango "A" con la mayor longitud de vaina, se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 12.65 cm y en el rango "C" con la menor longitud de vaina, el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 9.50 cm.

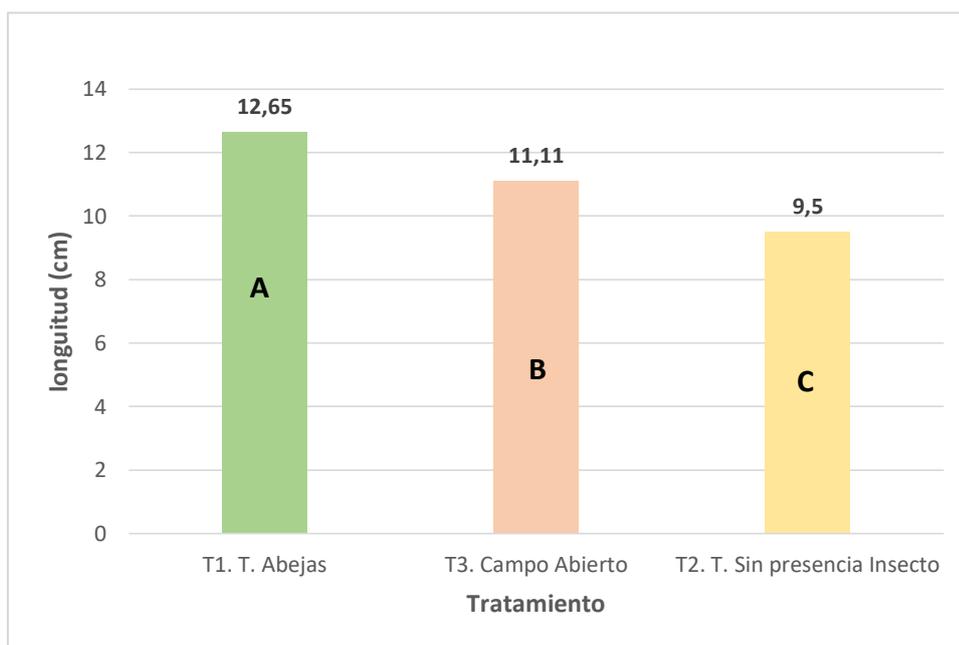


Gráfico 6. Longitud de la vaina en (cm).

La mayor longitud de la vaina se obtuvo en el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 12.65cm, ubicándose en el valor indicado por (Vilmorin, 2012), quien menciona que la variedad televisión puede alcanzar longitudes de 11 a 13 cm. Mientras que la menor longitud alcanzó el tratamiento tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con un valor de 9.5cm menor al indicado anteriormente.

Se incrementó 12.17% la longitud de vaina, en el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el tratamiento T2 (túnel sin presencia de insectos), Corroborando con (Miñarro *et al*, 2018), quienes mencionan que la polinización entomológica incrementa el tamaño, peso y firmeza de las vainas.

Coincidiendo también (Reyes & Cano, 2005), quienes aseguran que se puede alcanzar el máximo tamaño y rendimiento de los frutos, si se llevan suficientes colmenas y las condiciones de clima no afectan el pecoreo de las abejas.

G. PESO DE LAVAINA (g)

1. vaina verde

El Análisis de varianza para peso de la vaina Cuadro 7. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 2.68%

Cuadro 7. Análisis de varianza para el peso de la vaina en vaina verde (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,67	2	0,33	3,97	0,1121	Ns
TRATAMIENTOS	56,38	2	28,19	335,14	<0,0001	**
Error	0,34	4	0,08			
Total	57,38	8				
C.V.=2,68 %						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05 = ns$

$P > 0,01$ y $< 0,05 = *$

$P < 0,01$ y $< 0,05 = **$

En la prueba de Tukey al 5% para peso de la vaina (Grafico 7). Presenta tres rangos, El rango "A" con la mayor peso por vaina corresponde al tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 13.93 g y en el rango "C" con el menor peso por vaina, se encuentra el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 7.80 g.

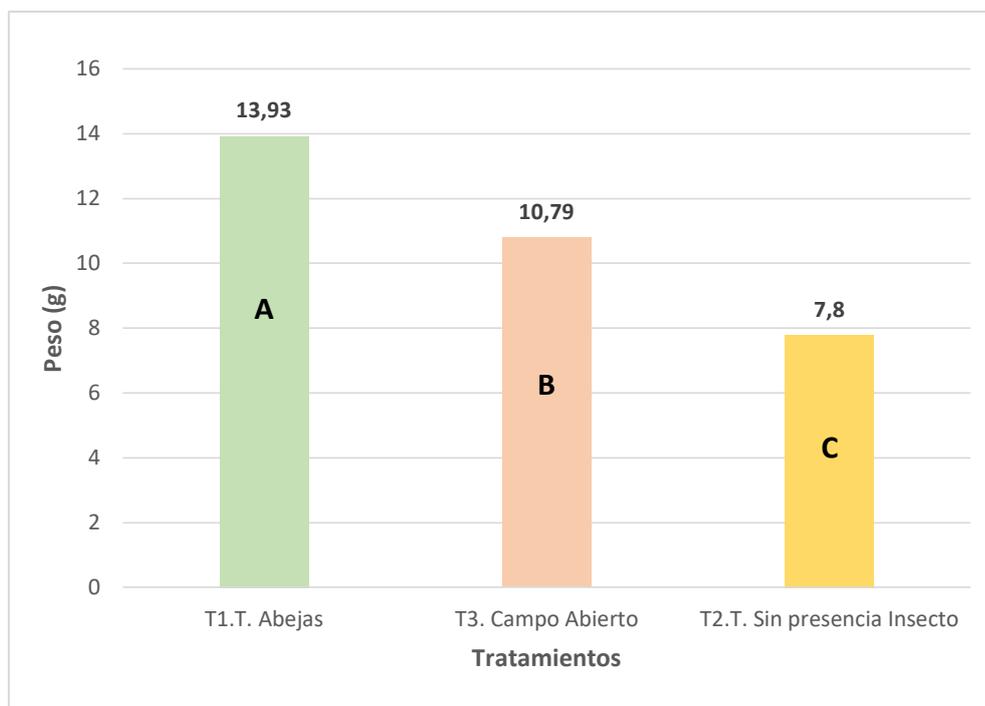


Gráfico 7. Peso de la vaina en verde (g).

2. Grano tierno (g).

El Análisis de varianza para peso del grano tierno Cuadro 8. Presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 3.66 %.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el peso de la vaina en grano tierno (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,28	2	0,14	5,30	0,0751	Ns
TRATAMIENTOS	14,13	2	7,06	271,58	0,0001	**
Error	0,10	4	0,03			
Total	14,51	8				
C.V.=3,66 %						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En la prueba de Tukey al 5% para el peso del grano tierno por vaina (Gráfico 8). Presenta tres rangos. El rango el rango "A" con el mayor peso, se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 5.98 g y en el rango "C" con el menor fue, el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 2.91 g.

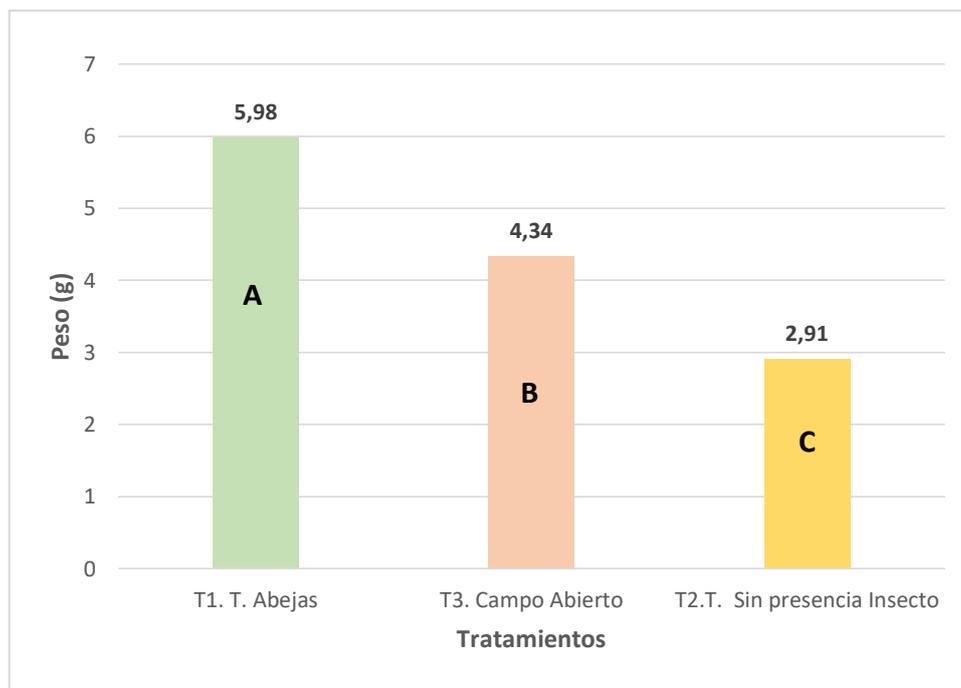


Gráfico 8. Peso de la vaina en grano tierno

El tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas), fue el tratamiento que presentó mayor peso tanto en vaina verde como en grano tierno con una medias de 13.93 g y 5.98 g respectivamente, esto posiblemente puede deberse a que las abejas al transferir el polen al estigma de la flor, produzca una mejor fecundación evidenciándose en el peso de la vaina. Lo que concuerda con (Valega, 2019), quien manifiesta que las abejas transfieren mayor cantidad de polen al estigma, lo cual es proporcional al número de semillas y el peso del fruto.

El tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos), presentó menor peso de la vaina en verde y en grano con medias de 7.80 g y 2.91 respectivamente.

El incremento del 44% y 51.3% de peso en vaina verde y grano tierno logrado en el en el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el tratamiento T2 (túnel sin presencia de insectos), evidenciando la importancia de las Abejas en la polinización del cultivo de Arveja. Concordando con (Romero *et al*, 2011), quienes indican que al polinizar con *Apis mellifera* se incrementa la cantidad, peso de frutos, mejora la calidad y se incrementa rendimiento.

También (Passarelli, 2002), menciona que las plantas expuestas a la visita de *Apis mellifera* producen más frutos, de mayor peso y con mayor número de semillas.

H. NÚMERO DE GRANOS POR VAINA

1. Número de granos viables por vaina

El Análisis de varianza para el número de granos buenos por vaina Cuadro 9. Presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 3.21%.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el número de granos viables por vaina

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,10	2	0,05	1,17	0,3973	Ns
TRATAMIENTOS	22,51	2	11,25	260,69	0,0001	**
Error	0,17	4	0,04			
Total	22,78	8				
C.V.=3,21%						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En la prueba de Tukey al 5% para número de granos viables por vaina (Gráfico 9). Presenta tres rangos, el rango el rango "A" con el mayor número de granos viables por vaina, se encuentra el tratamiento T1(túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 8.34 granos y en el rango "C" con el menor número de granos viables por vaina, el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 4.47 granos

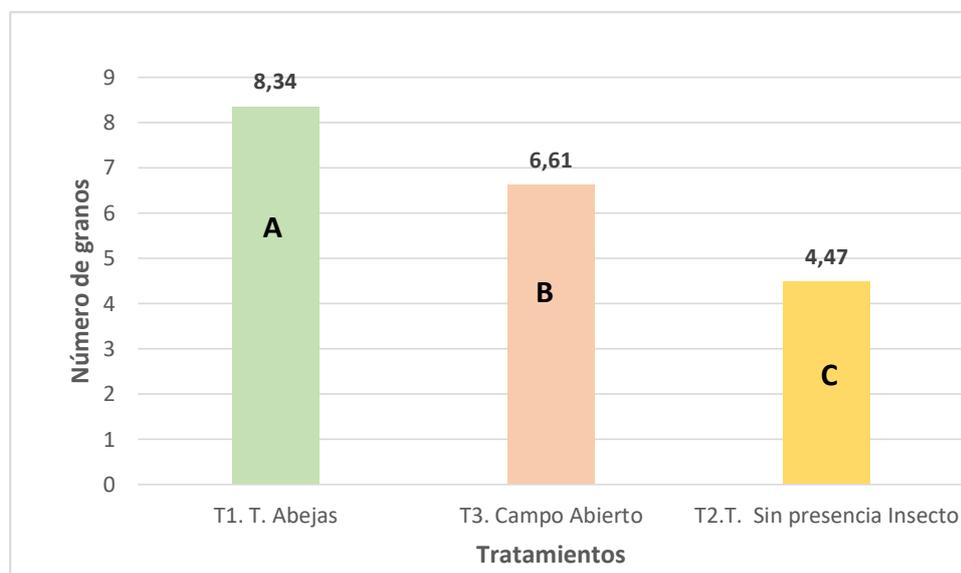


Gráfico 9. Número de granos buenos por vaina.

El tratamiento que presenta mayor número de semillas por vaina, fue el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 8.34 granos por vaina, esto pudo deberse, a que las abejas estimulan la producción y calidad de las semillas. Corroborando con (Raigon, 2012), quien manifiesta que cuando se produce una polinización cruzada, se obtiene un mayor número de semillas por vaina.

El tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos), obtuvo el menor número de semillas por vaina con una media de 4.47 granos, esto pudo ser resultado únicamente de autopolinización, evidenciando que el cultivo de arveja necesita polinizadores, para que exista mayor distribución de polen y mayor número de óvulos fecundados. Lo que concuerda con (Valega, 2019), quien menciona que se logra incrementar la producción de semillas cuando la polinización es realizada por insectos.

El incremento del 46.7% de producción de semillas por vainas logrado en el en el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el tratamiento T2 (túnel sin presencia de insectos) se debe a la presencia de los agentes polinizadores. Lo que concuerda con (Estela *et al.*, 2013), quienes mencionan que en leguminosas que requieren de una polinización autógama, se puede incrementar la producción de semillas por vaina entre 37,8% al 82,3%, utilizando *Apis mellifera* como polinizador.

Coincidiendo también con el Observatorio de Agentes Polinizadores (2002). Quienes manifiestan que al usar agentes polinizadores en algunas especies autogamas presentan un aumento significativo en la producción de semillas y frutos.

2. Número de granos vanos por vaina

El Análisis de varianza para el número de granos vanos por vaina Cuadro 10. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 5.42 %.

Cuadro 10. Análisis de Varianza para el número de granos vanos por vaina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	0,08	2	0,04	1,92	0,2601	Ns
TRATAMIENTOS	14,72	2	7,36	356,81	<0,0001	**
Error	0,08	4	0,02			
Total	14,88	8				
C.V.=5,42 %						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05 = ns$

$P > 0,01$ y $< 0,05 = *$

$P < 0,01$ y $< 0,05 = **$

En la prueba de Tukey al 5% para número de granos vanos por vaina (Gráfico 10). Presenta tres rangos, el rango el rango “A” con el mayor número de granos vanos por vaina, se encuentra el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 4.25 y en el rango “C” con el menor número de granos vanos por vaina se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 1.12.

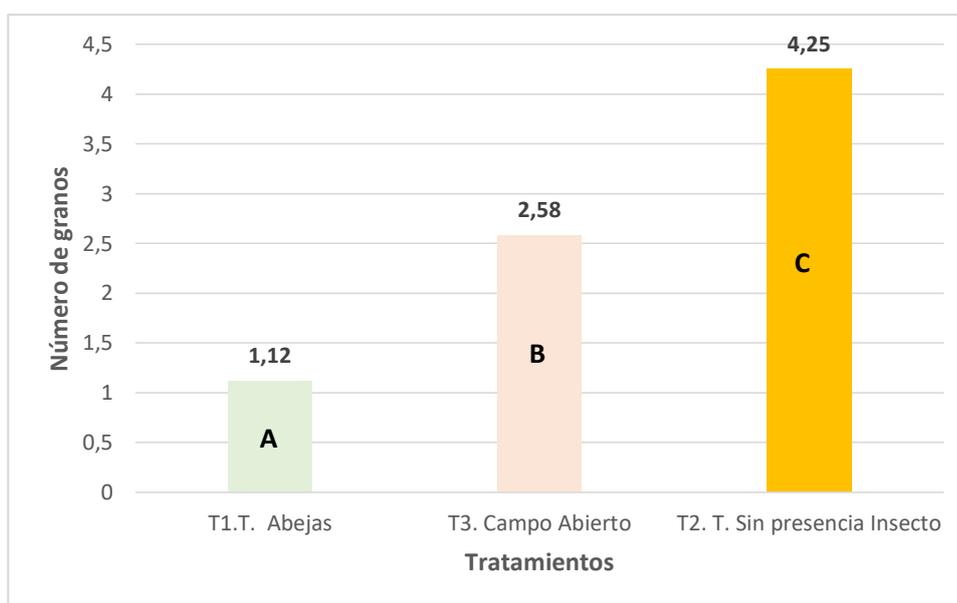


Gráfico 10. Número de granos vanos por planta

En el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica con abejas), se obtuvo menor número de granos vanos con una media de 1.12 granos por vaina. Esto puede deberse a que las abejas son insectos más eficientes en la polinización. Lo que concuerda con Zaccari (2004), citado por (Herrera, 2019), quien menciona que las abejas al visitar las flores para recoger néctar transfieren el polen a las estructuras reproductivas, lo que inicia el proceso de formación de semillas o frutos.

También (García *et al.*, 2016), manifiestan que el mayor número de semillas por vaina, es el resultado de una mayor cantidad de granos de polen en las superficies estigmáticas, produciendo mayor número de óvulos fecundados.

El mayor número de granos vanos por vaina, obtuvo el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 4.25, esto puede deberse a que existió una mala distribución del polen sobre el estigma de la flor, ocasionando poca fecundación de los óvulos. Corroborando con (Valega, 2019), quien manifiesta que la mala formación de frutos y tamaños

pequeños puede ser el resultado de la polinización inadecuada, es decir poco número de óvulos fertilizados.

También concuerda con (Chautá - Mellizo et al., 2012), quienes mencionan que la calidad y cantidad de polen, así como la forma en la que es depositado, puede afectar a la producción de frutos y semillas.

I. PRODUCCIÓN POR PLANTA

1. vaina verde (g)

El Análisis de varianza para el peso en vaina verde por planta Cuadro 11. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 2.34 %.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para el peso en vaina (g) por planta

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	28,31	2	14,15	0,96	0,4577	Ns
TRATAMIENTOS	39770,12	2	19885,06	1343,26	<0,0001	**
Error	59,21	4	14,80			
Total	39857,65	8				
C.V.=2,34 %						

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05 = ns$

$P > 0,01$ y $< 0,05 = *$

$P < 0,01$ y $< 0,05 = **$

En la prueba de Tukey al 5% para el peso en vaina en g por planta (Gráfico 11). Presenta tres rangos, el rango el rango "A" con el mayor peso en vaina en g por planta vaina se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 245.37g y en el rango "C" con el menor peso en vaina (g) por planta, se ubica el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 82.57 g.

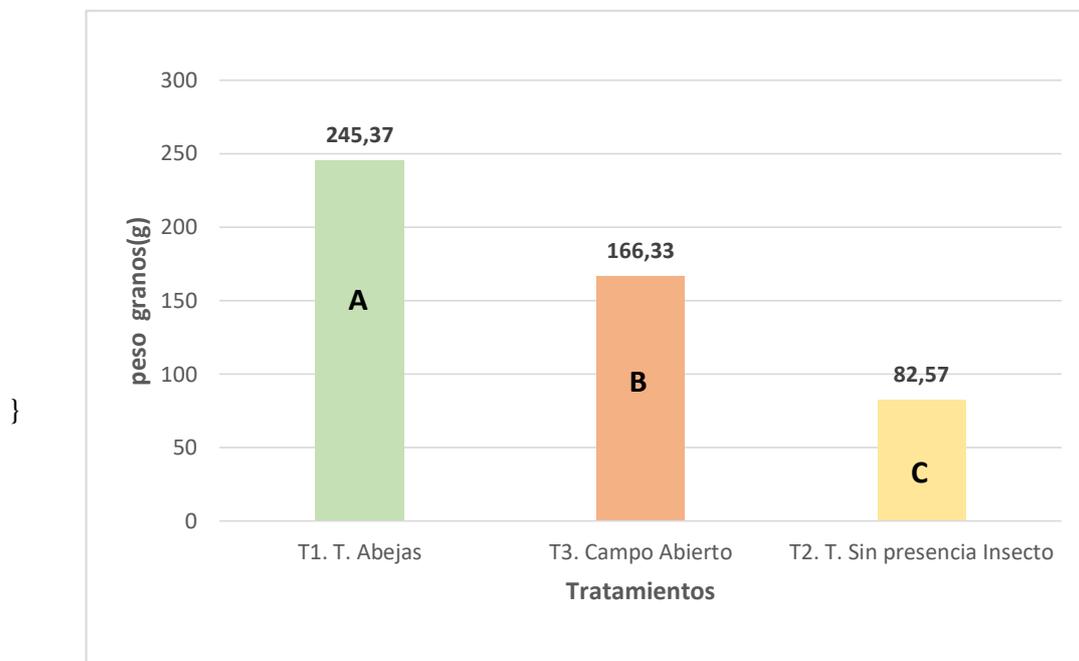


Gráfico 11. Producción en vaina verde (g) por planta

2. Grano tierno en g

El Análisis de varianza para el peso en grano tierno en g por planta Cuadro 12. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 7.93 %.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el peso en grano tierno (g) por planta

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	52,14	2	26,07	0,86	0,4888	Ns
TRATAMIENTOS	9259,11	2	4629,55	152,83	0,0002	**
Error	121,17	4	30,29			
Total	9432,42	8				

C.V.=7,93 %

Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05$ = ns

$P > 0,01$ y $< 0,05$ = *

$P < 0,01$ y $< 0,05$ = **

En la prueba de Tukey al 5% para el peso en grano tierno en g por planta (Gráfico 12). Se determinó tres rangos, en el rango el rango "A" con el mayor peso del grano tierno en g por

planta, se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 109.83 g y en el rango “C” con menor peso del grano tierno en g por planta, se ubica el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 31.38 g.

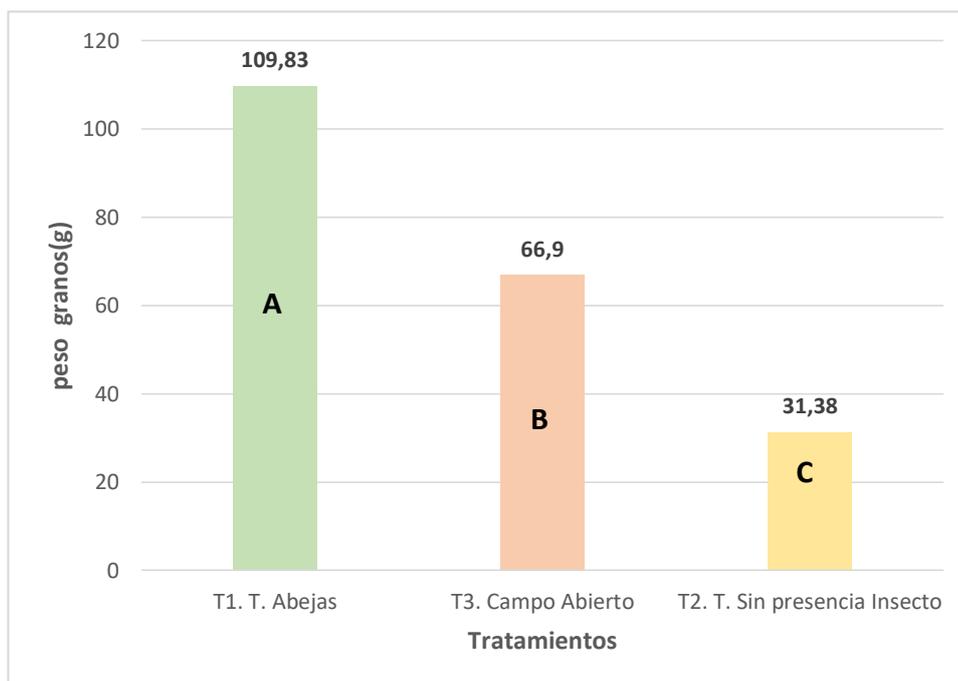


Gráfico 12. Producción en grano tierno (g) por planta.

El tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas), presentó la mayor producción en vaina verde y grano tierno con pesos entre 245.37 g y 109.83 g, la razón por la que se obtuvo mayor producción, puede ser a que las abejas *Apis mellifera* incrementan la producción en plantas autógamias, mientras que la menor producción obtuvo el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) 82.57 g en vaina y 31.38 en grano tierno. Lo que concuerda con (Vazques, 2006), quien manifiesta que la presencia de abejas en un cultivo permite una mayor y mejor distribución del polen dentro de él sin causar daño físico a la planta, lo que se refleja en un incremento en la producción a la cosecha.

J. RENDIMIENTO Kg/H

1. Vaina verde

El Análisis de varianza para el Rendimiento en Kg/ha en vaina verde Cuadro 13. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 2.34 %.

Cuadro 13. Análisis de Varianza para el rendimiento en vaina verde (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	346106,62	2	173053,31	0,96	0,4577	Ns
TRATAMIENTOS	486230131,92	2	243115065,96	1343,26	<0,0001	**
Error	723953,75	4	180988,44			
Total	487300192,30	8				
C.V.=2,34 %						

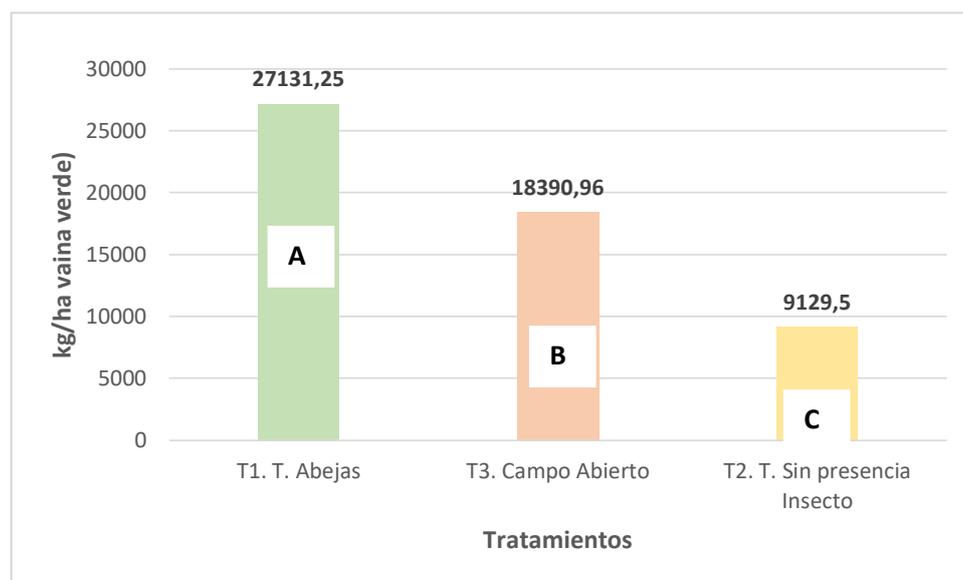
Elaboración: García (2019)

$P > 0,01$ y $> 0,05 = ns$

$P > 0,01$ y $< 0,05 = *$

$P < 0,01$ y $< 0,05 = **$

En la prueba de Tukey al 5% para el peso en grano tierno en g, por planta (Gráfico 13). Presenta tres rangos, El rango el rango “A” con el mayor rendimiento en vaina verde (kg/ha) se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 27131.25 kg/ha y en el rango “C” con el menor rendimiento en vaina verde (kg/ha), el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 9129.50 kg/ha

**Gráfico 13.** Rendimiento en vaina verde kg/ha

El mayor rendimiento en vaina verde se obtuvo en el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 27131,25 kg/ha. Superando al valor obtenido por (Tay et al, 2015), el cual fue de 11.898 kg/ha para la variedad televisión, mientras que el menor

rendimiento presento el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con unas medias de 9129.50 kg/ha cuyo rendimiento es menor al indicado.

2. Grano tierno

El Análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha en grano tierno Cuadro 14. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 7.93%.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para el rendimiento en grano tierno (kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
REPETICIÓN	637477,62	2	318738,81	0,86	0,4888	Ns
TRATAMIENTOS	113202001,33	2	56601000,66	152,83	0,0002	**
Error	1481395,40	4	370348,85			
Total	115320874,35	8				
C.V.=7.93 %						

Elaboración: García (20119)

$P > 0,01$ y $> 0,05 = ns$

$P > 0,01$ y $< 0,05 = *$

$P < 0,01$ y $< 0,05 = **$

En la prueba de Tukey al 5% para el peso en grano tierno (g) por planta (Gráfico 14). Presenta tres rangos, en el rango el rango "A" con el mayor rendimiento en Kg/ha en grano tierno, se encuentra el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con una media de 12144.42 kg/ha y en el rango "C" con el menor rendimiento en Kg/ha en grano tierno, el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con una media de 3470.10 kg/ha

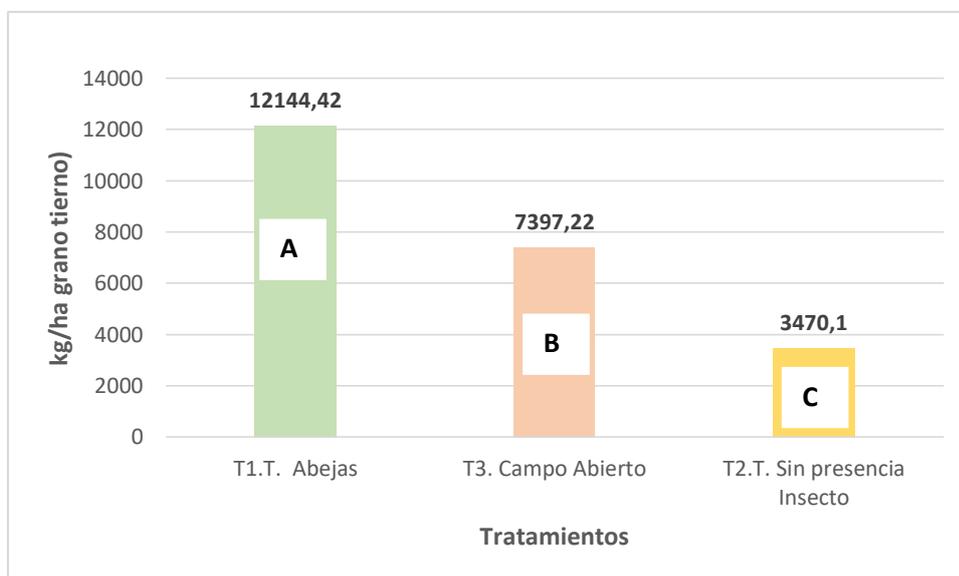


Gráfico 14. Rendimiento en kg/ha en grano tierno

El mayor rendimiento en vaina verde y grano tierno, se obtuvo en el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica más abejas) con unas medias respectivamente de 27131,25 y 12144.42 kg/ha, mientras que el menor rendimiento presentó el tratamiento T2 (túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) con unas medias de 9129.50 y 3470 kg/ha. Evidenciándose que *Apis Mellifera* L incrementa el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisun sativum* L) en 66.37 % en vaina verde y 71.43% en grano tierno, en relación al tratamiento que no presentaba insectos. Lo que concuerda con (Devoto, 2019), quien manifiesta que especies autógamias incrementan su rendimiento en presencia de polinizadores.

Coincidiendo también con (Janick y Paull 2008) citado por (Pinilla & Nates, 2015), quienes manifiestan que en especies autofértiles, su rendimiento mejora con la polinización cruzada lo que resalta la importancia de polinizadores en ellas.

K. RELACION BENEFICIO/ COSTO

Cuadro 15. Relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Beneficio /Costo	% Rentabilidad
T1(Túnel con malla entomológica más Abejas)	3,54	254,34%
T2(Túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos)	1,62	62,45 %
T3(Campo Abierto /testigo)	2,75	174,79 %

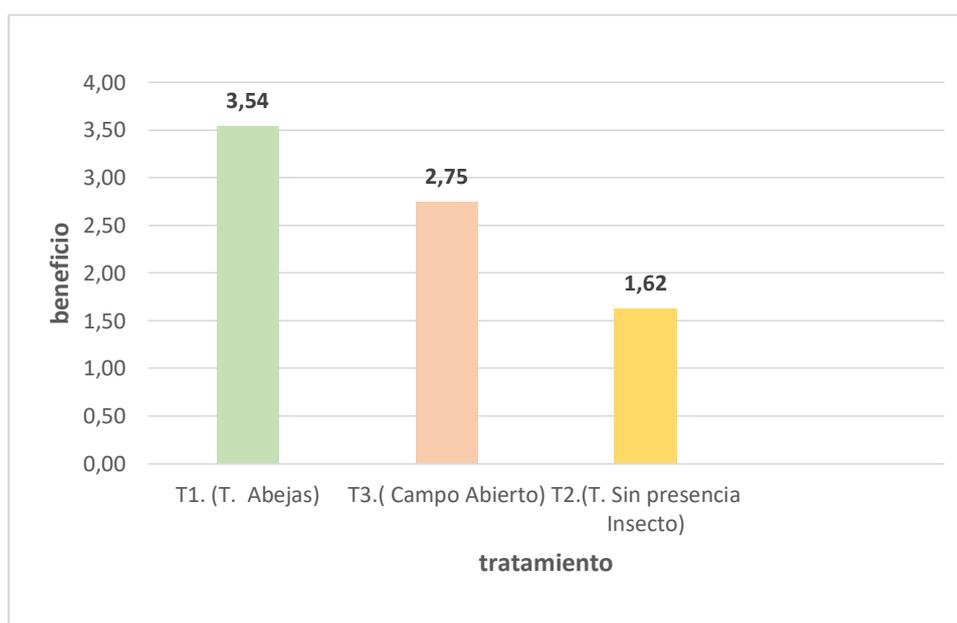


Gráfico 15. Beneficio /costo

Al analizar el (Gráfico 15). Se observa que el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas) obtiene la mayor Relación Beneficio Costo de 3.54 dólares, es decir que recuperamos el dólar invertido y se obtiene una ganancia de 2.54, con una rentabilidad 254.53 %; mientras que en el T2 (Túnel sin presencia de insectos) presenta la menor relación beneficio costo con 1.62 dólares es decir se recupera el dólar invertido y se obtiene una ganancia de 0.62 dólares, con una rentabilidad, 62.45 %.

VIII. CONCLUSIONES

- A.** El número de familias insectos de la Entomofauna asociada que visitó el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L) fue 27, distribuidos 6 ordenes : Coleóptera, díptera, himenóptera, lepidóptera, tysanoptera , hemiptera), siendo el orden himenóptera el que presento mayor número de familias, además se encontró 5 familias de polinizadores coleópteros (Chrysomelidae), dípteros (Syrphidae ,Muscidae,,Tachinidae); lepidópteros (Nymphalidae, Zygaenidae) y de himenópteros (fundamentalmente las abejas de la superfamilia Apoidea, Scoliidae).
- B.** El tratamiento T1(túnel con malla entomológica con abejas), fue el tratamiento que presentó un mayor incremento en: 30.8 % porcentaje de flores polinizadas, 41.3% para número de vainas; peso de la vaina 44% vaina y 51.3 % grano tierno ; 46.7% producción de semillas por vainas; rendimiento kg/ha 66.37 % en vaina verde y 71.43% en grano tierno con respecto al túnel donde no existió presencia de abejas concluyendo que la arveja si tiene polinización cruzada y la presencia de *Apis mellifera* incrementa su rendimiento.
- C.** La mayor relación beneficio/costo con 3.54 dólares proporcionó el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica con abejas)

IX. RECOMENDACIONES

- A. Utilizar el tratamiento T1 (túnel con malla entomológica con abejas (*Apis mellifera L.*) como agentes polinizadores en Arveja para incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las vainas frutos.

- B. Desde el punto de vista Agronómico y Económico se recomienda utilizar T1 Abejas para obtener un mayor rendimiento, calidad y rentabilidad.

- C. Realizar ensayos de polinización dirigida con (*Apis mellifera L.*) con otras variedades de arveja y otros tipos de cultivos.

- D. Concientizar el uso de agroquímicos para evitar la extinción de las abejas

X. RESUMEN

La siguiente investigación propone: determinar el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L). Var televisión por acción de las abejas (*Apis mellifera* L.) como agentes polinizadores, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, se realizó un diseño de bloques completos alzar, con tres tratamientos y tres repeticiones en total nueve unidades experimentales. Se evaluó parámetros como: número de días transcurridos desde la polinización a formación de vaina, porcentaje de flores fecundadas, numero de vainas por planta, longitud de la vaina, peso de la vaina, número granos por vaina, producción por planta, rendimiento (kg/ha) y se determinó relación beneficio/costo. Los mejores resultado se obtuvieron en el tratamiento T1(Túnel con malla entomológica más abejas), en el cual se logró un incrementó en los siguientes indicadores : 30.8 % porcentaje de flores polinizadas, 41.3% para número de vainas; 12.17% longitud de vaina (cm), peso de la vaina (44% vaina y 51.3 % grano tierno) ; 46.7% producción de semillas por vainas; rendimiento kg/ha (66.37 % en vaina verde y 71.43% en grano tierno) comparado con el tratamiento T2 (Túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos), Además en el tratamiento T1 se obtuvo la mayor relación beneficio/ costo con 3.54\$ y una rentabilidad de 254% . Se Concluyen que la arveja a pesar de ser una especie autógena, si tiene polinización cruzada y la presencia de *Apis mellifera* incrementa su rendimiento significativamente. Se recomienda desde el punto de vista Agronómico y Económico utilizar el Tratamiento T1 (Túnel con Abejas) para obtener un mayor rendimiento, calidad y rentabilidad.

Palabras clave: AGENTES POLINIZADORES - POLINIZACION AUTÓGAMA – CULTIVO DE ARVEJA.

Por: Jairo García



XI. SUMMARY

The following research proposes: to determine the yield of the pea crop (*Pisum sativum* L). Var television by action of the bees (*Apis mellifera* L.) as pollinating agents, in the Riobamba canton, province of Chimborazo. A complete block design was made with three treatments and three repetitions, in total nine experimental units. Parameters such as: number of days elapsed from pollination to pod formation, percentage of fertilized flowers, number of pods per plant, length of pod, weight of pod, number of grains per pod, production per plant, yield (kg/ha) were evaluated and also, the benefit/cost ratio was determined. The best results were obtained in the T1 treatment (tunnel with entomological mesh plus bees), in which an increase in the following indicators was achieved: 30.8% percentage of pollinated flowers, 41.3% for number of pods; 12.17% pod length (cm), pod weight (44% pod and 51.3% green peas grain); 46.7% seed production by pods; yield kg/ha (66.37% in green pod and 71.43% in green peas grain) compared to the T2 treatment (tunnel with anti-aphids mesh without insects). In addition, in the treatment T1 the highest benefit/cost ratio was obtained with \$ 3.54 and a 254% return. It is concluded that the pea despite being an autogamous species, if it has cross-pollination and the presence of *Apis mellifera*, it increases its yield significantly. It is recommended from the Agronomic and Economic point of view to use the T1 treatment (Tunnel with bees) to obtain greater performance, quality and profitability.

Keywords: Pollinating Agents - Automatic Pollination - Crop of Pea.



XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrolanzarote. (2018). *Arvejas*. Recuperado el 26 de febrero de 2019, de <http://www.agrolanzarote.com/productos/arvejas>
2. Aguado, O., Castiel, A., & Sandoval, E. (2015). *Guía de campo de los polinizadores en España*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
3. Alcaraz, F. (2013). *Polinización y Dispersión*. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/Presentaciones/PTema07.pdf>
4. Observatorio de Agentes Polinizadores . (2002). *Polinizadores Y Biodiversidad*. Madrid, España: Asociación Española de entomología y Jardín botánico y Centro Atlantico iberoamericano de la Biodiversidad.
5. Arbo, M. (2016). *Reproducción y Polinización*. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de Universidad Nordeste: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema23/index23.htm>
6. Arena, M., & Sgolastra, F. (2014). Un metaanálisis que compara la sensibilidad de las abejas a los pesticidas. *Ecotoxicología*, 23(3), 324–334.
7. Basantes, E. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador*. Sangolqui, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
8. Bernardi, L. (2016). *Arvejas (Pisum sativum)*. Argentina: Subsecretaria de Mercados Agropecuarios. Recuperado el 13 de junio de 2019, de https://agroindustria.gob.ar/new/00/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf
9. Boerger, A. (1973). *Manejo de polinizadores en semilleros de especies forrajeras*. La Estanzuela, Uruguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
10. Bradbear, N. (2005). *La apicultura y los medios de vida sostenibles*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación . Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s00.htm#Contents>
11. Carbone, L., Aguirre, N., Tavella, J., & Aguilar, R. (2017). Cambios Florísticos inducidos por la frecuencia de fuego en el Chaco Serrano. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 52(4), 753-778.
12. Chamorro, J. (2013). *Hidridación por emasculación en arveja*. Recuperado el 27 de Junio de 2019, de <https://pisum-sativum8.webnode.es/hibridacion-en-arveja-caracteristicas-de-la-especie/>
13. Chautá-Mellizo, A., Campbel, S., Bonilla, M., Thaler, J., & Poveda, K. (2012). Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. *Basic and Applied Ecology*, 13, 524-532.
14. Centro de Información de Recursos Naturales. (2017). *Arveja*. Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de <https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/12/Arveja.pdf>
15. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). *Cultivo de Arveja en Colombia*. Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf

16. Devoto, M. (2019). *La polinización de la soja bajo la lupa*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de <http://sobrelatierra.agro.uba.ar/la-polinizacion-de-la-soja-bajo-la-lupa/>
17. Durán, J. (2011). *Importancia económica de la polinización en la Agricultura*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid: Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de <http://www.mieldemalaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto13-3.pdf>
18. Ecocolmena. (2017). *Importancia de la polinización para una agricultura sostenible*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2019, de <https://ecocolmena.com/la-importancia-de-la-polinizacion-para-una-agricultura-sostenible/>
19. EcuRed. (2019). *Dicogamia*. Recuperado el 12 de Marzo de 2019, de <https://www.ecured.cu/Dicogamia>
20. Escobal, F. (2015). *Prevención y control del oidium en arveja*. Lima: Estación Experimental Agraria Baños del Inca. Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/FactsheetAdmin/Uploads/PDFs/20197800040.pdf>
21. Estela, S., Yamandú, M., Máximo, V., Leonidas, C.-L., Sebastián, D., & Ciro, I. (2013). Aumento en la producción de semillas de soja (*Glycine max*) empleando abejas melíferas (*Apis mellifera*). *Agrociencias*, 17(1), 81-90.
22. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005). *Las abejas son los diligentes polinizadores de las frutas y cultivos*. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de <http://www.fao.org/3/y5110s/y5110s03.htm>
23. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Manejo fitosanitario: Buenas practicas agricolas (BPA) en la produccion de frijol voluble*. Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de <http://www.fao.org/3/a1359s/a1359s04.pdf>
24. García, M. G., Osorio, e. A., & Castillo, J. Á. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura. *Idesia*, 34(3), 51-66.
25. Garibaldi, L. A., Ashworth, L., Morales, C. L., & Chacoff, N. P. (2012). Los Polinizadores en la Agricultura. *Ciencia*(14), 35-43.
26. Goites, E. (2008). *Manual de cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
27. Guiomar, N. (2016). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - ICPA*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.
28. Guimar, N. (2005). *Abejas silvestres y polinización. Manejo integrado de plagas y Agroecología* (75), 7-20.
29. Herrera, J. (2019). Determinación del rendimiento del cultivo de zucchini (*Cucúrbita pepo* L.) por acción de las abejas (*Apis mellifera* L.) como agentes polinizadores en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
30. Herrera, J., Linado, V., Espinoza, A., Carrera, R., Yanez, J. (2019). Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del zucchini (*Cucurbita pepo* L.) en el canton Riobamba, Chimborazo. *European Scientific Journal*, 202-219.

31. Holdrige, L. (1992). En *Ecología basada en zonas de vida* (H. Jiménez, Trans., p. 216). San José, Costa Rica: ICA.
32. Infoagro. (2019). *Control de Afidos Y Pulgones*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/pulgones.htm>
33. Infoagro. (2019). *El Cultivo del Guisante*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2019, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes.htm>
34. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2014). *Cultivo de Arveja*. Recuperado el 03 de Julio de 2019, de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mlegum/rarveja>
35. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2010). Insectos Perjudiciales de Importancia Agonomica: Lepidopteros. Instituto Nacional de Tecnología Aplicada .
36. Invesa. (2019). *Mancha de ascochyta*. Recuperado el 23 de Agosto de 2019, de <https://www.invesa.com/enfermedades/mancha-de-ascochyta/>
37. Jacome, F. (2015). Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum L*) mediante el apoyo de investigación participativa en la parroquia Eloy Alfaro (Chan y San Juan), cantón Latacunga provincia de Cotopax. (Tesis grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad tecnica de Cotopaxi, Latacunga.
38. Jimenez, A. (2016). *Autogamia*. Recuperado el 20 de Agosto de 2019, de <https://es.scribd.com/document/334894807/Autogamia>
39. Kessler, R. a. (2009). *Pollen: The Hidden Sexuality of Flowers*. Papadakis: Ed. Third Edition. 264 p.
40. Lara, J. (2014). Polinizadores potenciales de las Leguminosae ibéricas. *Micobotánica-Jaén AÑO*. Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de <http://www.micobotanicajaen.com/Revista/Articulos/JLaraR/Polinizadores/Leguminosas.html>
41. Maglianesi, A. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. *Ingeniería*, 26(1), 11-20.
42. Manrique, A. (2017). *Las abejas dentro de la agricultura sostenible*. San Juan de Los Morros: Universidad Rómulo Gallegos:Programa de Producción Animal. Recuperado el 17 de Agosto de 2019, de <http://avpa.ula.ve/docuPDFs/conferencias/abejas.pdf>
43. Mina, W., & Sanchez, G. (2013). Estudio de factibilidad para la implementación de una granja apícola extractora de Apitoxina en la finca Dos Ríos sector Nanegalito, provincia de Pichincha.(Tesis de grado. Ingeniero Finanzas). Universidad Central del Ecuador, Quito.
44. Miquel, E. (2019). *Importancia de las Abejas: Para la abeja una flor es un fuente de vida, para la flor una abeja es una fuente de amor*. Recuperado el 13 de Agosto de 2019, de <https://abejas.org/las-abejas/importancia-de-las-abejas/>
45. Montoya, P., Bonilla, D., Chamorro, F., & Nates, G. (2016). Apis mellifera como polinizador de cultivos en Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia: Departamento de Biología.
46. Mosquera, C. (2002). Polinización entomofila de la Uvilla. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 19(2), 140-156.

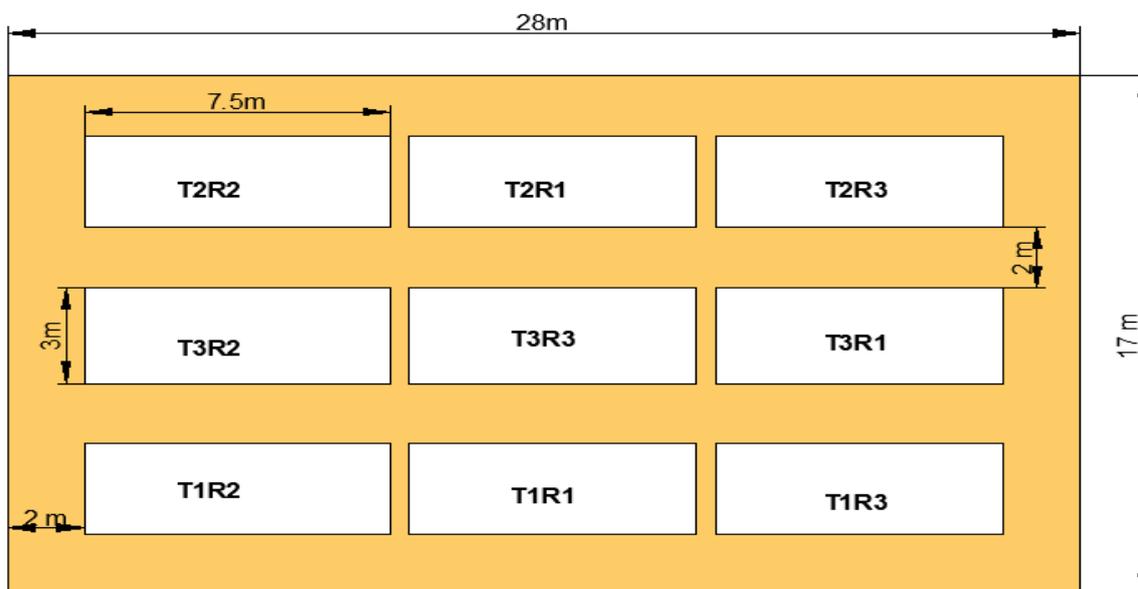
47. Moya, H. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario.
48. Muñoz, S. (2013). Evaluación agronómica de quince cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.), mediante el apoyo de investigación participativa con enfoque de género en la estación experimental del austro Bullcay. (*Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba .
49. Narvaez, H. (2005). Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), parroquia Yaruquí - provincia de Pichincha. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo).Universidad Nacional de Loja, Loja.
50. Navarro, L., & Ayensa, G. (2002). Recompensas florales y éxito reproductivo. *Portugaliae Acta Biol*, 19(4), 121-126.
51. Pantoja, A., Smith-Pardo, A., García, A., Sáenz, A., & Rojas, F. (2014). *Principios y Avances sobre polinización como servicio ambiental para agricultura sustentable en america latina y caribe*. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
52. Passarelli, L. M. (2002). Importancia de "Apis Mellifera" L. en la producción de "Cucurbita Maxima" Duch. (Zapallito de tronco). *Investigación agraria. Producción y protección vegetales*, 17(1), 5-14.
53. Peralta, A. e. (2010). Manual Agrícola de Frejol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. In P. Miscelánea (Ed.). Quito, Ecuador: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina.
54. Peralta, E., Murillo, A., Caicedo, C., Pinzón, J., & Rivera, M. (1998). *Manual de Cultivo de Leguminosas*. Quito: Iniap Estacion Experimental Santa Catalina.
55. Perez, J., & SurisI, M. (2012). Ciclo de vida y reproducción de *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre garbanzo. *Proteccion Vegetal*, 27(2), 85-89.
56. Pinilla, M., & Nates, G. (2015). Visitantes florales y polinizadores en poblaciones silvestres de agraz (*Vaccinium meridionale*) del bosque andino colombiano. *Colombiana de Entomología*,41(1), 112-119.
57. Polinizadores. (2019). *Tipos de Polinización*. Recuperado el 12 de Agosto de 2019, de <https://polinizadores.com/polinizacion/tipos-de-polinizacion/>
58. Potts, S., Biesmeijer, J.,Kremen, C., Neumann, P.,Schweiger, O., Kunin, W. (2010). Disminución global de polinizadores: tendencias, impactos e impulsores. 25(6), 345-353.
59. Prieto, G. (2012). *El cultivo de arveja*. Recuperado el 19 de Junio de 2019, de <https://inta.gob.ar/.../script-tmp-pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf>
60. Prieto, G. (2012). *Las Legumbre Arveja y Garbanzo*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 19 de Junio de 2019, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-legumbres_arveja-y-garbanzo.pdf
61. Raigon, J. (2012). *Polinización en alfalfa. Producción de semillas* . Recuperado el 19 de Junio de 2019, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-polinizacion_en_alfalfa__folleto_.pdf
62. Rea, M. (2012). Evaluación de la Aclimatación y Rendimiento de 15 Cultivares de Arveja (*Pisum sativum* L.) a campo abierto, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

- (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba.
63. Reyes, C. (2015). *Minador de la Hoja Liriomyza sp.* Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <https://panorama-agro.com/?p=1534>
 64. Reyes, J., & Cano, P. (2005). *Manual de Polinización Apícola. La polinización de los cultivos por abejas.* Saltillo, Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
 65. Romero, R. E., Chavarro, H. H., Duran, J. E., Carrillo, S. J., Corredor, N. E., Floréz, N. C., & Alejo., L. E. (2011). *Polinización dirigida con Apis mellifera : Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos para exportación.* Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de <https://conectarural.org/sitio/material/polinizaci%C3%B3n-dirigida-con-abejas-apis-mellifera-tecnolog%C3%ADa-para-el-mejoramiento-de-la>
 66. Seminis. (2017). *En Qué Consiste El Damping-Off?* .Recuperado el 21 de Agosto de 2019, de <https://www.seminis.mx/blog-en-que-consiste-el-damping-off/>
 67. Sevilla, R. H. (2004). Recursos Genéticos Vegetales. Lima, Peru: Torre Azul.
 68. Studylib. (2019). *Factores que favorecen a la Autogamia.* Recuperado el 12 de Marzo de 2019, de <https://studylib.es/doc/988667/factores-que-favorecen-la-autogamia-practica-3-pdf>
 69. Syngenta. (2016). *Informe de la biodiversidad de insectos y polinizadores en la finca de surinver, ubicada en el pilar de la horadada (alicante).* Alicante, España: SURINVER.
 70. Tay, K., Tay, J.,Valenzuela , A. (2015). *Producción de Leguminosas de Invierno.* R Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/Producción-de-Leguminosas-de-Invierno-Provincia-de-Arauco-28.04.2015.p>
 71. Universidad César Vallejo. (s.f.). *Síndrome de la Polinización* Recuperado el 10 de marzo de 2019, de <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/labbiolvegetal/archivos/31%20Síndromes%20de%20polinización%20y%20Sistemas%20sexuales%20de%20reproducción.pdf>
 72. Universidad Nacional Agraria La Molina. (2000). *Programa de Hortalizas: Plagas y enfermedades comunes en varias Hortalizas.* Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/13-p142%20a%20p167%20\(Anexo%2014\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/13-p142%20a%20p167%20(Anexo%2014).pdf)
 73. Universidad Pública de Navarra. (2019). *morfología: flor.* Recuperado el Agosto 23 de 2019, de https://www.unavarra.es/herbario/leguminosas/htm/flor_L.htm
 74. Vamosi, J.C., T.M. Knight, J. Streets, S.J. Mazer, M. Burd, and T–L. Ashman. (2006). *Pollination decays in biodiversity.* Estados Unidos.
 75. Valega, O. (2019). *Polinización intensiva de cultivos frutales y de semilla.* Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1184-polinizacion-intensiva-de-cultivos-frutales-y-de-semilla>
 76. Vanegas, E. (2009). *La fecundación de los vegetales.* Recuperado el 12 de julio de 2019, de <https://es.slideshare.net/jaival/>
 77. Vazques, R., Ballesteros, H., Muñoz, C., & Cuellar, M. (2006). Utilización de la Abeja Apis mellifera como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (Fragaria chiloensis) y

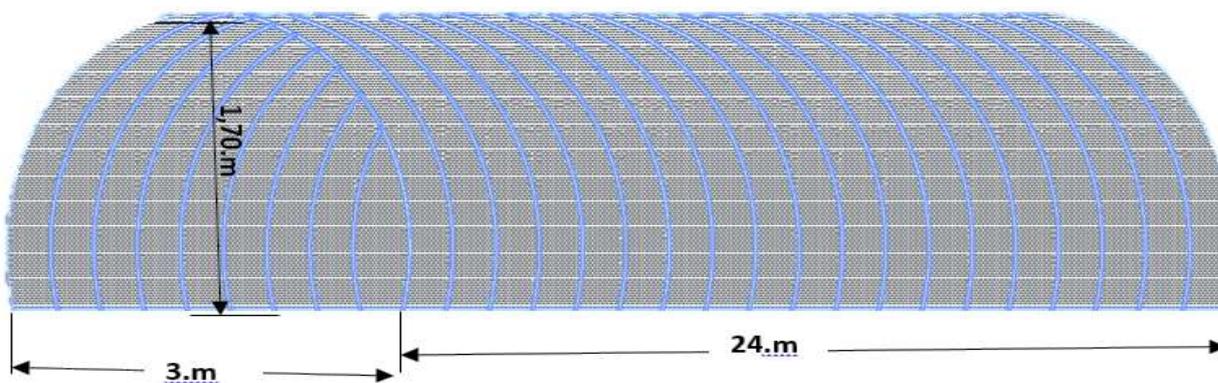
- mora (*Rubus glaucus*) y su efecto en la producción. Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
78. Venegas, W. (2012). Evaluación de dos bioles a partir de dos fuentes orgánicas (bovino y cobayo) a cuatro dosis de aplicación en dos variedades del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en la comunidad de Planchaloma Toacaso Latacunga 2011. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
 79. Viejo, J., & Ormosa, C. (1997). Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Bol. SEA*, 20, 71-74.
 80. Villalobos, J., & Castaño, J. (2012). Manejo de la pudrición radical de la arveja (*Pisum sativum* Linneo) causada por *Fusarium oxysporum*. *Agronomia*, 20(2), 37-44.
 81. Vilmorin. (2012). *Arveja television*. Recuperado el 24 de septiembre de 2019, de <https://www.vilmorinmikado.com/>
 82. Zapata, A. (2000). *Plagas y enfermedades de las plantas*. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <http://www2.ual.es/cursosdeotonno/ponencias/control%20de%20plagas.pdf>

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Distribucion de tratamientos con sus respectivas repeticiones



Anexo 2. Dimensiones del Túnel



Anexo 3. Parcela experimental



Anexo 4. Delimitación de la parcela experimental



Anexo 5. Elaboración de surcos



Anexo 6. Primer riego antes de la siembra



Anexo 7. Fertilización edáfica con 18-46-0



Anexo 8. Siembra 3 semillas por sitio



Anexo 9. Enfermedad radicular causada por fusarium



Anexo 10. *Apis mellifera* polinizando la flor de Arveja (*Pisum sativum* L).Var Television



Anexo 11. Flor de arveja polinizada



Anexo 12. Formación de Vaina después de 2 días después de la polinización



Anexo 13. *Apis mellifera* trasportando polen de arveja



Anexo 14. Oídium en las hojas de arveja



Anexo 15. Cosecha de arveja



Anexo 16. Etiquetado de las vainas para la toma de datos



Anexo 17. Peso de una vaina en el tratamiento con *Apis mellifera* y sin presencia de insectos



Anexo 18. Tamaño de la vaina según los tratamientos



Anexo 19. Número de granos por vaina en el tratamiento de los Abejas y sin presencia de insectos



Anexo 20. Longitud de la vaina



Anexo 21. Captura de insectos utilizando una jama en el cultivo de Arveja



Anexo 22. Insectos capturados y listos para su identificación



Anexo 23. Identificación de insectos en el laboratorio RRNN



Anexo 24. Insecto: Orden himenoptera ; suborden apocrita; familia Braconidae



Anexo 25 . Insecto: Orden himenoptera ; suborden apocrita; familia pompilidae



Anexo 26. Insecto: orden himenóptera; suborden Apocrita; Familia formicidae



Anexo 27. Insecto: Orden himenoptera ; suborden apocrita; familia Sphecidae



Anexo 28. Insecto: Orden Diptera, suborden Ciclorafa , familia Tephritidae



Anexo 29. Insecto: familia Elateridae



Anexo 30. Insecto: familia Curculionidae



Anexo 31. Insecto : familia Carabiadae



Anexo 32. Insecto : familia Staphylinidae



Anexo 33. Insecto: orden díptera; suborden Cyclorrhapha Familia Syrphidae



Anexo 34. Insecto : orden Thysanoptera; suborden : Terebrantia ;Familia Thripidae.



Anexo 35. Insecto: orden hemíptera, suborden Homóptero; familia cicadidae



Anexo 36. Insecto:orden Lepidoptera, suborden frenatae , familia Pyralidae



Anexo 37. Insecto: Orden Heminoptera; suborden Homoptera ; Familia Aphididae**Anexo 38.** Días transcurridos desde la polinización a formación de vaina

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	1,86	1,79	1,79
Malla antiafidos	2,12	2,28	2,37
Testigo Campo abierto	2,06	2,01	1,95

Anexo 39. Porcentaje de flores polinizadas

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	86,63	87,71	89,41
Malla antiafidos	57,05	61,02	55,45
Testigo Campo abierto	78,82	75,15	77,63

Anexo 40. Porcentaje de flores no polinizadas

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	13,37	12,29	10,59
Malla antiafidos	42,95	38,98	44,55
Testigo Campo abierto	21,18	24,85	22,37

Anexo 41. Número de vainas por planta

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	17,30	18,20	18,00
Malla antiafidos	10,30	10,50	10,60
Testigo Campo abierto	16,00	14,50	16,00

Anexo 42. Longitud de la vaina en cm

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	12,79	12,67	12,50
Malla antiafidos	9,78	9,68	9,04
Testigo Campo abierto	11,18	11,05	11,11

Anexo 43. Peso de la vaina (Vaina verde)

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	14,30	13,88	13,62
Malla antiafidos	8,34	7,79	7,28
Testigo Campo abierto	10,71	11,14	10,51

Anexo 44. Peso de la vaina (Grano tierno) en gramos

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	6,18	5,93	5,82
Malla antiafidos	3,29	2,70	2,74
Testigo Campo abierto	4,45	4,48	4,09

Anexo 45. Número de granos buenos por vaina

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	8,48	8,34	8,20
Malla antiafidos	4,85	4,20	4,37
Testigo Campo abierto	6,54	6,66	6,62

Anexo 46. Número de granos vanos por vaina

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	1,06	1,15	1,16
Malla antiafidos	3,95	4,49	4,32
Testigo Campo abierto	2,57	2,62	2,54

Anexo 47. Peso de vaina por planta (vainas verdes) en gramos

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	245,00	247,82	243,30
Malla antiafidos	86,00	84,80	76,90
Testigo Campo abierto	169,50	162,18	167,30

Anexo 48. Peso de vaina por planta (Grano tierno) en gramos

Tratamiento	I	II	III
Abejas más malla entomológica	105,80	119,60	104,10
Malla antiafidos	33,75	31,20	29,20
Testigo Campo abierto	70,40	65,10	65,20

Anexo 49. Rendimiento kg/ha en Vaina verde

Tratamiento	Vaina verde	Grano tierno
Abejas más malla entomológica	27131,25	12144,42
Malla antiafidos	18390,96	7397,22
Testigo Campo abierto	9129,5	3470,1

Anexo 50. Rendimiento kg/ha en Grano tierno

Código	Tratamiento	B/C	% RENT.
T1	Túnel con malla entomológica mas abejas	3,54	254,34
T2	Túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos	1,62	62,45
T3	testigo (campo abierto)	2,75	174,79

Anexo 51. Beneficio costo para tratamiento T1 con Malla Entomológica más abejas

T1 (TUNEL CON MALLA ENTOMOLOGICA MAS ABEJAS)					
RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Colmenas					
Colmenas	Colmena	2	350	700,00	
SUBTOTAL				700,00	25,12
Preparación del suelo					
Arada	hora	2	15,00	30,00	
Nivelada	Jornal	8	15,00	120,00	
SUBTOTAL				150,00	5,38
Fertilizantes Edáficos					
KCL*	kg	100	0,59	59,00	
18-46-0	kg	220	0,67	147,40	
SUBTOTAL				206,40	7,41
Fertilizantes Foliares					
Rosasol	kg	2	4,60	9,20	
Bioestimulante azul	kg	2	2,40	4,80	
Nitro plus	kg	2	6,55	13,10	
Agronutri Organico	l	1	23,00	23,00	
10-52-10	kg	2	9,00	18,00	
Triamin 500	l	2	13,00	26,00	
Super k50	l	2	13,30	26,60	
SUBTOTAL				120,70	4,33
Siembra					
Semilla	Kg	70	9,35	654,50	
Mano de obra	Jornal	12	15,00	180,00	
SUBTOTAL				834,50	29,95
Controles Fitosanitarios					
Previcur	l	1	40,00	40	
Til	l	1	35,90	17,95	
Topas	l	1	70,00	35	
Brillante	kg	2	15,00	30	
Forward	l	1	28,00	28	
Cantana	l	1	20,00	20	
Regulador	l	1	15,00	15,00	
SUBTOTAL				185,95	6,67
Labores culturales					
Deshierba	Jornal	12	15	180,00	
SUBTOTAL				180,00	6,46
Cosecha					
Costo del saco	Sacos	543	0,35	190,05	
Cosecha	Mano de obra	54	15	810,00	
Transporte	Sacos	543	0,2	108,60	
SUBTOTAL				1108,65	39,79
TOTAL				2786,20	100,00
Imprevistos 10%				278,62	
GRAN TOTAL				3064,82	
SACOS VENDIDOS	543	10860			
TOTAL INGRESO BRUTO		10860			
BENEFICIO COSTO					
INGRESO TOTAL		10.860,00			
COSTO TOTAL		3.064,82			
BENEFICIO/COSTO		3,54			
RENTABILIDAD		254,34 %			

Anexo 52. Beneficio costo para tratamiento T2 con Malla Antiafidos sin presencia de Insectos
T2 (TUNEL CON MALLA ANTIAFIDOS SIN PRESENCIA DE INSECTOS)

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Preparación del suelo					
Arada	hora	2,00	15,00	30,00	
Nivelada	Jornal	8,00	15,00	120,00	
SUBTOTAL				150,00	7,32
Fertilizantes Edáficos					
KCL*	kg	100,00	0,59	59,00	
18-46-0	kg	220,00	0,67	147,40	
SUBTOTAL				206,40	10,08
Fertilizantes Foliáres					
Rosasol	kg	2,00	4,60	9,20	
Bioestimulante azul	kg	2,00	2,40	4,80	
Nitro plus	kg	2,00	6,55	13,10	
Agro nutri Organico	l	1,00	23,00	23,00	
10-52-10	kg	2,00	9,00	18,00	
Triamin 500	l	2,00	13,00	26,00	
Super k50	l	2,00	13,30	26,60	
SUBTOTAL				120,70	5,89
Siembra					
Semilla	Kg	70,00	9,35	654,50	
Mano de obra	Jornal	12,00	15,00	180,00	
SUBTOTAL				834,50	40,74
Controles Fitosanitarios					
Previcur	l	1,00	40,00	40	
Til	l	0,50	35,90	17,95	
Topas	l	0,50	70,00	35	
Brillante	kg	2,00	15,00	30	
Forward	l	1,00	28,00	28	
Cantana	l	1,00	20,00	20	
Regulador	l	1,00	15,00	15,00	
SUBTOTAL				185,95	9,08
Labores culturales					
Deshierba	Jornal	12	15	180,00	
SUBTOTAL				180,00	8,79
Cosecha					
Costo del saco	Sacos	183	0,35	64,05	
Cosecha	Mano de obra	18	15	270,00	
Transporte	Sacos	183	0,2	36,60	
SUBTOTAL				370,65	18,10
TOTAL				2048,20	100,00
Imprevistos 10%				204,82	
GRAN TOTAL				2253,02	
SACOS VENDIDOS		183	3660		
TOTAL INGRESO BRUTO			3660		
BENEFICIO COSTO					
INGRESO TOTAL				3.660,00	
COSTO TOTAL				2.253,02	
BENEFICIO/COSTO				1,62	
RENTABILIDAD			62,45 %		

Anexo 53. Beneficio costo para tratamiento T3 Testigo/ Campo Abierto

T3 (TESTIGO CAMPO AMBIERTO)					
RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Tunel					
Preparación del suelo					
Arada	hora	2,00	15,00	30,00	
Nivelada	Jornal	8,00	15,00	120,00	
SUBTOTAL				150,00	6,16
Fertilizantes Edáficos					
KCL*	kg	100,00	0,59	59,00	
18-46-0	kg	220,00	0,67	147,40	
SUBTOTAL				206,40	8,48
Fertilizantes Foliares					
Rosasol	kg	2,00	4,60	9,20	
Bioestimulante azul	kg	2,00	2,40	4,80	
Nitro plus	kg	2,00	6,55	13,10	
Agronutri Organico	l	1,00	23,00	23,00	
10-52-10	kg	2,00	9,00	18,00	
Triamin 500	l	2,00	13,00	26,00	
Super k50	l	2,00	13,30	26,60	
SUBTOTAL				120,70	4,96
Siembra					
Semilla	Kg	70,00	9,35	654,50	
Mano de obra	Jornal	12,00	15,00	180,00	
SUBTOTAL				834,50	34,27
Controles Fitosanitarios					
Previcur	l	1,00	40,00	40	
Til	l	0,50	35,90	17,95	
Topas	l	0,50	70,00	35	
Brillante	kg	2,00	15,00	30	
Forward	l	1,00	28,00	28	
Cantana	l	1,00	20,00	20	
Regulador	l	1,00	15,00	15,00	
SUBTOTAL				185,95	7,64
Labores culturales					
Deshierba	Jornal	12	15	180,00	
SUBTOTAL				180,00	7,39
Cosecha					
Costo del saco	Sacos	368	0,35	128,80	
Cosecha	Mano de obra	37	15	555,00	
Transporte	Sacos	368	0,2	73,60	
SUBTOTAL				757,40	31,11
TOTAL				2434,95	100,00
Imprevistos 10%				243,50	
GRAN TOTAL				2678,45	
SACOS VENDIDOS		368	7360		
TOTAL INGRESO BRUTO			7360		
BENEFICIO COSTO					
INGRESO TOTAL				7.360,00	
COSTO TOTAL				2.678,45	
BENEFICIO/COSTO				2,75	
RENTABILIDAD			174,79 %		