



PARASITISMO DE *Billaea claripalpis* SOBRE LARVAS DE *Diatraea saccharalis* EN CONDICIONES DE CAMPO


PARASITISM OF *Billaea claripalpis* ON LARVAE OF *Diatraea saccharalis* IN FIELD CONDITIONS

Charles Frank Saldaña-Chafloque^{1(*)}; Aureliano Florencio Ramírez-Cruz²; Julio Chico-Ruíz²


¹Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja. Huancavelica. Perú.

²Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú.


Charles Frank Saldaña-Chafloque:

 <https://orcid.org/0000-0001-9537-2680>

Aureliano Ramírez-Cruz:

 <https://orcid.org/0000-0001-7616-9580>

Julio Chico-Ruíz:

 <https://orcid.org/0000-0002-7287-321X>

Artículo original

Recibido: 16 de noviembre 2020
Aceptado: 15 de abril 2021

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el parasitismo de hembras grávidas y no grávidas de *Billaea claripalpis* sobre larvas de diferentes instares de *Diatraea saccharalis*, en el cultivo de caña de azúcar. En el Valle de Virú, se observó que los tratamientos que presentaron mayor parasitismo fueron T1: liberación de hembras no grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 40 parejas/ha y T2: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 50 parejas/ha, con 57,56% y 57,94% respectivamente; el menor parasitismo se presentó en el T3: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 40 parejas/ha con 50,93%. En condiciones desérticas de la zona de Alto Salaverry, el T1: liberación de hembras no grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 60 parejas/ha, obtuvo el mayor parasitismo con 51%, además, los tratamientos en donde se obtuvo menor parasitismo fueron el T2: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 80 parejas/ha y T3: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 60 parejas/ha, con 32,01% y 37,66% respectivamente. En las pruebas de regresión lineal, $r = -0,81$ y $R^2 = 0,8535$, muestran una correlación negativa.

Palabras clave: Agroecosistema, *Billaea claripalpis*, caña de azúcar, *Diatraea saccharalis*, parasitismo.

Abstract

The main purpose of this research is find out the parasitism of gravid and non-gravid females of *Billaea claripalpis* larvae of *Diatraea saccharalis* in sugarcane fields. At viru valley we can observed the treatments has the highest parasitism were T1: release of non-gravid *B. claripalpis* females at a dose of 40 pairs/ha and T2: release of gravid *B. claripalpis* females at a dose of 50 pairs/ha, with 57.56% and 57.94% respectively, likewise, the lowest parasitism occurred in T3: release of gravid *B. claripalpis* females at a dose of 40 pairs/ha with 50.93%. In desert conditions in the Alto Salaverry area, T1: release of non-gravid females of *B. claripalpis* at a dose of 60 pairs/ha, obtained the highest parasitism with 51%. Also, the treatments that obtained the least parasitism were T2: release of gravid females of *B. claripalpis* at a dose of 80 pairs/ha and T3: release of gravid females of *B. claripalpis* at a dose of 60 pairs/ha, with 32.01% and 37.66% respectively. In the linear regression tests, $r = -0.81$ and $R^2 = 0.8535$, show a negative correlation.

Keyword: Agroecosystem, *Billaea claripalpis*, *Diatraea saccharalis*, parasitism, sugar cane.

* **Autor para correspondencia:** E mail: charles.saldana.chafloque@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.05>

Citar como:

Saldaña-Chafloque, C., Ramírez-Cruz, A., Chico-Ruíz, J. 2021. Parasitismo de *Billaea claripalpis* sobre larvas de *Diatraea saccharalis* en condiciones de campo. REBIOL, 41(1):49-58.

1. Introducción

En el cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., existe una gran variedad de insectos plaga que afectan al cultivo, salvo algunas especies que son cosmopolitas, que poseen una distribución geográfica limitada, trasladándose de otras gramíneas para alimentarse de la caña de azúcar (Sánchez et al., 2019). El representante más importante de este grupo son algunos insectos de barrenadores, siendo *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Pyralidae), la de vital importancia económica que ataca al cultivo de caña de azúcar, en América (Astola & Narrea, 2019; Leyton et al., 2018; Saldaña & Ayquipa, 2021; Sánchez et al., 2019).

El daño causado por *D. saccharalis* que, en su estado larval, ataca los brotes jóvenes, barrenando los tallos, provoca pérdidas económicas a la industria azucarera de nuestro país, motivo por el cual se debe dar prioridad al control biológico, incluyendo los monitoreos, liberaciones de *Billaea claripalpis* Wulp. (Diptera: Tachinidae) criadas en laboratorio (Echeverri-Rubiano et al., 2017; Pollack et al., 2018; Velez et al., 2020).

Las larvas recién nacidas de esta plaga se alimentan del parénquima foliar y migran hacia el tallo de la caña, donde penetran después del segundo estadio larvario, alimentándose de los tejidos conductores de la planta, construyendo túneles y finalmente dejando el tallo como polillas (Solis & Metz, 2016; Vargas et al., 2015). Los barrenadores del tallo pueden reducir significativamente el rendimiento del cultivo al disminuir el peso del tallo, en algunos casos, puede causar la muerte de la planta. Pérdidas por el daño del barrenador del tallo se han estimado en alrededor del 0,83% del peso de la caña y un rendimiento adicional del 0,26% en la molienda por ha para cada unidad de porcentaje de entrenudos perforados (Vargas et al., 2015). El control biológico, utiliza parasitoides de larvas demostrando ser eficaz en controlar a *D. saccharalis* en América Latina (Arboleda & Vargas, 2019; Solis & Metz, 2016; Vargas et al., 2015).

El control biológico en los agroecosistemas se ve beneficiado dada la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas incorporando componentes diversos como son los cultivos, artrópodos y microorganismos asociados, así como los componentes geográficos, climáticos, edáficos, humanos y socioeconómicos (Gil & López, 2017).

El control de *D. saccharalis*, se ha fundamentado en el control biológico, con las liberaciones de biocontroladores como *B. claripalpis*, que en su estado larval parasita las larvas del barrenador en estudio y se alimenta de ellas provocando la disminución de la población de la plaga (Rodríguez, 2015). La distribución de *B. claripalpis* mosca nativa, abarca desde los Estados Unidos, hasta Argentina incluyendo los países caribeños (Morales, 2008). La acción parasítica de la mosca nativa es específica para las especies del género *Diatraea*, siendo su hábito permanecer dentro de los tallos de caña de azúcar, lo que imposibilita otro tipo de control y por ello solo el control biológico lograría provocar la muerte de las larvas (Arispe et al., 2019; Zúñiga & Soto, 2018).

La hembra de *B. claripalpis* es larvípara, deja sus maggots en los orificios de los tallos de la caña de azúcar dañados por *D. saccharalis*, así estas irán en busca de las larvas de la plaga siendo atraídos por la oscuridad del túnel o por el olor del mismo huésped (Rodríguez, 2015). Luego que *B. claripalpis* completa su estado larval dentro de la plaga, está la abandona y en la etapa final se transforma en pupario; 14 días después de la emergencia del adulto comienza la acción de parasitación sobre las larvas de *D. saccharalis* (Rodríguez, 2015; Suárez et al., 2018). Asimismo, en investigaciones recientes en el valle del río Cauca en Colombia, se logró determinar que el parasitismo de *B. claripalpis* llegaría a 28% considerándose de gran relevancia en la regulación de *D. saccharalis* (Vargas et al., 2015); en La Libertad, Perú, el rol que desarrolla *B. claripalpis* como excelente parasitoide de *D. saccharalis* ocasionando la disminución de los niveles de daño provocado por esta plaga en el cultivo de caña de azúcar (Limo, 2017; Ludeña, 2014); también en el Ingenio Risaldala en Colombia, el manejo de la plaga *D. saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar para mantenerla en niveles por debajo del umbral de daño económico es necesaria la liberación del parasitoide *B. claripalpis* a los seis meses de edad del cultivo (Gómez, 2014); además, en Virú, Perú, pruebas realizadas del parasitismo de *B. claripalpis* criadas en laboratorio en diferentes huéspedes lograron parasitaciones de 34% a 44% en campo sobre la *D. saccharalis* la plaga clave del cultivo de caña de azúcar (Saldaña, 2019).

En la actualidad, el papel que desempeña *B. claripalpis*, como eficaz biocontrolador de larvas de *D. saccharalis*, permite disminuir el nivel de daño en el cultivo de caña de azúcar; es por ello que el objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de parasitismo de *B. claripalpis* sobre las larvas de *D. saccharalis*, en el cultivo de caña de azúcar en condiciones de la zona desértica de Alto Salaverry y en el valle de Virú. La Libertad – Perú.

2. Materiales y Métodos

Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en dos zonas, la primera en los campos de caña de azúcar Santa Clara I, con una superficie de 23,66 has, ubicada en el Sector de Huancaquito Alto, provincia de Virú y la segunda en el campo San Miguel, zona desértica con una superficie de 24,87 has, del sector Alto Salaverry, provincia de Virú. Asimismo, se procedió con la toma de datos climáticos de ambos lugares.

Liberación de *B. claripalpis*

El material biológico fue entregado por una empresa de crianza de controladores biológicos, en parejas (macho y hembra) en proporción (1: 1), luego se procedió con las liberaciones de hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis* en parejas/ha, en los campos de Santa Clara I y San Miguel respectivamente, sembrados con la variedad CC87-434, caña soca, al sexto mes de edad del cultivo, cuya dosificación y condiciones a liberar se detalla en los tratamientos de la tabla 1. Asimismo, cabe indicar que no se utilizó un tratamiento testigo debido a que los campos de caña de azúcar son atacados por *D. saccharalis* y al no haber un control biológico provocaría daños a nivel económico.

Tabla 1. Tratamientos de las evaluaciones de parasitismo de hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis*, sobre larvas de *D. saccharalis*, en condiciones del Valle de Virú y desierto de Alto Salaverry.

Tratamiento	Hembra de <i>B. claripalpis</i>	Dosis (parejas/ha)
Campo Santa Clara I, condiciones de Valle		
T1	No grávida	40
T2	Grávida	50
T3	Grávida	40
Campo San Miguel, condiciones de Desierto		
T1	No gravida	60
T2	Grávida	80
T3	Grávida	60

Evaluaciones del Parasitismo

Se realizaron evaluaciones mensuales de parasitismo de *B. claripalpis*, desde el sexto mes de edad de cultivo, hasta el décimo primer mes y al momento de la cosecha que fue al décimo sexto mes.

Para el proceso de evaluaciones se tomó una muestra de 120 tallos/cuartel, distribuidas en zigzag, posteriormente se procedió con las evaluaciones de parasitismo que

consistía en cortar la caña, con un machete, en dos mitades longitudinales. El porcentaje de parasitismo fue calculado con base en el número de larvas y pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *B. claripalpis* así como el total de estados de desarrollo de *D. saccharalis*, según la siguiente fórmula, siendo los indicadores de parasitismo la presencia del parasitoide en los estados de larva y pupa en *D. saccharalis* (Badilla, 2002; Vargas & Gomez, 2005):

$$\text{Parasitismo (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{ formas biológicas del parasitoide}}{N^{\circ} \text{ formas biológicas del parasitoide} + N^{\circ} \text{ formas biológicas de la plaga}} \times 100$$

Evaluación de la Infestación e Intensidad de Infestación de *D. saccharalis* a la cosecha.

Cuando la caña de azúcar se cosechó al décimo sexto mes, se procedió con la toma de muestra de 120 tallos/cuartel, posteriormente se realizó la determinación de la infestación, que se define como el porcentaje de cañas barrenadas y la intensidad de infestación, como el porcentaje de entrenudos barrenados por *D. saccharalis* (Badilla, 2002; Vargas & Gomez, 2005):

$$\text{Infestación (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{ de cañas barrenadas}}{\text{Total de cañas}} \times 100$$

$$\text{Intensidad Infestación (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{ de entrenudos barrenados}}{\text{Total de entrenudos}} \times 100$$

Determinación de regresión y la correlación entre el porcentaje de intensidad de infestación y el parasitismo

Para la determinación del grado de asociación entre *D. saccharalis* y *B. claripalpis*, se procedió a realizar el modelo de regresión lineal entre el porcentaje de intensidad de infestación y el parasitismo (Badilla, 2002; Vargas & Gomez, 2005).

Análisis estadístico

Se realizaron cuatro repeticiones por cada tratamiento, con un diseño de bloques completamente al azar utilizando el Software Estadístico Info Stat, versión 1.1., efectuándose el análisis de varianza y la prueba Tukey, con una probabilidad de 0,05 (Carreño & Mayorga, 2017; Flores-Ruiz et al., 2017; González et al., 2019; Herrera et al., 2016; Reyes & Maturel, 2015; Vera, 2019).

3. Resultados

Tabla 2. Análisis de varianza del efecto parasítico de hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis*, sobre larvas de *D. saccharalis*, en condiciones de Valle y Desierto. Virú. La Libertad. 2018 – 2019.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado Medio	F calculado	p-valor
Campo Santa Clara I, condiciones de Valle					
Modelo	870,60	2	435,30	3,64	0,0307
Tratamiento	870,60	2	435,30	3,64	0,0307
Error	9692,49	81	119,66		
Total	10563,09	83			
Campo San Miguel, condiciones de Desierto					
Modelo	5458,76	2	2729,38	21,55	<0,0001
Tratamiento	5458,76	2	2729,38	21,55	<0,0001
Error	10259,43	81	126,66		
Total	15718,19	83			

Las medias en común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

Tabla 3. Separación de medias por medio de Tukey al 95% de confianza, del efecto parasítico de hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis*, sobre larvas de *D. saccharalis*, en condiciones de Valle y Desierto. Virú. La Libertad. 2018 – 2019.

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Grupo 1	Grupo 2
Campo Santa Clara I, condiciones de Valle					
T2	57,94	28	2,07	A	
T1	57,56	28	2,07	A	
T3	50,93	28	2,07		B
Campo San Miguel, condiciones de Desierto					
T1	51,22	28	2,13	A	
T3	37,66	28	2,13		B
T2	32,01	28	2,13		B

Las medias en común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

Tabla 4. Promedio de Infestación e intensidad de infestación de *D. saccharalis* y porcentaje de parasitismo de hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis* sobre larvas de *D. saccharalis* al momento de la cosecha, en condiciones de valle y desierto. Virú. La Libertad. 2018 – 2019.

Tratamiento	Parasitismo (%) a la cosecha	Infestación (%)	Intensidad. Infestación (%)
Campo Santa Clara I, condiciones de Valle			
T1	70,30	76,20	7,05
T2	60,40	84,80	8,80
T3	55,00	85,50	9,03
Campo San Miguel, condiciones de Desierto			
T1	54,80	12,05	0,89
T2	35,30	16,95	1,29
T3	50,60	12,13	0,90

Tabla 5. Temperatura (°C) y Humedad (%) en el fundo San Miguel, en condiciones de desierto. Virú La Libertad. 2018 – 2019.

Año	2018				2019				Promedio de	Promedio de
Mes	Temp máx (°C)	Temp min (°C)	Temp prom (°C)	Humedad prom (%)	Temp máx (°C)	Temp min (°C)	Temp prom (°C)	Humedad prom (%)	Temp (°C) 2018 - 2019	Humedad (%) 2018 - 2019
Enero	21,8	21,4	21,6	86,5	21,5	21,0	21,3	83,1	21,4	84,8
Febrero	22,6	22,2	22,4	88,6	22,1	21,6	21,8	84,4	22,1	86,5
Marzo	22,9	22,4	22,7	88,4	21,3	20,9	21,1	86,7	21,9	87,5
Abril	22,9	22,4	22,6	83,5	18,4	18,0	18,2	87,5	20,3	85,6
Mayo	21,2	20,8	21,0	85,7	18,1	17,7	17,9	86,4	19,4	86,0
Junio	21,6	21,2	21,4	87,8	16,5	16,2	16,4	87,6	18,9	87,7
Julio	20,1	19,8	20,0	86,6	15,6	15,4	15,5	89,0	17,7	87,8
Agosto	17,9	17,7	17,8	88,9	15,4	15,2	15,3	88,6	16,5	88,7
Setiembre	18,2	17,9	18,1	89,4	16,1	15,8	16,0	87,9	17,0	88,6
Octubre	17,8	17,5	17,7	89,4	16,4	16,1	16,2	87,6	17,0	88,5
Noviembre	19,0	18,6	18,8	87,0	17,4	17,1	17,2	86,3	18,0	86,6
Diciembre	19,7	19,3	19,5	85,6	19,9	19,4	19,7	84,3	19,6	84,9
Prom	20,5	20,1	20,3	87,3	18,2	17,9	18,0	86,6	19,2	87,0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Tabla 6. Temperatura (°C) y Humedad (%) en el fundo Santa Clara I, en condiciones de valle. Virú La Libertad. 2018 – 2019.

Año	2018				2019				Promedio de	Promedio de
Mes	Temp máx (°C)	Temp min (°C)	Temp prom (°C)	Humedad prom (%)	Temp máx (°C)	Temp min (°C)	Temp prom (°C)	Humedad prom (%)	Temp (°C) 2018 - 2019	Humedad (%) 2018 - 2019
Enero	26,3	18,0	22,2	82,7	28,0	20,5	24,3	83,4	23,2	83,1
Febrero	27,6	18,9	23,2	80,9	29,6	22,1	25,9	81,9	24,5	81,4
Marzo	26,4	18,0	22,2	87,1	27,8	20,1	23,9	84,8	23,1	86,0
Abril	25,7	17,9	22,5	86,1	26,1	18,2	22,1	82,9	22,3	84,5
Mayo	22,7	16,8	19,8	87,5	25,2	17,8	21,5	86,3	20,6	86,9
Junio	20,8	16,4	18,6	87,6	22,2	16,3	19,3	87,6	18,9	87,6
Julio	21,0	16,1	18,5	88,9	20,6	15,2	17,9	88,4	18,2	88,7
Agosto	20,6	15,4	18,0	88,4	20,3	14,3	17,3	87,5	17,7	88,0
Setiembre	21,1	15,5	18,3	87,6	20,9	15,0	17,9	90,4	18,1	89,0
Octubre	22,8	15,7	19,3	82,5	21,7	15,1	18,4	84,9	18,8	83,7
Noviembre	23,6	17,6	20,6	82,8	23,1	16,8	20,0	86,4	20,3	84,6
Diciembre	25,4	18,3	21,9	83,0	25,1	18,4	21,7	86,7	21,8	84,8
Prom	23,7	17,0	20,4	85,4	24,3	17,5	20,9	85,9	20,7	85,7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

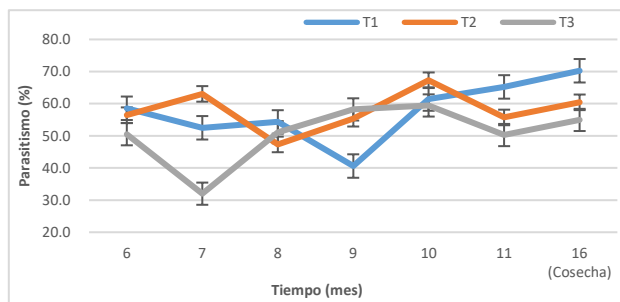


Figura 1. Efecto parasítico de hembras grávidas y no grávidas de *Billaea claripalpis* sobre larvas *Diatraea saccharalis* en condiciones de Valle. Campo Santa Clara I, 2018-2019.

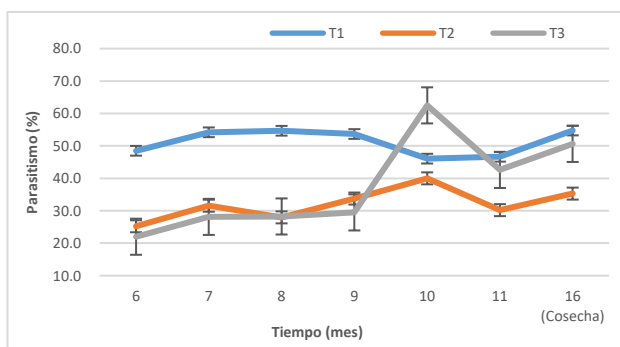


Figura 2. Efecto parasítico de hembras grávidas y no grávidas de *Billaea claripalpis* sobre larvas *Diatraea saccharalis* en condiciones de Desierto. Fundo San Miguel, 2018-2019.

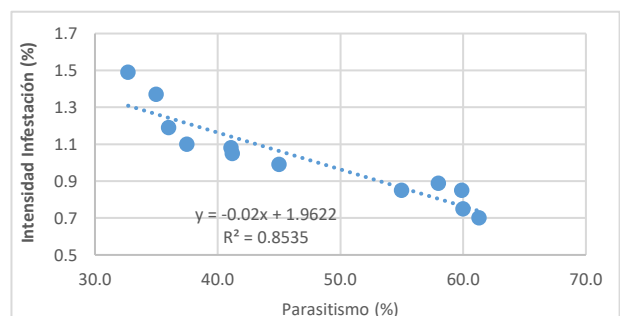


Figura 3. Correlación entre el parasitismo (%) y la intensidad de infestación (%), en condiciones de Valle, Fundo Santa Clara I, 2018-2019.

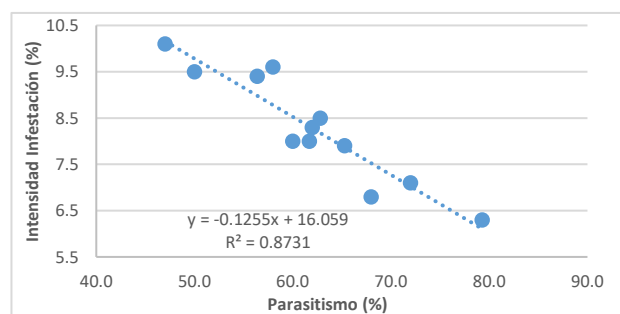


Figura 4. Correlación entre el parasitismo (%) y la intensidad de infestación (%), en condiciones de Desierto, Fundo San Miguel, 2018-2019.

4. Discusión

Investigaciones realizadas en el cultivo de caña de azúcar sobre el parasitismo de hembras grávidas de *B. claripalpis* para el control de *D. saccharalis*; muestran luego de realizadas las liberaciones un aumento de parasitismo para la variedad H32-8560 al cuarto mes y décimo primer mes con valores de 8,1% a 53,8% respectivamente y en la variedad Mex73-523 al cuarto mes y décimo primer mes con valores de 7,4% a 38,5% respectivamente; indicando que el motivo del uso de hembras grávidas de *B. claripalpis* es para reducir la mortalidad, mostrándose más efectivo el parasitismo, en tal sentido la utilidad de estas liberaciones en ecosistemas agrícolas áridos donde se siembra el cultivo de caña de azúcar; en dicho ecosistema el comportamiento de *D. saccharalis* causa un mayor daño realizando ciclos biológicos cortos de cincuenta días promedio, en cambio en el valle Chicama su ciclo biológico es de sesenta días promedio (Sociedad Entomológica del Perú, 2015). Sin embargo, lo mencionado anteriormente difiere con los resultados de la presente investigación, según el análisis de varianza realizado, muestra diferencias significativas entre los tratamientos (tabla 2) y la formación de grupos según la prueba de Tukey al 95% de confianza (tabla 3). En condiciones de Valle, se observó que los tratamientos que presentaron mayor parasitación fueron T1: liberación de hembras no grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 40 parejas/ha y T2: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 50 parejas/ha, con 57,56% y 57,94%. Asimismo, la menor parasitación se presentó en el T3: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 40 parejas/ha con 50,93%. Además, en la tabla 6, se muestra temperatura promedio del fundo de 20,7°C y Humedad de 85,7% correspondiente a los años 2018 – 2019, las cuales son propicias para el desarrollo del parasitoide. Sin embargo, dichas liberaciones de hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis*, se vieron favorecidas por las condiciones del agroecosistema de Valle, por la existencia de factores ambientales que afectan positivamente el desarrollo de *B. claripalpis*, como son las condiciones microclimáticas; temperatura, humedad relativa, disponibilidad de alimento, como el agua, polen; recursos de hábitat, tales como sitios de reproducción,

refugio, entre otros. Asimismo, estos factores determinan las condiciones del cultivo de caña de azúcar que es afectado por la población de *D. saccharalis* y su parasitoide *B. claripalpis*, influyendo en su migración, mortalidad y fecundidad (Ferron & Deguine, 2005; Hidalgo & Acevedo, 2012; Paredes et al., 2013).

En condiciones desérticas, posiblemente el parasitismo de las hembras grávidas y no grávidas de *B. claripalpis*, esté influenciado por los factores ambientales en su biología y sus requerimientos. Siendo el tratamiento T1, donde se realizaron liberaciones de hembras no grávidas de *B. claripalpis*, presentó el mayor promedio de parasitismo con un 51,22%, (Nicholls & Altieri, 2002); asimismo, en todo el fundo se instalaron corredores biológicos donde los parasitoides encontraron alimento, también las hembras no grávidas tuvieron un mayor tiempo de adaptación al agroecosistema, pues fueron liberadas a los cuatro días de emergidas. Además, en los tratamientos T2: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 80 parejas/ha y T3: liberación de hembras grávidas de *B. claripalpis* a una dosis de 60 parejas/ha, donde se obtuvieron promedios menores de parasitismo de 32,01% y 37,66% respectivamente, estas liberaciones de *B. claripalpis* se realizaron a los catorce días de emergencia, presentando un menor tiempo de adaptación al medio. Todos los tratamientos fueron expuestos a los mismos factores climáticos (Morales, 2008; Nicholls & Altieri, 2002). Además, en la tabla 5, se muestra la temperatura promedio del fundo de 19,2°C y humedad de 87% correspondiente a los años 2018-2019, las cuales son propicias para el desarrollo del parasitoide.

En las liberaciones de *B. claripalpis* en condiciones de Valle, en el fundo Santa Clara I, al momento de la cosecha, el T1 obtuvo el mayor parasitismo y el T3 presentó el menor parasitismo, con 70,3% y 55% respectivamente; además, el T3 presentó el mayor porcentaje de intensidad de infestación y el T1 mostró el menor porcentaje de intensidad de infestación con 9,03% y 7,05% respectivamente, determinándose una correlación negativa ($r = -0,93$) entre el parasitismo y la intensidad de infestación y ($r = -0,72$). El modelo cuadrático ($R^2 = 0,8731$) fue el que

mejor explica los resultados de intensidad de infestación (Tabla 4, Fig. 3). Además, en condiciones de desierto, en el fundo San Miguel, al momento de la cosecha, el T1 y T2 presentaron el mayor y menor porcentaje de parasitismo con 54,8% y 35,3% respectivamente; asimismo, el T2 y T1 presentaron el mayor y menor porcentaje de intensidad de infestación con 1,29% y 0,89% respectivamente, determinándose una correlación negativa ($r = -0,92$) entre el parasitismo y la intensidad de infestación y ($r = -0,81$). Correspondiendo el modelo cuadrático ($R^2 = 0,8535$) (Tabla 4, Fig. 4), el que mejor explica los resultados de intensidad de infestación, evidenciando que este parasitoide es el responsable de mermar los daños de *D. saccharalis* en el campo. Asimismo, se determinó que la información obtenida por el daño causado por *D. saccharalis*, como la intensidad de infestación es más coherente que la infestación para correlacionar datos de los daños en la caña de azúcar y el parasitismo a nivel de campo (Badilla, 2002). Esto se debe a que la intensidad de infestación que corresponde al porcentaje de entrenudos barrenados, muestra en su máxima expresión los daños causados por *D. saccharalis* vinculado con la acción de otros organismos tales como hongos y bacterias causando daños en los entrenudos siguientes. Por ende, en la infestación, se determina el porcentaje de cañas barrenadas, puesto que no incluye el abrir las cañas.

5. Conclusiones

En el agroecosistema de valle, en los tratamientos T1 y T2, donde se realizaron liberaciones con hembras no grávidas y grávidas de *B. claripalpis* respectivamente, presentaron el mayor parasitismo y en el agroecosistema desértico el tratamiento T1, donde se realizó liberaciones con hembras no grávidas de *B. claripalpis* obtuvo el mayor parasitismo, viéndose favorecida *B. claripalpis* en ambos agroecosistemas, por la existencia de factores ambientales que afectan positivamente la actividad del parasitoide.

A medida que se incrementa el porcentaje de parasitismo de *B. claripalpis*, disminuye el porcentaje de intensidad de infestación de *D. saccharalis*, demostrándose que este parasitoide es el responsable de la disminución del daño causado por *D. saccharalis*.

El hábitat de *B. claripalpis*, está decreciendo a medida que se extiende el cultivo de caña de azúcar en diversos agroecosistemas, volviéndose desfavorable para el control biológico, debido a la quema de la caña de azúcar al momento cada cosecha del cultivo o después de ella, motivo por el cual es imprescindible brindar las condiciones para este parasitoides y probar nuevas alternativas para el control biológico contra *D. saccharalis*.

6. Contribución de autores

Todos los autores han realizado conjuntamente y a partes iguales la argumentación y la redacción del artículo científico.

7. Conflicto de intereses

Los autores ratifican que no existe conflicto de interés en la publicación del presente artículo.

8. Referencias bibliográficas

- Arboleda, B., & Vargas, G. (2019). Efficacy of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) in Reducing *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: Crambidae) Injury in Sugar Cane. *Florida Entomologist*, 102(3), 520–525.
- Arispe, J., Sánchez, A., & Galindo, E. (2019). Presencia de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) en Tepalcingo, Morelos, México, con evaluación del daño causado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Chilena de Entomología*, 45(4), 587–592.
- Astola, S., & Narrea, M. (2019). Biología y comportamiento de *Cotesia flavipes* Cameron (Braconidae) parasitoides de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Crambidae). *Ecología Aplicada*, 18(1), 77–83.
- Badilla, F. (2002). Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 1(64), 77–87.
- Carreño, S., & Mayorga, J. (2017). Pensamiento estadístico: herramienta para el desarrollo de la enfermería como ciencia. *Avances En Enfermería*, 35(3), 345–356. 84
- Echeverri-Rubiano, C., Chico-Ramírez, H., & Vargas-Orozco, G. (2017). Resistencia varietal al ataque por *Diatraea spp.* (Lepidoptera: Crambidae) en caña de azúcar. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 186–194. 2
- Ferron, P., & Deguine, J. (2005). Crop protection, biological control, habitat management and integrated farming. A review. *Agronomie*, 25(1), 17–24.
- Flores-Ruiz, E., Miranda-Novales, M., & Villasís-Keever, M. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial*. *Revista Alergia México*, 64(3), 364–370. 4
- Gil, A., & López, S. (2017). Principales plagas y controladores biológicos de *Gossypium hirsutum* L. "algodón nativo" de fibra verde en relación a su ciclo fenológico. *Arnaldoa*, 24(1), 359–368.
- Gómez, F. (2014). *Diatraea* y elementos para su manejo en el Ingenio Risaralda y actividades complementarias en un ingenio azucarero [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista].
- González, A., Pérez, D., Rubí, M., Gutiérrez, F., Franco, J., & Padilla, A. (2019). InfoStat, InfoGen y SAS para contrastes mutuamente ortogonales en experimentos en bloques completos al azar en parcelas subdivididas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6), 1417–1431.
- Herrera, M., Guerra, C., & Medina, Y. (2016). Integral evaluation of indicators in models of parametric and non-parametric analysis of variance. Use of the categorical principal component. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 50(2), 185–191.
- Hidalgo, J., & Acevedo, A. (2012). Efectos de la biodiversidad en el control biológico dentro de los agroecosistemas. *Inventum*, 7(13), 30–35.
- Leyton, S., Gordillo, M., González, P., Ospina, J., & Vargas, G. (2018). Spatial and temporal distribution of *Diatraea spp.* (Lepidoptera: Crambidae) in the Cauca River Valley, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 44(2), 177–186.
- Limo, S. (2017). Ciclo biológico y comportamiento de *Tetrastichus howardi* Olliff en puparios de *Billaea (Paratheresia) claripalpis* Wulp. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo].
- Ludeña, V. (2014). Producción intensiva de *Diatraea saccharalis* en dieta artificial, para difusión de sus parasitos *Cotesia flavipes* y *Billaea claripalpis*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil].
- Morales, M. (2008). Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores *Diatraea saccharalis* Fabricius y *Diatraea crambidoides* Grote en caña de azúcar a nivel de laboratorio [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2002). Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 1(65), 50–64.
- Paredes, D., Campos, M., & Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *Ecosistemas*, 22(1), 56–61.
- Pollack, M., Helfgott, S., & Tejada, J. (2018). El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98. *Ecología Aplicada*, 17(1), 77–84.
- Reyes, Y., & Maturel, L. (2015). El análisis estadístico aplicado a la gestión de la enseñanza para la toma de decisiones. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 9(3), 113–127.
- Rodríguez, L. (2015). Ciclo Biológico de *Galleria mellonella* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Saldaña, C. (2019). Efecto del parasitismo en campo de *Billaea claripalpis* Wulp. criadas en *Diatraea saccharalis* Fabr. y *Galleria mellonella* L. *Revista Tayacaja*, 2(2), 8–18.
- Saldaña, C., & Ayquipa, G. (2021). Efecto del cebo tóxico con trampa de melaza en el control de *Elasmopalpus lignosellus* Zeller. *Manglar*, 18(1), 47–52.
- Sánchez, J., Valle, J., Pérez, E., Neira, M., & Calderón, C. (2019). Biological control of *Spodoptera frugiperda* in *Zea mays* culture: Use of entomopathogenic nematodes. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 551–557.
- Sociedad Entomológica del Perú. (2015). Convención Nacional de entomología: Resúmenes LVII Convención Sociedad Entomológica del Perú (Sociedad Entomológica del Perú (ed.);

Primera Ed).

- Solis, M., & Metz, M. (2016). An illustrated guide to the identification of the known species of *Diatraea guilding* (Lepidoptera, Crambidae, Crambinae) based on genitalia. *ZooKeys*, 1(565), 73–121.
- Suárez, R., Figueredo, L., De Sousa-Vieira, O., Briceño, R., Díaz, A., Aza, G., & George, J. (2018). Genotype by environment interactions for damage caused by *Diatraea spp.* borers in sugarcane. *Acta Agronomica*, 67(2), 355–361.
- Vargas, G., Gómez, L., & Michaud, J. (2015). Sugarcane Stem Borers of the Colombian Cauca River Valley: Current Pest Status, Biology, and Control. *Florida Entomologist*, 98(2), 728–735. 9
- Vargas, G., & Gomez, L. (2005). La evaluación del daño causado por *Diatraea spp* en caña de azúcar y su manejo en el valle del río cauca. *Cenicaña*, 1(1), 8.
- Velez, E., Castro, R., & Chirinos, D. (2020). Biología de *Cotesia flavipes* Cameron sobre el Taladrador del Tallo, *Diatraea saccharalis* Fabricius, en Varios Medios de Cría. *Investigatio*, 13(13), 77–88.
- Vera, O. (2019). La interpretación de los resultados : un elemento de significado para la inferencia estadística A interpretação dos resultados: The interpretation of results : an element of meaning for statistical inference. *Educar Em Revista*, 35(78), 131–152.
- Zúñiga, M., & Soto, A. (2018). Control microbiológico de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) en caña panelera a nivel de campo. *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 22(2), 33–41.