



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



CARRERA DE AGROPECUARIA

Evaluación de diferentes dosis y frecuencias de aplicación de *Bacillus thuringiensis* para el manejo de *Pseudoplusia* en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)

Autor : Moreno Peñafiel Luis Roberto
Director de proyecto : Ing. Vaca Pazmiño, Eduardo Patricio Mgs.

INTRODUCCIÓN



Espinoza (2022) en Ecuador, la producción de este cultivo tiene una superficie de 1250 ha con un rendimiento de 13,2 tm/ha., se produce en valles cálidos de la serranía y trópico seco de la cosa, las provincias con mayor volumen de producción son Guayas y Manabí (Vaca, 2018).

Se ha evidenciado una restricción en la producción sostenible y la productividad; esto se debe al ataque de plagas, que afectan su rendimiento (Mohan & Joshih, 2020).

Estos efectos son producidos por insectos defoliadores, afectan en cualquier etapa fenológica. Cuando se encuentran en fase de pupa, ya que pueden consumir entre el 80% a 85% del alimento ingerido en todo su ciclo de vida (Dotti, 2019).

Pseudoplusia includens tiene alta relevancia en los cultivos, además se ha evidenciado su presencia en cucurbitáceas como plantas hospederas (Santivañez, y otros, 2016), sin embargo no existe información que respalde el nivel de daño que provoca sobre el pepino.



Las alternativas para controlar *P. includens* esta *Bacillus thuringiensis*. Existen estudios basados en la aplicación de esta bacteria; tal es el caso de Ezeta (2018), manifestó que, para regular las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* en maíz, deben utilizarse dosis 3 cc/l y 5 cc/l de Bt cada 7 días, logro un efecto del 0% de infestación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar diferentes dosis y frecuencias de aplicación de *Bacillus thuringiensis* para el manejo de pseudoplusia en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de las dosis y frecuencias de aplicación de *Bt* sobre el manejo de *P. includens*.
- Identificar los niveles de infestación del insecto *Pseudoplusia includens*
- Realizar el respectivo análisis estadístico respecto al porcentaje de incidencia de *Pseudoplusia includens*.

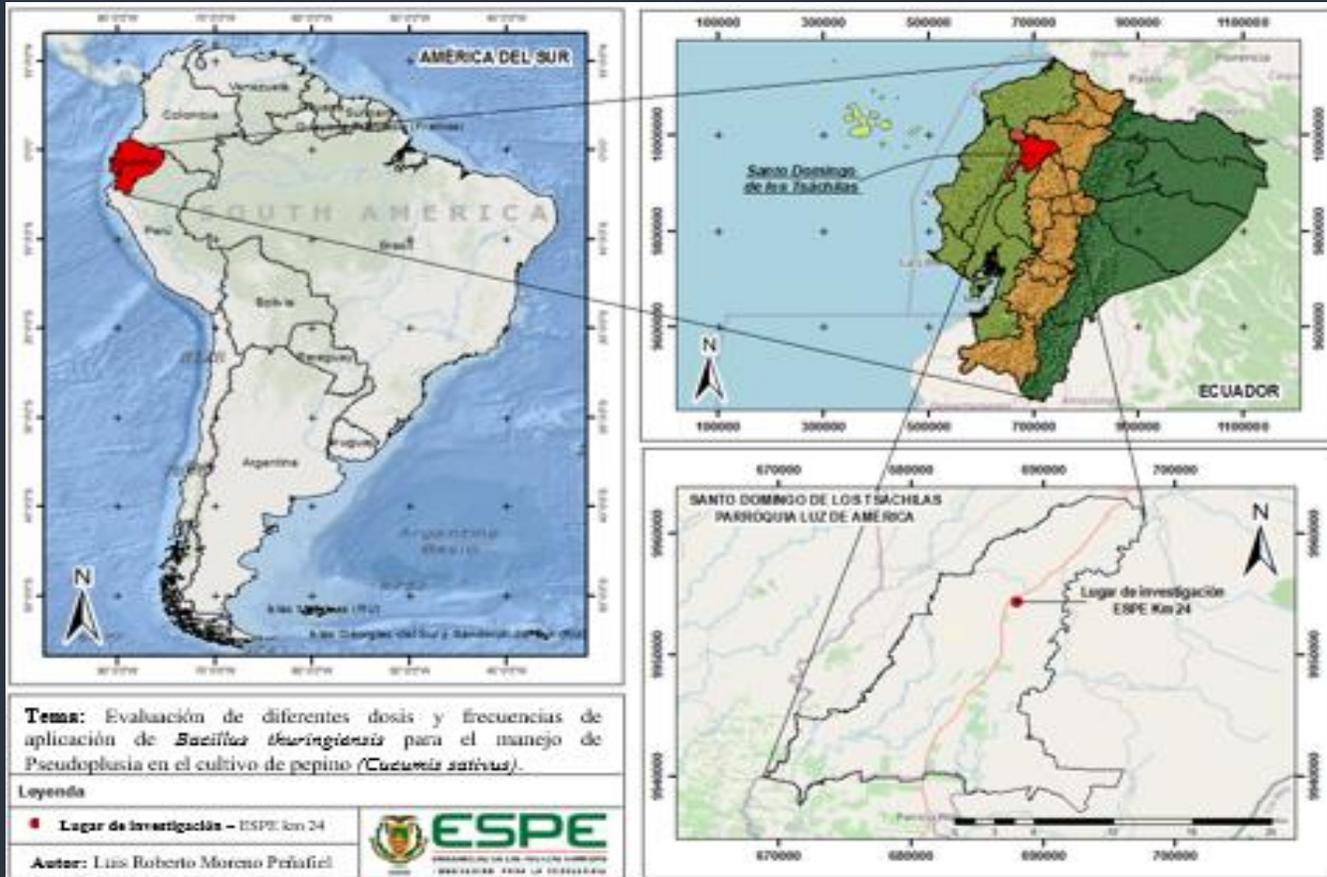
METODOLOGÍA

Ubicación geográfica

El sitio donde se llevó a cabo la investigación se ubica en las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 0°24'54''S

Longitud: 79°18'37''O



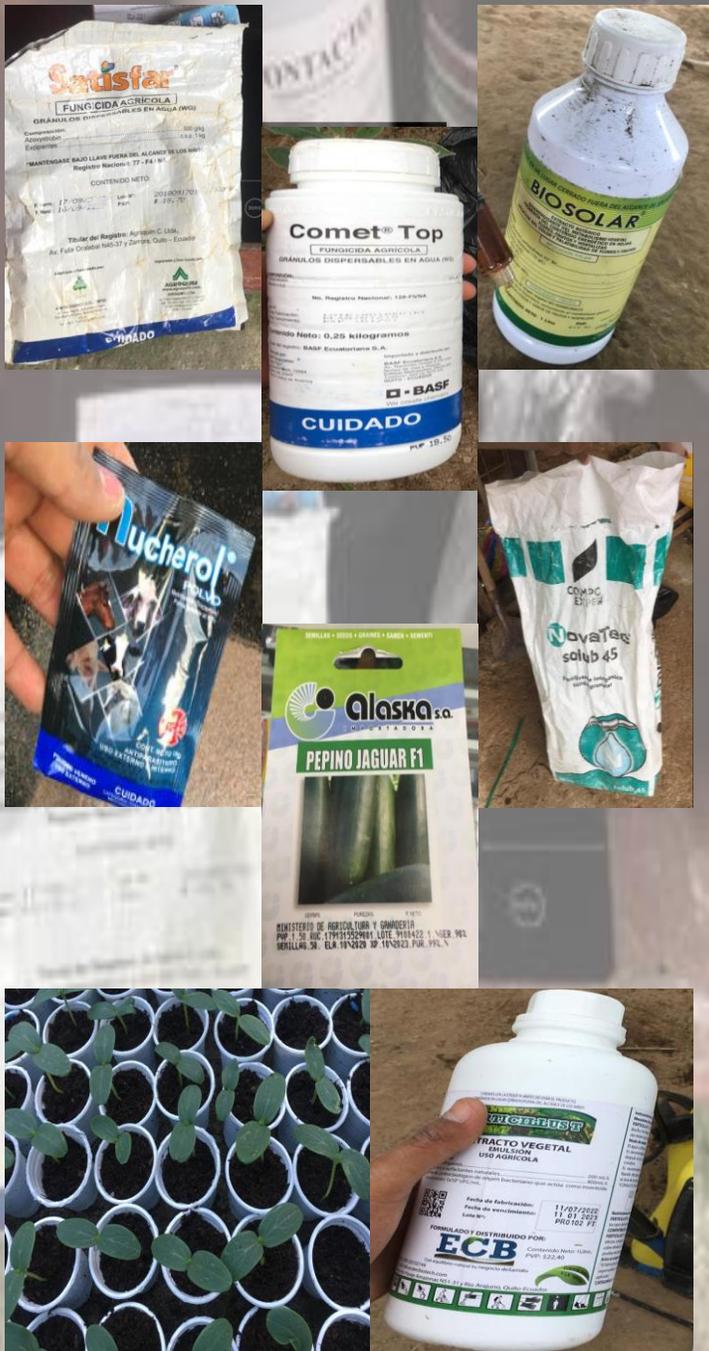
Ubicación ecológica

Zona de vida	Bosque húmedo tropical (bh-T)
Altitud	270 msnm
Temperatura	24-26 °C
Precipitación	2870 mm año
Humedad relativa	89%
Heliofanía	680 h/sol/año (1,86 h/sol/día)
Suelos	Franco arenoso

Ubicación política

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ubicada en la vía Santo Domingo – Quevedo km 24, Hacienda Zoila Luz en la Parroquia Luz de América de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas

MATERIALES



Materiales de campo	Materiales de oficina	Insumos	Equipos
Herramientas menores	Impresora	Semillas de pepino Jaguar F1	Tractor
Vasos de medición	Laptop	Bacillus Thuringiensis	Rastra
Jeringuilla		Fertilizante completo	Bomba de pulverización
Alambre #12		Turba	Bomba de agua
Alambre de púas		Propamocarb	
Piola tomatera		Neguvón	
Caña guadua		Glifosato	
Manguera		Biosolar	
		Azoxystrobina	
		Pyraclostrobin	
		Novatec Solub 45%	

DISEÑO EXPERIMENTAL

Factor para evaluar

Es la evaluación de las dosis y frecuencias de *Bacillus thuringiensis* sobre el manejo de *Pseudopplusia includens*.

El Diseño experimental utilizado fue un arreglo bifactorial A*B, direccionado a un DBCA con cuatro repeticiones.

Factores		Niveles	
Dosis de <i>Bacillus thuringiensis</i>	d1	1,25 cc/L	
	d2	2,20 cc/L	
	d3	3,10 cc/L	
	d4	4,05 cc/L	
	d5	5 cc/L	
Frecuencias de aplicación	f1	7 días	
	f2	15 días	

Tratamiento	Código	Descripción
T1	d1f1	1,25 cc/l + 7 días
T2	d1f2	1,25 cc/l + 15 días
T3	d2f1	2,20 cc/l + 7 días
T4	d2f2	2,20 cc/l + 15 días
T5	d3f1	3,10 cc/l + 7 días
T6	d3f2	3,10 cc/l + 15 días
T7	d4f1	4,05 cc/l + 7 días
T8	d4f2	4,05 cc/l + 15 días
T9	d5f1	5 cc/l + 7 días
T10	d5f2	5 cc/l + 15 días

ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
A: Dosis de fungicida biológico	4
C ₁ = 5 cc/l vs 1,25 cc/l, 2,20 cc/l, 3,10 cc/l y 4,05 cc/l	1
C ₂ = 1,25 cc/l, 2,20 cc/l vs 3,10 cc/l y 4,05 cc/l	1
C ₃ = 1,25 cc/l vs 4,05 cc/l	1
C ₄ = 2,20 cc/l vs 3,10 cc/l	1
B: Frecuencias	1
Lineal	1
Interacción: Dosis de fungicida biológico x Frecuencias	4
Error experimental	27
Total	39
Coeficiente de variación	

COEFICIENTE DE VARIANZA

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{X} * 100$$

ANÁLISIS FUNCIONAL

Para determinar las diferencias significativas de las variables evaluadas se procedió a utilizar la prueba de Tukey 5%, además de realizar comparaciones ortogonales para el Factor A y el Factor B se procedió con polinomios ortogonales

Croquis de los tratamientos

CARACTERÍSTICAS DE LAS UE

Número de tratamientos	: 10
Número de repeticiones	: 4
Número de UE	: 40
Área total del ensayo	: 578 m ²
Largo	: 34 m
Ancho	: 17 m
Área de la UE	: 4,8 m ²
Largo	: 4.8 m
Ancho	: 1 m
Plantas por tratamiento	: 6
Distancia entre hileras	: 1 m
Distancia entre plantas	: 0,8 m
Plantas por sitio	: 1
Total, plantas del ensayo	: 722



MANEJO DEL ENSAYO



Preparación de suelo



Delimitación



Tutorado



Semillero

MANEJO DEL ENSAYO



Surcos



Fertilización base



Trasplante



Prevención de plagas

MANEJO DEL ENSAYO



Plantas a evaluar



Riego



Fertilización edáfica



Fertilización foliar

MANEJO DEL ENSAYO



Control de malezas



Control de enfermedades



Tratamientos



Acción de Bt sobre Pseudoplusia includens

VARIABLES MEDIDAS

PORCENTAJE DE INCIDENCIA

Los datos para realizar el porcentaje de incidencia se los obtuvo observando la presencia de daños ocasionados por *P. includens*, donde se contabilizó el número de hojas que tiene cada una de las plantas y el número de hojas afectadas. Para esta variable se utilizó la siguiente fórmula.

$$\%Incidencia = \frac{(N^{\circ} \text{ de hojas afectadas})}{N^{\circ} \text{ de hojas}} * 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Porcentaje de infestación de *Pseudoplusia includens*

ANOVA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		Línea base	1	2	3
Bloques	3	23,35	25,80	20,09	2,56
A: Dosis de fungicida biológico	4	43,47	27,16	15,91	9,06*
C ₁ = 5 cc/l vs 1,25 cc/l, 2,20 cc/l, 3,10 cc/l y 4,05 cc/l	1	9,78ns	28,32ns	14,39*	0,79ns
C ₂ = 1,25 cc/l, 2,20 cc/l vs 3,10 cc/l y 4,05 cc/l	1	13,39ns	10,35ns	13,17*	6,35*
C ₃ = 1,25 cc/l vs 4,05 cc/l	1	76,52ns	65,85*	29,92*	15,70*
C ₄ = 2,20 cc/l vs 3,10 cc/l	1	74,18ns	4,12ns	6,16ns	13,38*
B: Frecuencias	1	6,27	2,56	1,22	0,01
Lineal	1	6,27	2,56	1,22	0,01
Interacción: Dosis de fungicida biológico x Frecuencias	4	0,19	5,03	2,08	1,71
Error experimental	27	32,25	8,30	2,45	1,26
Total	39				
Coefficiente de variación		34,48	61,16	65,10	42,15

Se evidencia diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el factor A (Frecuencias), en la interacción de

C₃ = 1,25 cc/l vs 4,05 cc/l

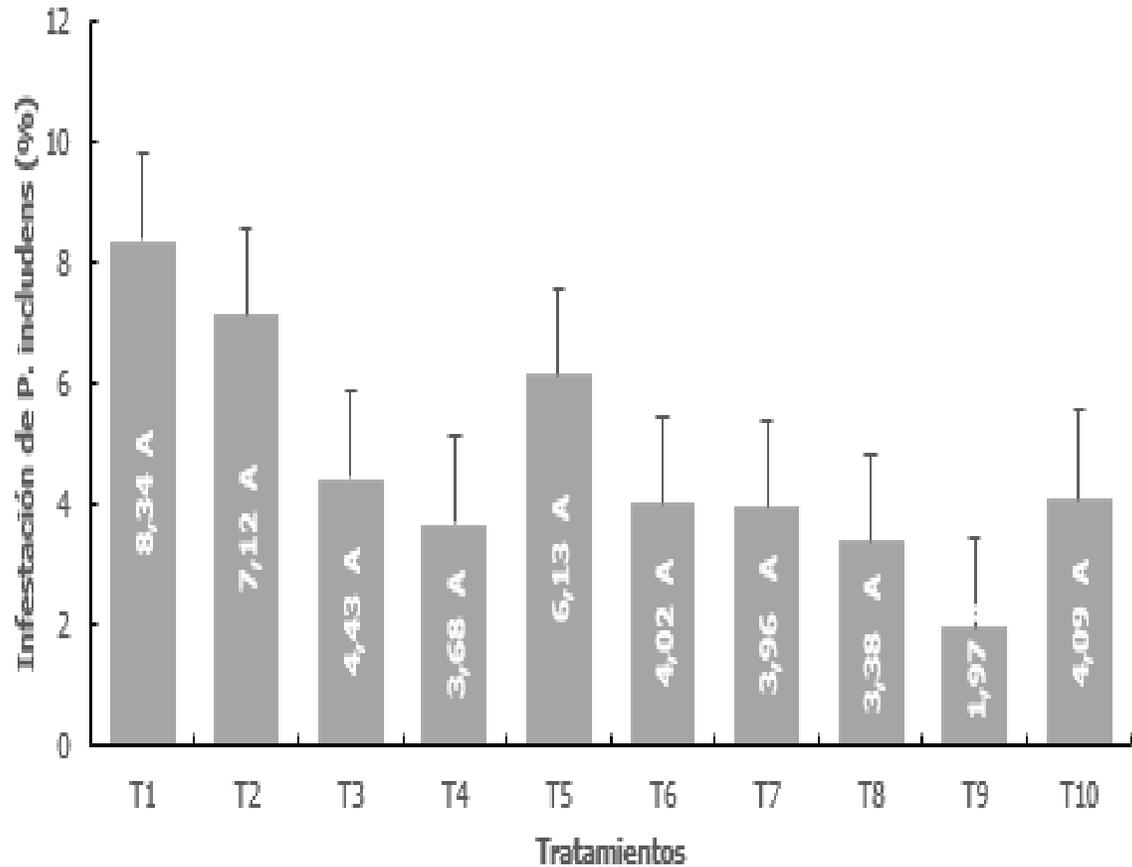
Desde la primera hasta la tercera toma de datos, puesto que existe un nivel de significancia menor al 5%.

La aplicación de las dosis del producto biocida orientado a mantener la sanidad de la plantación de pepino tiene efecto frente al ataque del *Pseudoplusia includens*.

El coeficiente de variación se encuentra dentro del rango permitido para las investigaciones de campo.

PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

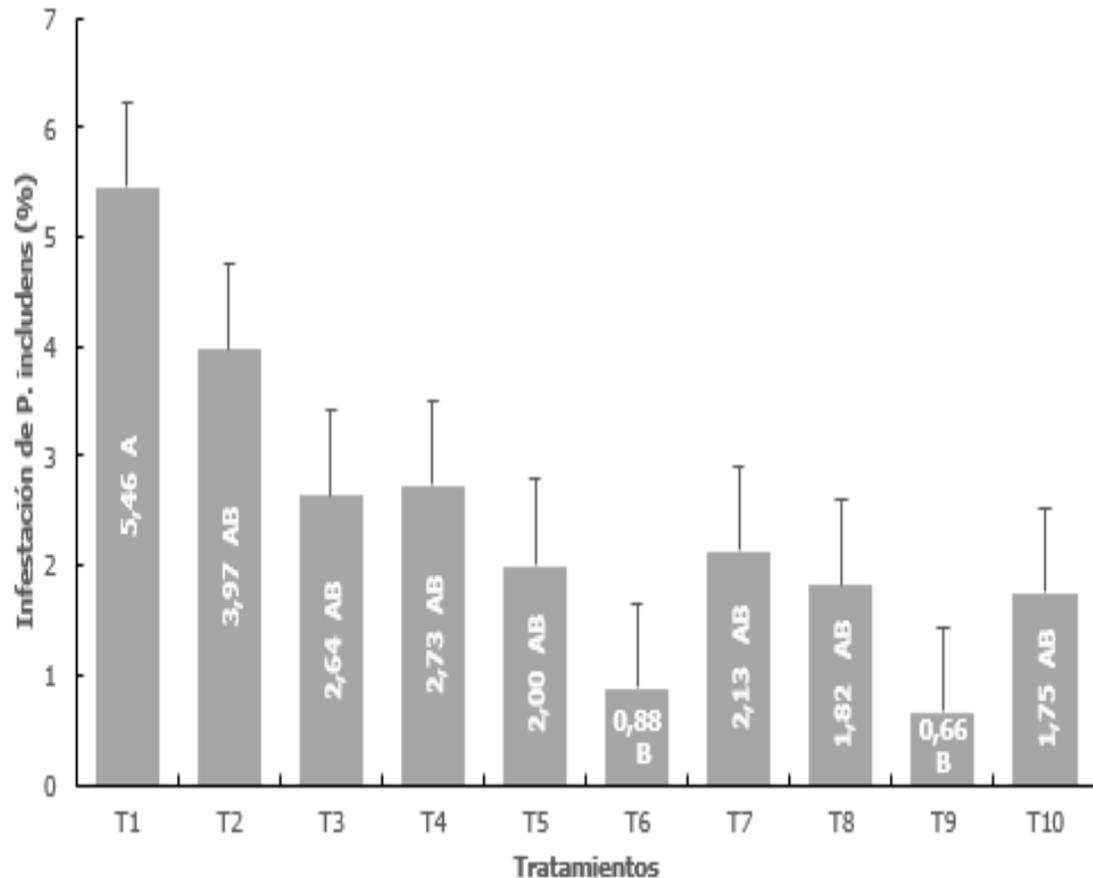
Variable infestación del *P. includens* (%) Primera toma de datos



- El contraste ortogonal permitió demostrar que los tratamientos no fueron diferentes entre sí, puesto que no se evidenció diferencia significativa en la primera evaluación.
- Se deduce, que durante los primeros 7 días no fue posible determinar diferencias entre los tratamientos utilizados sobre la reducción de la infestación de *P. includens*
- Los valores más altos de infestación de *P. includens* se presentan en T1 (1,25 cc/l cada 7 días) con 8,34%, T2 (1,25 cc/l cada 15 días) con 7,12% y T5 (3,10 cc/l cada 7 días) con 6,13%.

PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

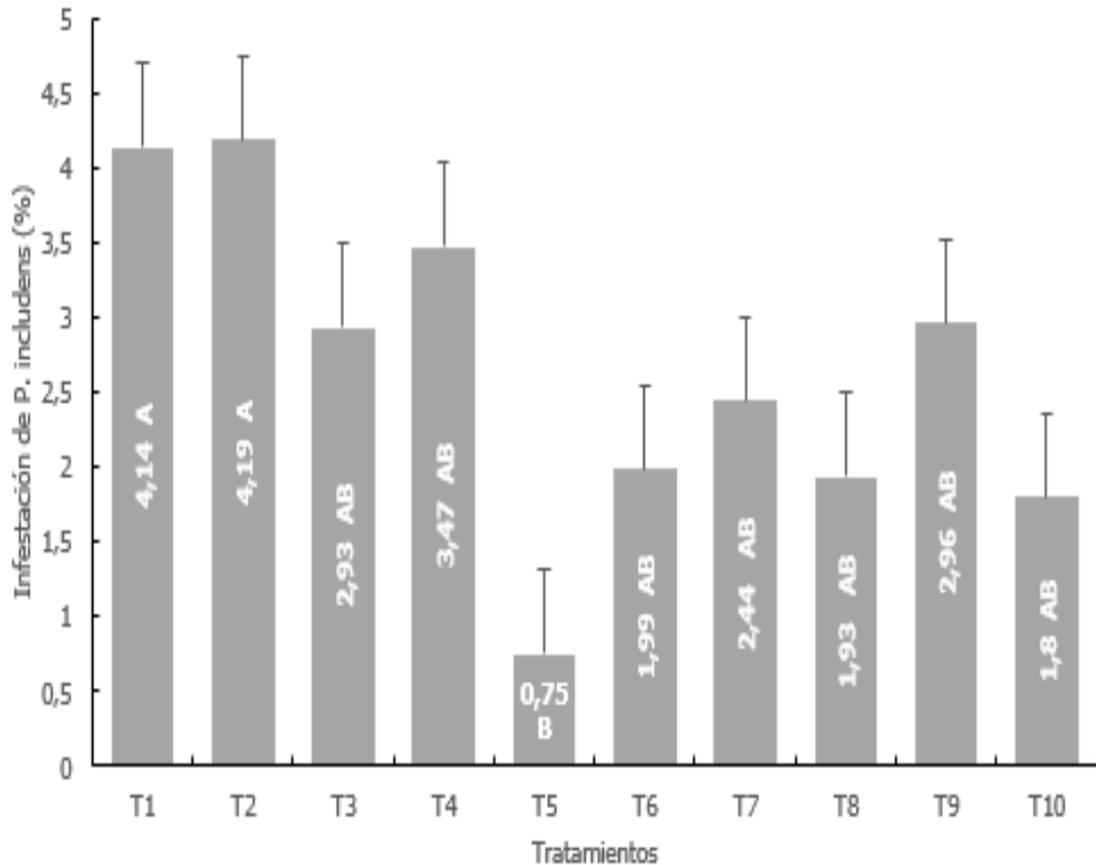
Variable infestación del *P. includens* (%) Segunda toma de datos



- En este caso, el contraste ortogonal demostró que los tratamientos son diferentes entre sí, puesto que se evidenció diferencia significativa en todas las comparaciones de las dosis.
Excepción de C4= 2,20 cc/l vs 3,10 cc/l.
- Se dedujo que las dosis y frecuencias tienen efecto sobre la reducción de la infestación de *P. includens* en el cultivo de pepino.
- El menor porcentaje se registró en T9 (5 cc/l cada 7 días) 0,66% y T6 (3,10 cc/l cada 15 días) 0,88%; mientras que, la mayor infestación se ubicó en T1 (1,25 cc/l cada 7 días) con 5,46%.

PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Variable infestación del *P. includens* (%) Tercera toma de datos



- Para esta variable, el contraste ortogonal demostró que los tratamientos son diferentes entre sí, se evidenció diferencia significativa en todas las comparaciones de las dosis.

Excepción de C1 = 5 cc/l vs 1,25 cc/l, 2,20 cc/l, 3,10 cc/l y 4,05 cc/l..

- Se dedujo que las dosis y frecuencias tienen efecto sobre la reducción de la infestación de *P. includens* en el cultivo de pepino.
- El menor porcentaje de infestación fue el T5 (3,10 cc/l cada 7 días) 0,75%, a diferencia de T1 (1,25 cc/l cada 7 días) y T2 (1,25 cc/l cada 15 días) que obtuvieron los valores con mayor porcentaje: 4,14% y 4,19% de manera respectiva.

PROMEDIO FINAL DEL PORCENTAJE DE INFESTACIÓN *Pseudoplusia includens*

Tratamientos		Linea base	Evaluaciones (%)		
A: Dosis	B: Frecuencia		1	2	3
1,25 cc/l	Cada 7 días	T1	11,57	8,34	5,46
1,25 cc/l	Cada 15 días	T2	10,83	7,12	3,97
2,20 cc/l	Cada 7 días	T3	5,30	4,43	2,64
2,20 cc/l	Cada 15 días	T4	5,83	3,68	2,73
3,10 cc/l	Cada 7 días	T5	10,54	6,13	2,00
3,10 cc/l	Cada 15 días	T6	9,21	4,02	0,88
4,05 cc/l	Cada 7 días	T7	4,45	3,96	2,13
4,05 cc/l	Cada 15 días	T8	9,20	3,38	1,82
5 cc/l	Cada 7 días	T9	13,19	1,97	0,66
5 cc/l	Cada 15 días	T10	6,01	4,09	1,75

El porcentaje de infestación en las evaluaciones realizadas; se detalla que el tratamiento más bajo fue T5 (3,10 cc/l cada 7 días) con 0,75% en la tercera evaluación; mientras que la mayor infestación estuvo representada por T2 (1,25 cc/l cada 15 días) con 4,19%.

En larvas como *Spodoptera frugiperda* en maíz, Ezeta (2018) hallaron efectos con 3 cc/l y 5 cc/l de Bt cada 7 días, logro un efecto del 0% de infestación; dichos valores se asemejan al efecto de la dosis de 3,10 cc/l cada 7 días, que en este caso obtuvo un porcentaje de infestación de 0,75%.

Ibrahim y otros (2011) manifiestan que *Bt* es un potente biocida para larvas en primeros estadios.

Santos (2021) *Bt*, se le atribuye su efecto en larvas de lepidópteros como también en dípteros y coleópteros; a través de la ingestión afectando al revestimiento intestinal, lo que altera el equilibrio en su correcto funcionamiento.

Sotelo y Zelaya (2004) utilizaron Dipel 8L a base de Bt en dosis de 3,5 cc/l cada 7 días; obteniendo finalmente a los 33 dds rangos entre 0,125 y 0,237 larvas/planta en el cultivo de maíz.

Sarmiento y Rázuri (1978) en su estudio en maíz, hallaron un nivel de daño de 2,0% y 3,35% en dosis de 15 kg/ha y 10 kg/ha de Dipel G al 1% de manera respectiva, luego de realizar las aplicaciones con 7 días de diferencia entre cada una.

Con relación a la investigación de (Drouet, 2018) sobre el efecto que tiene *Bacillus thuringiensis* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*, mencionan que las dosis más eficaces para dicho control son 7,5 cc/L y 6,25 cc/L obteniendo de tal forma un porcentaje promedio de infestación de 15,50% y 16,50% respectivamente.

CONCLUSIONES

- Se concluye que todas las dosis y frecuencias de aplicación de *Bacillus thuringiensis* contribuyeron a mantener baja la población de *Pseudoplusia includens* en el cultivo de pepino.
- Los niveles de infestación de *Pseudoplusia includens*, cambiaron a partir de la primera aplicación de *Bacillus thuringiensis*; sin embargo, se identificó una menor infestación al finalizar la investigación del T5 (3,10 cc/l cada 7 días) con 0,75% de daño, seguido por T10 (5 cc/l cada 15 días) con 1,80% y T8 (4,05 cc/l cada 15 días) con 1,93% de daño.
- La dosis y frecuencia ideal de aplicación de *Bacillus thuringiensis* para el manejo de *Pseudoplusia includens* en el cultivo de pepino, fue de 3,10 cc/l cada 7 días.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda integrar al manejo fitosanitario del cultivo el *Bacillus thuringiensis* para el control de *Pseudoplusia includens* en dosis de 3,10 cc/l cada 7 días.
- Para garantizar la efectividad de las aplicaciones se recomienda efectuar el control de *Pseudoplusia includens* en horas de la mañana, debido a que las condiciones climáticas son ideales para la aplicación del producto, esto es por tratarse de bacterias.
- Para mejorar la eficiencia de las aplicaciones se debe utilizar boquillas y bombas libres de restos de pesticidas, así como agua libre de cloro.
- Se recomienda realizar otras investigaciones tomando como base los mejores tratamientos obtenidos en este estudio, para ajustar dosis y frecuencias que generen un mejor costo/beneficio.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN