



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1252>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

***Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo***

***Impact of Bees (*Apis mellifera* L.) As Pollinating Agents on Yield of Pea (*Pisum sativum* L.). Var. Television in the Canton Riobamba, Chimborazo Province***

***Impacto das abelhas (*Apis mellifera* L.) como agentes polinizadores no rendimento da ervilha (*Pisum sativum* L.). Var. Televisão no cantão de Riobamba, província de Chimborazo***

Víctor Alberto Lindao-Córdova<sup>I</sup>  
[vlindao@esepoch.edu.ec](mailto:vlindao@esepoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3354-1925>

Jairo Reinaldo García-Ninavanda<sup>II</sup>  
[jaioreinaldogarcia@gmail.com](mailto:jaioreinaldogarcia@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0001-9179-9345>

Armando Esteban Espinoza-Espinoza<sup>III</sup>  
[armando.espinoza@esepoch.edu.ec](mailto:armando.espinoza@esepoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8566-6594>

Edgar Rodrigo Carrera-Guanoluisa<sup>IV</sup>  
[rodrigo.carrera@esepoch.edu.ec](mailto:rodrigo.carrera@esepoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4495-6197>

**\*Recibido:** 24 de abril de 2020 **\*Aceptado:** 29 de mayo de 2020 **\* Publicado:** 25 de junio de 2020

- I. PhD en Ciencias Ambientales, Máster en Ciencias, Mención Agricultura Sustentable, Ingeniero Agrónomo, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Máster en Ciencias, Mención Agricultura Sustentable, Ingeniero Agrónomo, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniero Agrónomo, Técnico Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el impacto en 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 utilizó un diseño de bloques completos alzar, con tres tratamientos y tres repeticiones en total nueve unidades experimentales. Los parámetros evaluados fueron: Entomofauna asociada al cultivo de arveja, Número de días transcurridos desde la polinización a la formación de vaina, Porcentaje de flores fecundadas, Número de vainas por planta, Longitud de la vaina, Número de granos viables por vaina y Rendimiento de grano tierno en kg/ha. El mayor número de Familias (8) asociadas al cultivo fue del Orden Himenóptera. Los mejores resultados obtenidos fue en el tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el T2 (Túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) en los siguientes parámetros: menor número días (1,18) transcurridos desde la polinización a formación de vaina, 30.8% más de flores polinizadas, 41.3% más de vainas; 24.19% más en la longitud de vaina (cm), 46,4% más de granos viables y 71,43% más en rendimiento en kg/ha.

**Palabras claves:** Agentes polinizadores; polinización autógena; cultivo de arveja.

## Abstract

This research aimed to determine the impact on the yield of the pea (*Pisum sativum* L) crop. Var. Television by action of the bees (*Apis mellifera* L.) as pollinating agents, in the Riobamba canton, Chimborazo province, a complete raised block design was used, with three treatments and three repetitions in total nine experimental units. The parameters evaluated were: Entomofauna associated with pea cultivation, Number of days elapsed from pollination to pod formation, Percentage of fertilized flowers, Number of pods per plant, Pod length, Number of viable grains per pod and Yield of young grain in kg/ha. The greatest number of Families (8) associated with cultivation was of the Order Hymenoptera. The best results obtained were in treatment T1 (Tunnel with entomological mesh plus bees), compared to T2 (Tunnel with anti-aphids mesh without the presence of insects) in the following parameters: fewer days (1.18) elapsed from pollination to pod formation, 30.8% more pollinated flowers, 41.3% more pods; 24.19% more in pod length (cm), 46.4% more viable grains and 71.43% more in yield in kg / ha.

**Keywords:** Pollinating agents; autogamous pollination; pea cultivation.

## Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo determinar o impacto no rendimento da cultura da ervilha (*Pisum sativum* L). Var. Televisão por ação das abelhas (*Apis mellifera* L.) como agentes polinizadores, no cantão de Riobamba, província de Chimborazo, foi utilizado um delineamento de blocos completo, com três tratamentos e três repetições no total de nove unidades experimentais. Os parâmetros avaliados foram: entomofauna associada ao cultivo de ervilha, número de dias decorridos entre a polinização e a formação de vagens, porcentagem de flores fertilizadas, número de vagens por planta, comprimento de vagens, número de grãos viáveis por vagem e rendimento de grão jovem em kg/ha. O maior número de famílias (8) associadas ao cultivo foi da Ordem Hymenoptera. Os melhores resultados obtidos foram no tratamento T1 (túnel com tela entomológica mais abelhas), comparado ao T2 (túnel com tela antipulgas sem presença de insetos) nos seguintes parâmetros: menos dias (1,18) decorridos da polinização para formação de vagens, 30,8% mais flores polinizadas, 41,3% mais vagens; 24,19% a mais em comprimento de vagem (cm), 46,4% a mais de grãos viáveis e 71,43% a mais em rendimento em kg/ha.

**Palavras-Chave:** Agentes polinizadores; polinização autogâmica; cultivo de ervilha.

## Introducción

La arveja es una leguminosa de especial importancia considerada alimento básico en la canasta familiar, por ser fuente de carbohidratos, vitaminas y proteínas (Klein y Kurilich, 2001). También es fuente de antioxidantes naturales los cuales se asocian a la prevención de desórdenes de salud tales como el cáncer, la diabetes y las enfermedades cardíacas (Shewfelty Rosario, 2000).

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 o 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 legumbres y dentro de este grupo se encuentra la Arveja (*Pisum sativum* L.). (Aguado *et al.*, 2015)

### **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)

### **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)

### **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)

### **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)

### **La entomofauna asociada en relación a la polinización de leguminosas**

Las leguminosas son visitadas principalmente por insectos del orden Himenóptera. 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 (Apidos), como *Apis mellifera* y *Bombus terratriscis* son polinizadores de leguminosas. Cuando estas especies alcanza 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).

### **Materiales y Métodos**

La investigación se realizó en la parroquia Licán, (Latitud de 9816872 UTM, Longitud 758188 UTM y Altitud: 2821msnm), Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, Con una zona de vida que Según Holdridge (1992), corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (eeMB). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres tratamientos (T1 Cultivo de Arveja dentro del túnel cubierto con malla entomológica en el cual se colocaron las abejas (*Apis mellifera* L.) para la polinización, T2 Cultivo de Arveja dentro del túnel cubierto con malla anti áfidos en el

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

---

cual no se permitió el ingreso de ningún insecto y T3 Testigo Cultivo a campo abierto) con tres repeticiones, dando un total de 9 unidades experimentales. Se realizó el análisis de varianza, se determinó el coeficiente de variación para cada una de las variables expresado en porcentaje. Se utilizó la prueba de Tukey al 5% cuando se encontraron diferencias significativas.

En el área total del ensayo que fue de 476.0m<sup>2</sup> se construyó dos invernaderos tipo mini túnel de 24,70m de largo x 3m de ancho y 1.70m de altura, en cuyo interior se cultivó arveja, En el tratamiento T1 el túnel estuvo cubierto con malla entomológica para impedir la salida de abejas y se introdujo una colmena de (*Apis mellifera* L) con 600 individuos; el tratamiento T2 se cubrió con una malla antiafidos para impedir el ingreso insectos de ninguna especie y el tratamiento T3 el cultivo de arveja a campo abierto. Se determinó la parcela neta en cada uno de los tres tratamientos y se sortearon 10 plantas por tratamiento para su seguimiento y evaluación.

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.

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

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:

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

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.



Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
 (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

Se contabilizó el número de granos viables 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.

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

## Resultados y Discusión

### 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.** Entomofauna asociada en el cultivo de Arveja

Orden	Suborden	Familia	Genero	Especie
<b>Coleóptera</b>	Polyphaga	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i>	<i>convergens</i>
	Polyphaga	Elateridae	–	–
	Polyphaga	Chrysomelidae	–	–
	Polyphaga	Curculionidae	–	–
	Polyphaga	Carabiadae	–	–
	Polyphaga	Staphylinidae	<i>Apis</i>	<i>mellifera</i>
<b>Himenóptera</b>	Apocrita	Apidae	–	–
	Apocrita	Pompilidae	–	–
	Apocrita	Sphecidae	–	–
	Apocrita	Ichneumonidae	–	–
	Apocrita	Braconidae	–	–
	Apocrita	Formicidae	–	–
				–

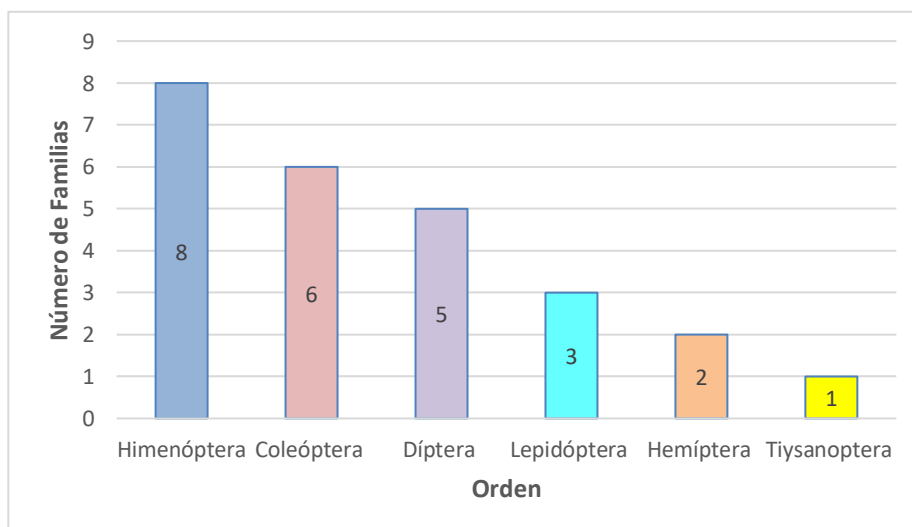


Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

<b>Díptera</b>	Apocrita	Vespidae	-	-
	Apocrita	Scoliidae	-	-
	Cyclorrhapha	Syrphidae	-	-
	Cyclorrhapha	Muscidae	-	-
	Cyclorrhapha	Tephritidae	-	-
	Cyclorrhapha	Tachinidae	-	-
	Cyclorrhapha	Otitidae	-	-
<b>Lepidóptera</b>	Frenatae	Pyralidae		
	Frenatae	Zygaenidae		
	Glossata	Nymphalidae		
<b>Thysanoptera</b>	Terebrantia	Tripidae		
<b>Hemíptera</b>	Homóptera	Aphididae		
	Homóptera	Cicadidae		

Fuente: (Espinoza, A., García, J. 2020) Laboratorio de entomología de la Espoch.

Gráfico 1. Entomofauna asociada en el 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, Scoliididae); 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, Scoliididae ). Lo que concuerda. (Viejo & Ornos, 1997) Quien manifiesta que los insectos polinizadores que aparecen en las flores de leguminosas se encuentran varias familias de coleópteros (Chrysomelidae), dípteros (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 setas o estructuras más complejas en sus patas para poder transportar el polen y contribuir de manera efectiva en la polinización.

### **Número de días transcurridos 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%.

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

**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
<b>Repeticiones</b>	0,00082	2	0,0004	0,04	0,9607	ns
<b>Tratamientos</b>	0,3	2	0,15	14,61	0,0145	*
<b>Error</b>	0,04	4	0,01			
<b>Total</b>	0,34	8				

**C.V. = 4,97%**

**Elaboración:** García (2020)

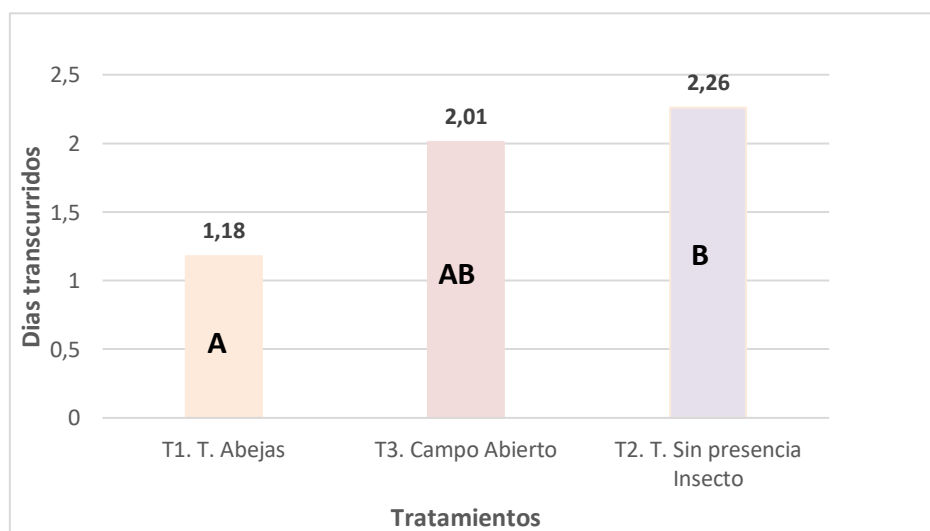
P > 0,01 y > 0,05 ns

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 antifidos 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 se observa una mayor atracción de abejas para las plantas cultivadas a una temperatura del aire diurna de 28°C, temperatura del aire nocturno entre 22 y 26°C.

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 lo que coinciden con (Boerger, 1973) quien manifiesta que 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.

### **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%.

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

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

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
<b>Repeticiones</b>	0,43	2	0,21	0,03	0,9691	ns
<b>Tratamientos</b>	1394,26	2	697,13	103,42	0,0004	**
<b>Error</b>	26,96	4	6,74			
<b>Total</b>	1421,65	8				
<b>C.V. = 3, 49%</b>						

**Elaboración:** García (2020)

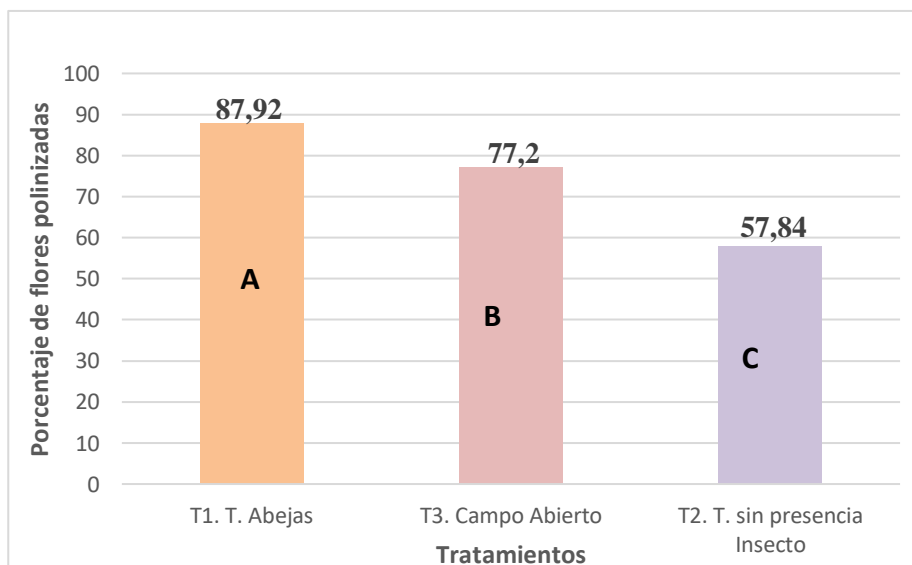
P > 0,01 y > 0,05 ns

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



Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

---

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.

### **Número de vainas por planta**

El Análisis de varianza para el número de vainas por planta Cuadro 4. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 4.39

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para el número de vainas por planta

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
<b>Repeticiones</b>	0,35	2	0,17	0,42	0,6824	ns
<b>Tratamientos</b>	85,05	2	42,52	103,30	0,0004	**
<b>Error</b>	1,65	4	0,41			
<b>Total</b>	87,04	8				

**C.V. = 4, 39%**

**Elaboración:** García (2020)

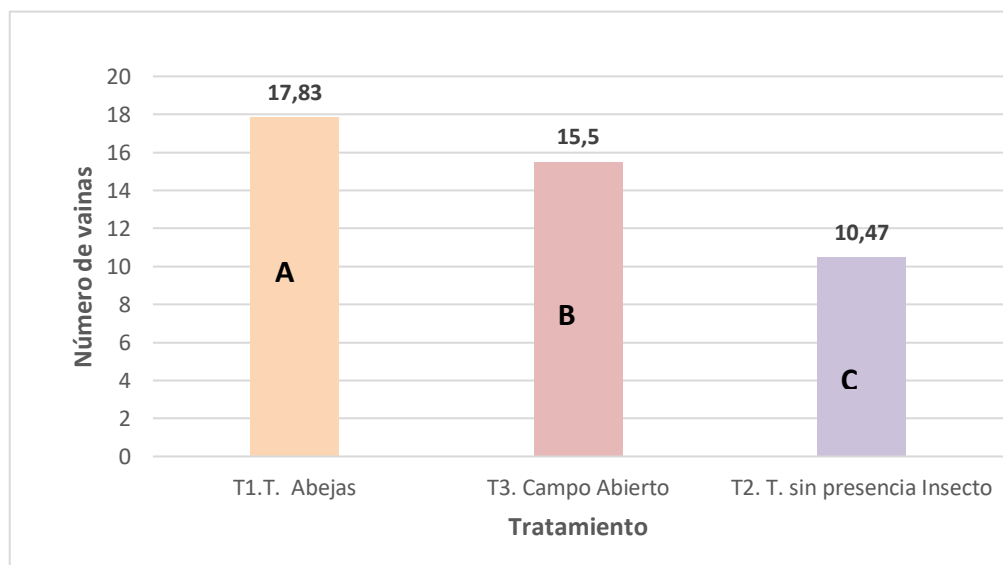
P > 0,01 y > 0,05 ns

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 4). 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 4.** Número de vainas por planta





Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

---

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.

### **Longitud de la vaina**

El Análisis de varianza para la longitud de la vaina Cuadro 5. Se observa diferencias altamente significativas entre tratamientos con un porcentaje de variación de 1.82%.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la longitud de la vaina (cm)

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor	Significancia
<b>Repeticiones</b>	0,21	2	0,11	2,59	0,1901	ns
<b>Tratamientos</b>	14,92	2	7,47	183,29	0,0001	**
<b>Error</b>	0,16	4	0,04			
<b>Total</b>	15,29	8				
<b>C.V. = 1,89%</b>						

**Elaboración:** García (2020)

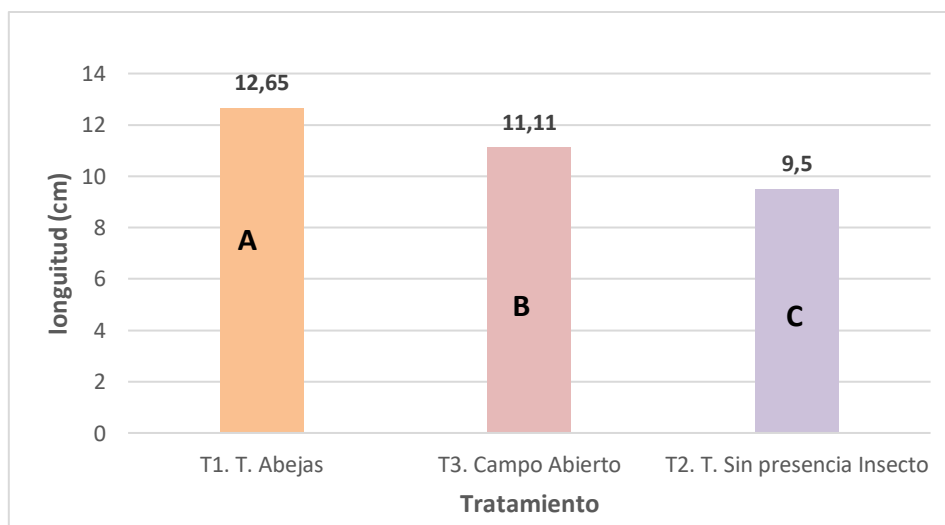
P > 0,01 y > 0,05 ns

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 5). 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 5.** 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

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

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 (Castañeda et al., 2012) quien manifiesta que la polinización entomológica tiene como función primordial incrementar la cantidad y calidad de frutos en una planta

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.

### Número de granos viables por vaina

El análisis de varianza para el número de granos viables por vaina Cuadro 6. Presenta diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 3.21%.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para el número de granos viables por vaina

F.V.	SC	gL	CM	F	p-valor	Significancia
<b>Repeticiones</b>	0,10	2	0,05	1,17	0,3973	ns
<b>Tratamientos</b>	22,51	2	11,25	260,69	0,0001	**
<b>Error</b>	0,17	4	0,04			
<b>Total</b>	22,78	8				

**C.V. = 3,21%**

**Elaboración:** García (2020)

P > 0,01 y > 0,05 ns

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

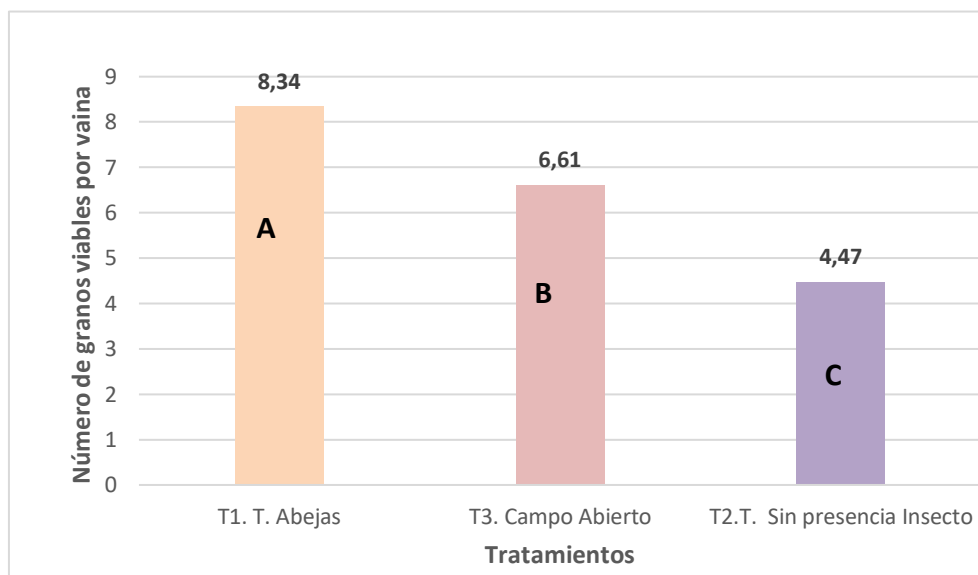
P < 0,01 y < 0,05 \*\*

En la prueba de Tukey al 5% para número de granos viables por vaina (Gráfico 6). Presenta tres rangos, el rango el rango “A” con el mayor número de granos viables por vaina, se encuentra el

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

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 6.** Número de granos viables 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

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

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 autógena, se puede incrementar la producción de semillas por vaina entre 37,8% al 82,3%, utilizando *Apis mellifera* como polinizador.

### Rendimiento de grano tierno en kg/ha

El Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha en grano tierno Cuadro 7. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Con un porcentaje de variación de 7.93%.

**Cuadro 7.** Análisis de Varianza para el rendimiento en grano tierno (kg/ha)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
<b>Repeticiones</b>	637477,62	2	318738,81	0,86	0,4888	ns
<b>Tratamientos</b>	113202001,33	2	56601000,66	152,83	0,0002	**
<b>Error</b>	1481395,40	4	370348,85			
<b>Total</b>	115320874,35	8				

**C.V. = 7,93%**

**Elaboración:** García (2020)

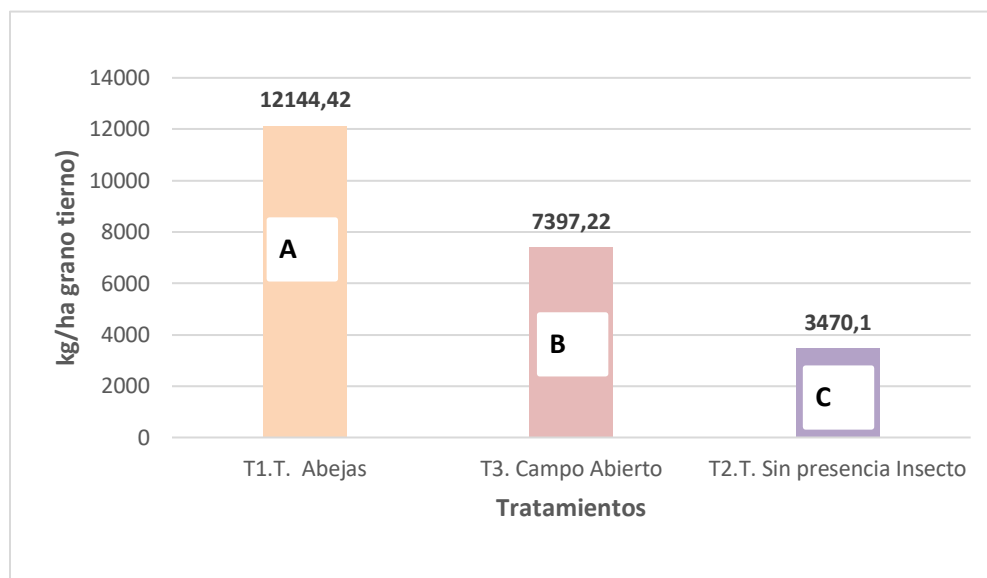
P > 0,01 y > 0,05 ns

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 7). 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 12144.42kg/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 3470.10kg/ha

**Gráfico 7.** 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 presento 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 (*Pisum 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.

## Conclusiones

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, tisanoptera , hemíptera), 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 ).

El tratamiento T1 (Túnel con malla entomológica más abejas), comparado con el T2 (Túnel con malla antiafidos sin presencia de insectos) fue el que presentó un menor número días (1,18) transcurridos desde la polinización a formación de vaina, 30.8% más de flores polinizadas, 41.3% más de vainas; 24.19% más en la longitud de vaina (cm), 46,4% más de granos viables y 71,43% más en rendimiento en kg/ha.

## Referencias

1. Aguado, O., Castiel, A., & Sandoval, E. (2015). *Guía de campo de los polinizadores en España*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
2. Boerger, A. (1973). *Manejo de polinizadores en semilleros de especies forrajeras*. La Estanzuela, Uruguay: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
3. 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>
4. Castañeda, S; Vásquez, R. & Ballasteros, H.2012. Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre la cantidad y calidad del fruto en cultivo de naranja *Citrus sinensis*. *Vitae*. 19(1):66-S68
5. 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/>
6. 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>
7. Ecolmena. (2017). *Importancia de la polinización para una agricultura sostenible*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2019, de <https://ecolmena.com/la-importancia-de-la-polinizacion-para-una-agricultura-sostenible/>



Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

---

8. 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.
9. Garibaldi, L. A., Ashworth, L., Morales, C. L., & Chacoff, N. P. (2012). Los Polinizadores en la Agricultura. *Ciencia*(14), 35-43.
10. Guiomar, N. (2016). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - ICPA*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.
11. Holdrige, L. (1992). Clasificación ecológica de Chimborazo. En *Ecología basada en zonas de vida* (H. Jiménez, Trad.). San José, Costa Rica: ICA.p. 216.
12. Klein, B.P.; Kurilich, A.C. 2001. Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. *HortScience*. 35(4): 580-584.
13. Lardiz, J. (2004). *Abejas y polinización de leguminosas*.
14. 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>
15. Maglianesi, A. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. *Ingeniería*, 26(1), 11-20.
16. 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>
17. Miñarro, M., García, D., Martínez-Sastre, R. (2018). *Los insectos polinizadores en la agricultura: importancia y gestión de su biodiversidad*.
18. 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.
19. 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.

20. 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](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-polinizacion_en_alfalfa_folleto.pdf)
21. 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.
22. Reyes, J., & Cano, P. (2005). *Manual de Polinización Apícola. La polinización de los cultivos por abejas*. Saltillo, Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
23. Robacker, C., Flottum, P. Sammataro, D., Erickson junior, E. *Effects of climatic and edaphic factors on soybean flowers and on the subsequent attractiveness of the plants to honeybees*. Field Crops Research, v. 6, p. 267-278, 1983
24. Shewfelt, D.L.; Rosario, B.A. 2000. The role of lipid peroxidation in storage disorders of fresh fruits and vegetables. HortScience. 35(4): 575-579
25. Sevilla, R. H. (2004). Recursos Genéticos Vegetales. Lima, Peru: Torre Azul.
26. 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.
27. Universidad Pública de Navarra. (2019). *morfología: flor*. Recuperado el Agosto 23 de 2019, de [https://www.unavarra.es/herbario/leguminosas/htm/flor\\_L.htm](https://www.unavarra.es/herbario/leguminosas/htm/flor_L.htm)
28. Vamosi, J.C., T.M. Knight, J. Streets, S.J. Mazer, M. Burd, and T-L. Ashman. (2006). *Pollination decays in biodiversity*. Estados Unidos.
29. Viejo, J., & Ornos, C. (1997). Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Bol. SEA*, 20, 71-74.
30. 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>
31. Vilmorin. (2012). *Arveja television*. Recuperado el 24 de septiembre de 2019, de <https://www.vilmorinmikado.com/>

Impacto de las Abejas (*Apis mellifera* L.) Como Agentes Polinizadores en el Rendimiento del cultivo de Arveja  
(*Pisum sativum* L.), Var. Televisión en el Cantón Riobamba

---

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).