

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“DINÁMICA DE *Diatraea saccharalis* Fabricius EN EL CULTIVO
DE CAÑA DE AZÚCAR BAJO CONDICIONES DEL
VALLE DE NEPEÑA”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

MARCO ANTONIO PARIHUAMAN HUARCAYA

LIMA - PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“DINÁMICA DE *Diatraea saccharalis* Fabricius EN EL CULTIVO
DE CAÑA DE AZÚCAR BAJO CONDICIONES DEL
VALLE DE NEPEÑA”**

Marco Antonio Parihuaman Huarcaya

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila

PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Guillermo Sánchez Velásquez

ASESOR

.....
Ph. D. Jorge Ramón Castillo Valiente

MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Carmen del Pilar Livia Tacza

MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

*A Dios, por su compañía y oportunidades brindadas,
a mis padres, Teodosio y Eudocia, por el apoyo incondicional,
y a mis hermanos, Carlos y Daniela, por ser una motivación
para seguir adelante y continuar luchando por mis metas.*

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial y sincero al profesor Guillermo A. Sánchez Velásquez por la asesoría brindada en la corrección de este trabajo; así como, la paciencia y la confianza brindada hacia mi persona, que hicieron posible la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar.....	3
3.2 Taxonomía de la caña de azúcar.....	4
3.3 Morfología.....	5
3.3.1 El tallo.....	5
3.3.2 La raíz.....	5
3.3.3 La hoja.....	5
3.3.4 La flor.....	5
3.4 Requerimientos ecofisiológicos del cultivo.....	6
3.4.1 Clima.....	6
3.4.2 Temperatura.....	6
3.4.3 Agua.....	7
3.5 Principales zonas productoras de caña de azúcar en el Perú.....	8
3.5.1 Valle Chancay-La Leche (Lambayeque).....	8
3.5.2 Valle de Zaña (Lambayeque).....	9
3.5.3 Valle Chicama (La Libertad).....	9
3.5.4 Valle Moche (La Libertad).....	9
3.5.5 Valle Virú (La Libertad).....	9
3.5.6 Valle de Nepeña (Ancash).....	10
3.5.7 Valles Pativilca, Fortaleza y Supe (Lima).....	10
3.5.8 Valle Huaura (Lima).....	10
3.5.9 Valle Chira (Piura).....	11
3.5.10 Valle Olmos (Lambayeque).....	11
3.5.11 Valle Tambo (Arequipa).....	11
3.6 Generalidades de <i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius (1974).	12
3.6.1 Taxonomía.....	12
3.6.2 Distribución e importancia.....	12
3.6.3 Comportamiento y descripción de los estados de desarrollo.....	12
3.6.4 Daños.....	14
3.7 Generalidades sobre <i>Billaea claripalpis</i> Wulp (1985) (Diptera: Tachinidae).....	14
3.7.1 Ciclo biológico y hábitos (Según Risco, 1962).....	15

3.8 Métodos de control	15
3.8.1 Control biológico	15
3.8.2 Control etológico.....	16
3.8.3 Control mecánico	16
3.8.4 Control cultural	16
3.9. Metodología de evaluación de <i>Diatraea saccharalis</i> y liberación de <i>Billaea claripalpis</i>	17
3.9.1 Metodología de evaluación de <i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius.....	17
3.9.2 Metodología de liberación de <i>Billaea claripalpis</i> Wulp.	18
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	20
4.1. Aspectos generales	20
4.1.1 Ubicación geográfica y zona de experiencia laboral.....	20
4.1.2 Condiciones edafoclimáticas.....	21
4.2. Situación de la plaga <i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius. en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.	22
4.2.1 Zona administrativa.....	22
4.2.2 Resultados de evaluación 2019 al 2021	24
4.2.3 Análisis de la evaluación secuencial 2019 – 2021 en el campo Huacalarga, cuartel 060... ..	33
4.2.4 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de Sanidad vegetal (SSVV).	40
4.2.5 Evaluación secuencial 2019 – 2021 en el campo San Ignacio, bloque 060).....	46
4.2.6 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de SSVV.	54
4.2.7 Análisis de la evaluación secuencial 2019 – 2021 en el campo Higueras, cuartel 060.....	60
4.2.8 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de Sanidad Vegetal (SSVV).	67
4.2.9 Análisis de la evaluación entre el 2019 – 2021 en el campo Huacatierra, bloque 040	70
4.2.10 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de Sanidad Vegetal (SSVV) para el campo Huacatierra, bloque 040.	75
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1 Conclusiones	78
5.2 Recomendaciones	79
VI. BIBLIOGRAFÍA	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de las características más resaltantes de las especies de caña de azúcar más importantes en el mundo.....	4
Tabla 2: Descripción taxonómica de la caña de azúcar.....	4
Tabla 3: Distribución del número de tallos a evaluar según la superficie del campo.	18
Tabla 4: Distribución espacial del número de tallos a evaluar en el punto a evaluar.....	18
Tabla 5: Ubicación georreferenciada de los campos a analizar.	21
Tabla 6: Distribución porcentual de las texturas de los suelos de Agroindustrias San Jacinto S.A.A.....	21
Tabla 7: Parte del inventario general de campos de la empresa Agroindustrias San Jacinto, con edades a fin de mes de Setiembre.	24
Tabla 8: Parte de la data de evaluaciones fitosanitarias orientadas a la cuantificación de <i>Diatraea saccharalis</i> F. en campo (setiembre 2021).	27
Tabla 9: Variedades con un mayor desarrollo vegetativo bajo condiciones de suelo salino, y la susceptibilidad de las mismas a daños por <i>Diatraea saccharalis</i> Fab., bajo condiciones del valle de Nepeña.....	29
Tabla 10: Evaluación secuencial del Campo Huacalarga, bloque 060, durante los años 2019 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.	35
Tabla 11: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo Huacalarga, bloque 060.	38
Tabla 12: Dosis utilizadas por la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. para el control biológico a nivel de larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius.	41
Tabla 13: Liberación de parejas de <i>Billaea clariplapis</i> al campo Huacalarga, bloque 060.	42
Tabla 14: Data de suministro de total de agua de riego (m ³ /ha) al campo Huacalarga, bloque 060 (corte 1).....	43
Tabla 14: Información de individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. capturados durante el periodo de enero a agosto de 2020, en el campo Huacalarga, bloque 060.	44
Tabla 16: Evaluación secuencial del Campo San Ignacio, bloque 060, durante los años 2019 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.	48
Tabla 17: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo San Ignacio, bloque 060.	54
Tabla 18: Liberación de parejas de <i>Billaea clariplapis</i> al campo San Ignacio, bloque 060.	55
Tabla 19: Trampa etológica para captura de machos de <i>Diatraea saccharalis</i> en campo San Ignacio, en el bloque 060.....	57
Tabla 20: Data de suministro de total de agua de riego (m ³ /ha) al campo San Ignacio, bloque 060 (corte 1).....	60

Tabla 21: Evaluación secuencial del Campo Higueras, bloque 060, durante los años 2020 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.	62
Tabla 22: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo Higueras, bloque 060.	67
Tabla 23: Data de suministro de total de agua de riego (m ³ /ha) al campo San Ignacio, bloque 060 (corte 1).....	67
Tabla 24: Liberación de parejas de <i>Billaea clariplapis</i> al campo Higueras, bloque 060...	68
Tabla 25: Conteo mensual de los individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> capturados por las trampas etológicas en el campo Higueras, bloque 060.....	69
Tabla 26: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo Huacatierra, bloque 040.	73
Tabla 27: Evaluación secuencial del Campo Huacatierra, bloque 040, durante los años 2020 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.	74
Tabla 28: Data de suministro de total de agua de riego (m ³ /ha) al campo Huacatierra, bloque 040 (corte 1).....	75
Tabla 29: Liberación de parejas de <i>Billaea claripalpis</i> al campo Huacatierra, bloque 040	76
Tabla 30: Conteo mensual de los individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> capturados por las trampas etológicas en el campo Huacatierra, bloque 040.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Correlación entre el índice poblacional y el % de intensidad de infestación (enero 2019 a setiembre 2021).	29
Figura 2. Promedio mensual del índice poblacional de la plaga <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. para el periodo 2019-2021.....	30
Figura 3. Promedio ponderado mensual del porcentaje de intensidad de infestación (%I. I) en Agroindustrias San Jacinto S.A.A., para el periodo 2019-2021.	30
Figura 4. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas para el periodo 2019 - 2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)).	31
Figura 5. Promedio mensual de evaporación 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)).....	31
Figura 6. Promedio mensual del porcentaje de humedad relativa (HR) 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)).....	32
Figura 7. Promedio mensual del porcentaje de parasitismo de <i>Billaea claripalpis</i> en la empresa AISJ S.A.A., para el periodo 2019-2021.	32
Figura 8. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).	36
Figura 9. Promedio de % humedad relativa (HR) de 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).....	37
Figura 10. Promedio de Eto 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).	37
Figura 11. Vista satelital del campo Huacalarga a través del programa ONESOIL (NDVI) con fecha 23 de mayo 2021.	39
Figura 12. Vista satelital del campo Huacalarga a través del programa ONESOIL con fecha 23 de febrero 2020..	39
Figura 13. Captura de machos de <i>Diatraea saccharalis</i> en campo Huacalarga, bloque 060.	45
Figura 14. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US))	49
Figura 15. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US))	50
Figura 16. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US))	50
Figura 17. Vista satelital del campo San Ignacio, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 17 febrero de 2021.	51
Figura 18. Vista satelital del campo San Ignacio, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 17 febrero de 2021.	52
Figura 19. Vista satelital del campo San Ignacio, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 06 setiembre de 2019.	53
Figura 20. Estructura de la trampa etológica para captura de machos de <i>Diatraea saccharalis</i> en campo.	56

Figura 21. Captura de machos de <i>Diatraea saccharalis</i> en campo San Ignacio, bloque 060	57
Figura 22. Control mecánico en campo.....	58
Figura 23. Control mecánico en campo.....	59
Figura 24. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).	63
Figura 25. Promedio de % humedad relativa (HR) de 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).....	64
Figura 26. Promedio de Eto 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).	64
Figura 27. Vista satelital del campo Higueras, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 9 de marzo de 2020.	65
Figura 28. Vista satelital del campo Higueras, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 23 de abril de 2020.....	65
Figura 29. Vista satelital del campo Higueras, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha fecha 16 agosto de 2020.....	66
Figura 30. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).	71
Figura 31. Promedio de % humedad relativa (HR) de 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).....	72
Figura 32. Promedio de Eto 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).	72

PRESENTACIÓN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la dinámica poblacional de *Diatraea saccharalis* (Fab.) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) así como de la liberación de su parasitoide *Billaea claripalpis* bajo condiciones del valle de Nepeña, Ancash. Además, se presenta una breve descripción de los parámetros utilizados para la evaluación de esta plaga clave de la caña de azúcar, así como los planes de acción ejecutados con base en los resultados de evaluaciones realizadas, en las cuales se hace uso del control etológico (feromonas emitidas por la hembra virgen de *Diatraea saccharalis* Fab.) y el control biológico (liberación de *Billaea claripalpis* Wulp.).

Para determinar la experiencia en la dinámica de esta plaga y de su parasitoide se escogieron 4 campos: Huacatierra cuartel 040, Higueras cuartel 060, San Ignacio cuartel 060 y Huacalarga 060.

Palabras claves: Plaga clave, *Diatraea saccharalis*, *Billaea claripalpis*, control etológico, control biológico.

I. INTRODUCCIÓN

La implementación del cultivo de caña de azúcar en el continente americano desencadenó la incorporación de miles de áreas nuevas de tierras vírgenes a la agricultura, lo cual repercutió en una alteración en el ecosistema existente. De esta manera, algunas especies nuevas asociadas a este cultivo lograron adaptarse a las nuevas condiciones generadas lo que les permitió convertirse en plagas importantes. En el Perú, debido a las condiciones favorables tanto edafoclimáticas como de tecnología, el cultivo de la caña de azúcar se desarrolla en un mayor porcentaje en la costa peruana. Situación que ha permitido la obtención de altos rendimientos a la cosecha, la cual se realiza durante todo el año, no se maneja zafra (Helfgott, 2016).

En el Perú, la existencia de los primeros reportes de insectos relacionados al cultivo de la caña de azúcar se debe a Wille (1941) quién identificó alrededor de 18 especies. Sin embargo, consideró solo cuatro que se presentaban como plagas serias *Diatraea saccharalis* F., *Anacentrinus saccharidis* B., *Ancistrosoma klugi* Curtis y *Ligyris maimon* E.

Ayquipa *et al.* (1979) estimaron pérdidas de 55.8 y 122 kg de azúcar/ha cuando existían 10.6 y 21.5% de entrenudos perforados, respectivamente. Asimismo, Ayquipa *et al.* (1980) estimaron que el promedio de la pérdida de azúcar recuperable fue de 0.025 kg/t de caña, para 1% de entrenudos barrenados en el cultivar H32-8560.

En Colombia, Gómez *et al.*; (2009) indican que las pérdidas económicas por *Diatraea* spp., ascienden a 145 kg de azúcar /ha por cada unidad porcentual de intensidad de infestación en la caña de azúcar, lo cual repercute en una disminución estimada en tonelaje cosechado por hectárea de 0.826% y en sacarosa (% caña) de 0.038%.

En Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar [CENGICAÑA-CAÑAMIP], (2014) indica que las pérdidas causadas por el complejo *Diatraea* spp., generan pérdidas de 0.36 kg de azúcar por tonelada de caña por cada 1% de intensidad de infestación. *D. saccharalis*, especie nativa del continente americano y está distribuida desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Conocer la dinámica de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar durante 2019, 2020 y 2021 en Agroindustrias San Jacinto en el valle de Nepeña, Santa-Ancash.

2.2 Objetivos específicos

- a) Analizar los valores promedios del porcentaje de intensidad de infestación por *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar en el valle de Nepeña.
- b) Conocer el manejo fitosanitario de *Diatraea saccharalis* en la caña de azúcar, bajo condiciones del valle de Nepeña.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar

De acuerdo con Alexander (1973), Fauconnier y Bassereau (1970) e Irvine (1991), la información registrada más antigua para el cultivo de caña se encuentra en la literatura India y data de hace aproximadamente 3000 años. Por otro lado, la literatura China, cuenta con registros del cultivo de la caña de azúcar, los cuáles se remontan hacia 475 A.C.

La caña de azúcar cultivada actualmente, es un híbrido complejo que se originó como resultado de la hibridación de dos o más de las cinco especies del género *Saccharum*: *S. barberi* Jeswiet, *S. officinarum* L., *S. robustum* Brandes & Jesw. ex Grassl, *S. sinense* Roxb. y *S. spontaneum* (Irvine, 1991).

Grassl (1968), indica que se reconocen solamente cuatro especies pertenecientes al género *Saccharum*: *S. officinarum*, considerada como la especie tipo del género y conocida como caña noble; *S. robustum*, un ancestro silvestre de la anterior; *S. spontaneum*, también citada como un ancestro silvestre, más lejano y primitivo; y *S. barberi*, que es un grupo cultivado cuyo origen es aún discutido.

El producto comercial del cultivo de la caña de azúcar está representado por el tallo. Esta especie desarrolla dos tipos de tallos, el subterráneo que es de tipo determinado y el aéreo, que es el que almacena los azúcares. En la caña planta, el tallo se desarrolla a partir de las yemas de otro tallo mediante propagación asexual, el cual se realiza por medio de trozos de tallo llamados “estacas”, que tienen una o más yemas cada una. Las yemas se desarrollan y dan origen a un tallo primario cuyas yemas a su vez producirán tallos secundarios. Este proceso se repite para formar nuevas generaciones de tallos (terciarios, cuaternarios, etc.) hasta que las condiciones del medio lo impidan (Helfgott, 2016).

3.2 Taxonomía de la caña de azúcar

El cultivo de la caña de azúcar fue clasificado por Linneo en 1753 como *Saccharum* y posteriormente diversos autores intentaron su sistematización. De igual forma, Martín *et al.*; (1987), indica que en 1925 Jeswiet sugirió dividir al género *Saccharum* en cinco especies, cuyas características principales se presentan en la siguiente **Tabla 1**.

Tabla 1: Descripción de las características más resaltantes de las especies de caña de azúcar más importantes en el mundo.

Especie	Contenido sacarosa	Contenido fibra	Maduración	Adaptabilidad	Tallos	Hojas
<i>S. spontaneum</i>	Muy bajo	Muy alto	Temprana	Tropical y subtropical	Delgados	Muy estrechas
<i>S. sinense</i>	Medio	Alto	Semitemprana	Tropical y subtropical	Largos y delgados	Largas y estrechas
<i>S. barberi</i>	Medio	Alto	Semitemprana	Tropical y subtropical	Medios y delgados	Cortas y medias
<i>S. robustum</i>	Bajo	Muy alto	Variable	Tropical	Muy largos y gruesos	Anchas y medias
<i>S. officinarum</i>	Alto	Bajo	Variable	Tropical y subtropical	Largos y gruesos	Largas y anchas

Fuente: Martín *et al.* (1987)

Según Botta (1978), el esquema de clasificación taxonómica (tabla 2) de la caña de azúcar es el siguiente:

Tabla 2: Descripción taxonómica de la caña de azúcar

Reino	Eukaryota
Subreino	Cormobionta
División	Magnoliophytina
Clase	Liliatae
Orden	Poales
Familia	Poaceae (Graminae)
Tribu	Andropogonidea
Género	<i>Saccharum</i>
Especies	<i>S. officinarum</i> L. <i>S. robustum</i> Jesw. <i>S. spontaneum</i> L. <i>S. barberi</i> Jesw.

Fuente: Botta (1978)

3.3 Morfología

3.3.1 El tallo

Según, Helfgott (2016), “la caña de azúcar desarrolla dos tipos de tallos: el subterráneo que es de tipo determinado y el aéreo, que es el que almacena los azúcares. En la caña-planta, el tallo se desarrolla a partir de las yemas de otro tallo llamadas estacas, que tienen una o más yemas cada una. Las yemas se desarrollan y dan origen a un tallo primario cuyas yemas a su vez producirán tallos secundarios. Este proceso se repite para formar nuevas generaciones de tallos (terciarios, cuaternarios, etc.) hasta que las condiciones del medio lo pidan” (p. 150).

3.3.2 La raíz

Helfgott (2016), señala que “la caña de azúcar presenta dos tipos de sistemas radiculares. El primero, que es temporal, se conoce como adventicio y se forma a partir de la banda radicular de la estaca. Son raíces delgadas, muy ramificadas y su periodo de vida dura hasta el momento en que aparecen las raíces en los nuevos brotes o tallos. Tienen como función absorber agua para facilitar la hidrólisis de los carbohidratos contenidos en el entrenudo. El segundo tipo, que es definitivo, se denomina permanente y se origina a partir de la banda radicular de los brotes o tallos. Sirve de sostén a la planta y permite la absorción de agua y nutrientes” (p. 154).

3.3.3 La hoja

El sistema más común para la numeración de las hojas indica que la primera hoja con cuello visible (conocida como TVD) corresponde al número 1 y las otras hojas que tienen más edad se numeran sucesivamente 2, 3, 4, etc. (Humbert, 1974).

3.3.4 La flor

El nombre técnico de la inflorescencia de la caña de azúcar es el de panícula abierta y ramificada. Asimismo, se presenta en forma de espiga o flecha, la misma que varía de acuerdo a las variedades. “En las inflorescencias se encuentran miles de flores. La antesis ocurre en las mañanas y el periodo de floración oscila entre 5 y 12 días. La flor es hermafrodita, con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. En cada ovario hay un

óvulo el cual, una vez fertilizado, da origen al fruto o carióspside que es lo que comúnmente se conoce como semilla (Helfgott, 2016). El fruto o semilla es de forma ovalada, de 0.5 mm de ancho y 1.5 mm de longitud. El poder germinativo es bajo y la germinación usualmente ocurre en 1 a 2 días” (p. 158).

3.4 Requerimientos ecofisiológicos del cultivo

Según Romero *et al*, (2009), “Los rendimientos a obtener dependerán de la participación interactiva de los distintos componentes del rendimiento, cuya magnitud se define a través de los eventos fenofisiológicos que acontecen durante el ciclo de cultivo y de sus interacciones con los recursos ambientales, el manejo suministrado y el potencial productivo del genotipo. Pero la producción final de azúcar también depende de la influencia de los factores ambientales durante la zafra y de la eficiencia con que se realice la cosecha y el procesamiento” (p. 18).

3.4.1 Clima

Helfgott (2016) señala que “A la costa peruana le corresponde tener un clima tropical y lluvioso. Sin embargo, tiene un clima sub tropical y árido. Esto se debe, principalmente, a la influencia de la cordillera de los Andes y a la corriente de Humboldt. No hay precipitaciones (< 100 mm anuales), salvo en la costa norte, donde suelen haber precipitaciones de frecuencia regular durante el verano” (p. 130).

Asimismo, el clima ideal para el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar es aquel que presenta un verano largo, caluroso y con abundantes lluvias. Sin embargo, para el mejor desarrollo de las características de maduración y cosecha, el clima debe ser seco y caluroso durante el día; mientras que durante la noche deberían registrarse valores de baja temperatura, pero siempre libre de heladas (Mangeldorf, 1950).

3.4.2 Temperatura

El cultivo de la caña de azúcar presenta un límite ecológico el cual está dado por una latitud de 30°C al norte (trópico de Cáncer) y 30°C latitud sur (trópico de Capricornio) con respecto al ecuador (Helfgott, 2016).

Además, se indica que el factor temperatura es el componente que más influye en la maduración de la caña de azúcar, puesto que afecta en la absorción de agua y nutrientes por la planta limitando o acelerando el crecimiento y desarrollo del cultivo (Larraondo, 1995). Por otro lado, se señala que el rango de temperatura óptimo para el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar se encuentra entre 26 y 30°C. Asimismo, temperaturas inferiores a 21°C retardan el crecimiento y permiten la acumulación de sacarosa. Sin embargo, temperaturas bajas menores a 5°C posibilitan daños, incluso a las variedades relativamente resistentes (Humbert, 1968).

La temperatura óptima para el brotamiento del cultivo de la caña de azúcar está entre 34 y 38 °C. Sin embargo, si la temperatura es menor a 18 °C el brotamiento se retardaba (Clements, 1940).

3.4.3 Agua

Según Barreto y Valdivia (1979), “El monocultivo de la caña de azúcar, se practica desde hace muchos años, en algunos valles de la costa árida del Perú. En los últimos años, se ha dado mucha importancia al aumento de la producción; para esto, se ha expandido el área de cultivo y se han mejorado las labores agrotécnicas del mismo. En este sentido, se llevan a cabo estudios de rehabilitación o mejoramiento de suelos salinos, mediante lavado y drenaje; por otra parte, los estudios están encaminados a asegurar un suficiente abastecimiento de agua, puesto que este factor es limitante en las regiones cañeras del Perú; por último, también se está estudiando la optimización de la fertilización” (p. 89).

Tello y Valdivia (1979) indican que “Bajo condiciones de riego con agua de cachaza mezclada con agua de vinaza, se llegó a las siguientes conclusiones.

1. El “agua de cachaza” es una fuente de nutrimentos para la caña de azúcar y los campos regados con estas aguas están provistos de elementos nutritivos, principalmente N, P y K.
2. Las distintas dosis aplicadas de abonamiento nitrogenado, no tuvieron efecto en la producción de la caña de azúcar.
3. La producción de azúcar recuperable no sufrió variación con las distintas dosis de nitrógeno aplicadas; por lo tanto, la caña satisface sus necesidades nutricionales con

el N nativo del suelo y con el aplicado con el riego y, en consecuencia, no requiere del abonamiento nitrogenado comúnmente usado.

4. Las diferentes dosis de N aplicadas, no influyeron en ninguna de las características de calidad (pol, humedad, azúcares reductores, brix y pureza).
5. La falta de aumento de la humedad de la caña con el incremento de la dosis de N, parece estar asociada con la ausencia de respuesta del rendimiento de caña al abonamiento nitrogenado.
6. Las cañas regadas con “agua de cachaza” presentan concentraciones más altas de azúcares reductores y tienen purezas más bajas, que las cañas regadas con agua de río pozos” (p. 83).

Según Barreto y Valdivia (1979); “Bajo condiciones de suelos jóvenes, calcáreos, con nivel freático superficial y altamente salinos, se encontró que la caña desarrolla en buenas condiciones, aún a niveles de salinidad del suelo tan altos como 0.5% o 6.5 mmhos/cm. Sin embargo, hubo 15% de reducción del rendimiento con salinidad de 0.6% o 7.6 mmhos/cm y 50% de reducción con 0.85% de sales o 11.2mmhos/cm” (p.89).

3.5 Principales zonas productoras de caña de azúcar en el Perú

3.5.1 Valle Chancay-La Leche (Lambayeque)

Según Helfgott, (2016). “Las cuencas correspondientes a los ríos Chancay-Lambayeque y La Leche comprenden aproximadamente 125 mil ha. La primera es la más grande, con casi 100 mil ha. Los cultivos principales son arroz y caña de azúcar que ocupa actualmente alrededor de 30 mil ha. que corresponden principalmente a las empresas Pomalca, Tumán y Pucalá” (p. 131). Además, indica que “El régimen de los dos ríos es irregular y torrencioso, especialmente el correspondiente al río La Leche. La represa de Tinajones debería permitir un abastecimiento regular de agua para los cultivos de caña de azúcar en el valle de Chancay. Sin embargo, esto no ocurre porque hay muchas pérdidas debido a la falta de un control adecuado en los canales que se originan en la represa” (p. 132).

3.5.2 Valle de Zaña (Lambayeque)

Helfgott, (2016) indica que “En el valle se ubica la empresa Cayaltí que ocupa más de 5 mil ha. Los suelos son de textura media, buena fertilidad y buenas condiciones de drenaje” (p. 132).

Además, señala que, “Con respecto al régimen hídrico del río Zaña es muy irregular y no cubre las demandas de agua para el cultivo de caña, de allí que se tenga que recurrir al uso de bombas para extraer agua subterránea” (p.132).

3.5.3 Valle Chicama (La Libertad)

La cuenca del río Chicama abarca aproximadamente 80 mil ha y un área agrícola cercana a los 45 mil ha. Asimismo, el 68% de esta superficie se encuentra sembrada con caña de azúcar la cual se distribuye desde la parte media hasta la parte baja del valle. Así la empresa Casa Grande domina la parte media y parte de la zona baja del valle. Por otro lado, la empresa Cartavio domina principalmente la parte baja (Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN], 1973a).

3.5.4 Valle Moche (La Libertad)

La cuenca del río Moche posee una superficie agrícola física de aproximadamente 10 mil ha. Así, el cultivo sembrado en la empresa Laredo, es el principal cultivo del valle y representa casi el 40% del área físicamente cultivada (Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN], 1973b).

Helfgott, (2016) señala que “El régimen de descargas del río Moche es torrencioso e irregular, por lo que el agua subterránea es un recurso muy importante para el desarrollo agrícola. Cuenta con cerca de 400 pozos con los que se extrae más de 40 millones de m³ de agua para la agricultura. Además, existen puquios y drenajes explotados por la empresa Laredo” (p. 134).

3.5.5 Valle Virú (La Libertad)

El valle Virú presenta un área agrícola física neta cercana a 10 mil ha. Así, el cultivo más importante es el maíz, seguido de la caña de azúcar (sembradores particulares o terceros)

que ocupa casi el 10% del área y es procesada en la empresa Laredo (Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN], 1973c).

3.5.6 Valle de Nepeña (Ancash)

El valle de Nepeña presenta alrededor de 15 mil ha de las cuales 6360 ha se encuentran consideradas como área con fines agrícolas, siendo el principal cultivo la caña de azúcar (empresa San Jacinto) que es el cultivo predominante en casi toda la mitad del área agrícola (Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN], 1972a).

Según Helfgott (2016), “Las condiciones climáticas son buenas, aunque las temperaturas son algo menores que las registradas para los valles de La Libertad y Lambayeque. Presenta buenas condiciones edáficas, pero no dispone de recursos hídricos suficientes. Casi no tiene problemas de drenaje, pero sí de salinidad. Los mejores suelos ocupan cerca de 3000 has.” (p. 134). Además, indica que “El régimen de descarga del río Nepeña, haciéndolo temporalmente deficitario para el desarrollo de la agricultura. La explotación del agua subterránea es intensa debido a las pobres condiciones hidrológicas de la cuenca. Se estima que hay unos 300 pozos que extraen del acuífero casi 50 millones de metros cúbicos de agua destinada casi en su totalidad para cubrir las demandas de la agricultura del valle” (p. 135).

3.5.7 Valles Pativilca, Fortaleza y Supe (Lima)

Los valles de Fortaleza, Pativilca y Supe poseen un área total global cercana a 30 mil ha, de las cuales más de 20 mil ha son áreas concernientes al sector agrícola. Asimismo, se indica que casi la totalidad de estas tierras son aptas para la agricultura bajo riego (ONERN, 1972b).

Helfgott (2016) señala que “El cultivo de la caña de azúcar (Paramonga y sembradores) alcanzó en algún momento a 2800, 5200 y 1400 ha que presentaron el 46, 33 y 25% del total, respectivamente. La actual empresa Agroindustrial Paramonga ocupa alrededor de 8 mil has sembradas con caña de azúcar. Las temperaturas son más bajas que en La Libertad y Lambayeque, pero tiene zonas muy convenientes para ese cultivo” (p. 135).

3.5.8 Valle Huaura (Lima)

Según Helfgott (2016), “El valle del río Huaura comprende un área cercana a 60 mil has. Existen aproximadamente 3000 has. de caña de azúcar, la mayor parte de las cuales corresponden a la empresa Andahuasi, en la parte media del valle” (p. 136). También

menciona que el “El régimen del río Huaura es torrencioso e irregular como la mayoría de los otros ríos de la costa. Sin embargo, la empresa Andahuasi se encuentra bien ubicada con relación al río y sus disponibilidades de agua son adecuadas” (p. 136).

3.5.9 Valle Chira (Piura)

Helfgott (2016) indica que en el “En la margen izquierda se encuentra una empresa con alrededor de 8000 hectáreas la cual originalmente era MAPLE ETANOL, pero en el primer semestre del 2015 fue adquirida por Coazúcar (grupo Gloria), cambiando de nombre a Agroaurora. Asimismo, están parte de los campos de la empresa Caña Brava (grupo Romero). Esta última también tiene campos al este y al norte de Sullana y en total llega a un poco más de 9000 has. ambas empresas producen únicamente etanol anhidro como combustible” (p. 137).

3.5.10 Valle Olmos (Lambayeque)

“El proyecto Olmos contempla la incorporación de casi 40 mil nuevas hectáreas y la regulación del riego en el valle antiguo, gracias al trasvase de agua del río Huancabamba” Helfgott (2016), indica que “La temperatura media anual varía desde 23.8 °C en el norte hasta 22.1 °C en el sur del área del proyecto. La temperatura media fluctúa entre 19 °C en el mes de agosto y 27 °C en el mes de febrero. El punto más cercano al Océano Pacífico está a 55 km en dirección sudoeste por lo que el porcentaje de humedad es menor que otras tierras de cultivo de la costa peruana. La humedad relativa máxima se presenta a las 7 horas (70%-80%) y la mínima a las 13 horas (40%-60%)” (p. 137 y 138).

3.5.11 Valle Tambo (Arequipa)

El valle del río Tambo tiene una superficie aproximada de 8500 ha. Asimismo, se señala que la caña de azúcar (empresa Chucarapi-Pampa Blanca) y la alfalfa ocupan casi el 60% del área cultivada (Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN], 1974).

Según Helfgott (2016), “El régimen de descargas del río Tambo es torrencioso e irregular, presentando marcadas diferencias entre sus descargas extremas. La explotación de aguas subterráneas para la agricultura es prácticamente nula” (p. 137).

3.6 Generalidades de *Diatraea saccharalis* Fabricius (1794).

3.6.1 Taxonomía

Fabricius (1794) citado por Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA] (2015), describe la clasificación de la plaga clave, barrenador del tallo de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* Fabricius (1794), de la siguiente manera:

Phylum: Arthropoda.

Clase: Insecta.

Orden: Lepidóptera.

Familia: Crambidae.

Género: *Diatraea*

Especie: *D. saccharalis* F

3.6.2 Distribución e importancia

Diatraea saccharalis es una plaga que se encuentra distribuida por toda América y el Caribe; estando presente desde los EE.UU. hasta el noroeste de Argentina ocasionando severos daños a la agroindustria azucarera (Morales, 2008).

Esta plaga es la más importante del cultivo de la caña de azúcar, y se presenta de forma permanente y persistente, pudiendo infestar a los tallos en cualquiera de sus estados fenológicos (Risco, 1959, 1960, 1964). Asimismo, puede producir de 5 a 6 generaciones al año (Risco, 1955).

Es una especie polífaga cuyo origen probable se relaciona a la región de las Indias Occidentales, por lo que se presume que sus hospederos naturales fueron los pastos acuáticos y semiacuáticos como especies de género *Paspalum*, situación que permitió que pasaran a alimentarse de la caña de azúcar cuando inició su cultivo en las América (Myers, 1932). Esta especie plaga presenta cuatro generaciones durante siete meses, pasando cada una por los estados de huevo, larva, pre pupa, pupa y adulto. La duración de las generaciones fluctúa entre 41.3 a 51.8 días, dependiendo de las condiciones ambientales (Cornejo, 2010)

3.6.3 Comportamiento y descripción de los estados de desarrollo

Los barrenadores del tallo de la caña de azúcar del género *Diatraea* tienen metamorfosis holometábola o completa y se caracterizan por presentar un desarrollo biológico en fases,

las mismas que están comprendidas por los estados: huevo, larva, pupa y adulto (Collazo, 1984).

Según, Cueva (1980), “las densidades más altas de las poblaciones de huevos y larvas fueron registradas a los 6-8 meses, durante el periodo vegetativo de formación de tallos; en tanto que las crisálidas abundaron a los 14 meses” (p. 80).

La larva es del tipo eruciforme, propia del orden Lepidóptera, sin setas secundarias; con patas y propatas normales. Asimismo, presenta el escudo cervical ancho, dividido y con lunares característicos dispuestos de forma irregular, y tubérculos o pináculos ligeramente quitinizados. Las setas dorsales tienen los segmentos separados del uno al siete, con tendencia a unirse en el octavo, y completamente separados en el segmento nueve. Además, la cabeza de la larva es de color ámbar y está dotada de fuertes mandíbulas masticadoras, que son las que le permiten perforar el tallo (Ferrer y Salazar, 1977).

Según Sánchez y Vergara (2010), la “Cabeza y escudo protorácico marrón rojizo. El cuerpo presenta numerosos tubérculos setíferos pálidos a marrón pálido provistos de pelos. Miden hasta 30 mm de longitud” (p. 54).

La pupa presenta el cuerpo en general, una textura áspera y sin setas. Asimismo, las pupas recién formadas son casi blancas; sin embargo, a las pocas horas se tornan de una coloración marrón. En el estado de pupa el insecto casi no presenta movimiento. Por otro lado, al finalizar el proceso de pupa, ocurre la emergencia del adulto, de esta forma inicia su vida en el medio exterior (Ferrer y Salazar, 1977).

El adulto es una polilla de color pajizo, pequeña y mide poco más de 1cm de longitud. Asimismo, en estado de reposo, junta las alas y forma un ángulo obtuso con el vértice, hacia la parte dorsal. Los machos adultos son generalmente más pequeños que las hembras, y poseen el abdomen más fino y las alas más oscuras. Además, los adultos constituyen el estado de mayor movilidad de esta especie, el cual puede desplazarse mediante el desarrollo de sus funciones vitales (Ferrer y Salazar, 1977).

Las hembras sexualmente maduras atraen a los machos mediante secreciones de las glándulas sexuales, las cuales se encuentran situadas en la mitad posterior del abdomen, posibilitando de esta forma el acoplamiento y la fecundación. Asimismo, las hembras

fecundadas ovipositan, generalmente, durante la noche, sobre el haz y envés de las hojas de la caña de azúcar. Además, la oviposición se realiza cerca al nervio central y en la dirección de éste. Sin embargo, con mayor frecuencia las oviposiciones se ubican en el envés de la hoja, cerca de la base o del ápice (Flores, 1976).

Según Sánchez y Vergara (2010), “Las alas anteriores presentan un color marrón amarillento a pajizo, siendo en los machos algo más oscuro. Además, poseen una hilera diagonal de puntos marrón más o menos marcados en las alas anteriores. Los palpos labiales están bien desarrollados y dirigidos hacia adelante. En reposo pliegan las alas a manera de techo a dos aguas. Expansión alar: 30 mm” (p. 54).

3.6.4 Daños

Las larvas, cuando infestan cañas jóvenes, causan la muerte de la yema apical, esto produce una coloración amarilla y casi la muerte de los verticilos internos de las hojas, es un síntoma conocido como “corazón muerto”. En las cañas más antiguas, los túneles de los barrenadores ocasionan que las puntas se mueran y se debiliten los tejidos de sostén, de tal manera que los tallos se rompen con los vientos fuertes. Esta plaga puede infestar los tallos de caña en cualquiera de sus etapas de crecimiento, desde el brotamiento hasta la madurez (Gómez y Vargas, 2014). Según Sánchez y Vergara (2010), “En plantas desarrolladas, excavan túneles y galerías en los entrenudos, arrojando hacia fuera los excrementos y fibras cortadas” (p. 55).

3.7 Generalidades sobre *Billaea claripalpis* Wulp (1985) (Diptera: Tachinidae)

B. claripalpis fue clasificado en un inicio por Van Der Wulp (1895), con el nombre científico de *Sarcophaga claripalpis*, con base a varios ejemplares colectados por Smith, en Chilpancingo, durante la expedición de Godman y Salvin entre los años 1879-1888. Posteriormente, Townsend (1912) describió el género *Paratheresia* de un ejemplar colectado cerca del río Ushpayuco (Perú) y lo clasificó como *Paratheresia signífera* (Flores, 1976).

Con respecto a los controladores biológicos de *Diatraea saccharalis*: según Cueva (1980), “los principales factores bióticos de mortalidad natural son: *Trichogramma brasiliensis* Ashmed y *T. fasciatum* Perkins para el estado de huevo y *Paratheresia claripalpis* Wulp. para el estado larval. Los parásitos naturales se incrementaron significativamente con la edad

de la caña, alcanzando sus valores máximos al final del desarrollo del cultivo, sin embargo, por los daños registrados, la acción de los enemigos naturales fue tardía” (p. 77).

3.7.1 Ciclo biológico y hábitos (Según Risco, 1962)

a. Larva

El periodo larval, incluyendo la formación de la pupa, es de ocho días al producirse la fijación del “maggot” al espiráculo de la larva. Así, una vez efectuado la primera muda de la piel, la larva ingresa al segundo estadio. Este dura alrededor de siete u ocho días donde la larva come ávidamente los restos de la larva, pudiéndose observar moviéndose dentro de la piel del hospedero. Finalmente, la larva abandona el gusano y luego de uno o dos días se transforma en pupa.

b. Pupario

En promedio mide 8 mm de largo y 3.1 mm de ancho, presenta un color blanco cremoso cuando recién se ha formado, adquiriendo más tarde colores oscuros hasta llegar al castaño negruzco. Asimismo, su forma es casi cilíndrica y los extremos son redondeados, con un par de pequeñas protuberancias en uno de los extremos. Así también, en el extremo opuesto, un grupo de espiráculos de forma característica.

c. Adulto

El adulto de *B. claripalpis* posee una cabeza redondeada, muy móvil y con un par de ojos compuestos de color rojo ladrillo oscuro. Por otro lado, las antenas son cortas y gruesas, y se encuentran formadas por dos artejos, el más largo lleva la arista (un pelo modificado en forma plumosa). Además, se observa una coloración amarillo brillante que cubre toda la cabeza y se distingue en la parte central unas cerdas.

3.8 Métodos de control

3.8.1 Control biológico

Según Cisneros (1995). “Control Biológico es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales; es decir mediante la acción de predadores, parásitos y patógenos. Los parásitos de las plagas, llamados también parasitoides, son insectos que viven a expensas de

otro insecto (hospedero) al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte. Durante ese tiempo completan su propio desarrollo larval. Los predadores son insectos u otros animales que causan la muerte de las plagas (víctimas o presas) en forma más o menos rápida succionándoles la sangre o devorándolos. Los patógenos son microorganismos: virus, rickettsias, bacterias, protozoarios, hongos y nematodos, causan enfermedades o epizootias entre plagas” (p. 102).

3.8.2 Control etológico

Cisneros (1995) señala que “Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones del control etológico incluyen la utilización de feromonas, atrayentes en trampas y cebos, repelentes, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen efectos similares. Podría incluirse también la liberación de insectos estériles, pero existe una tendencia para considerar a esta técnica dentro de *control genético*” (p. 248). Este autor señala que por Control Etológico de plagas se entiende a la utilización de métodos de represión que aprovechan las reacciones de comportamiento de los insectos. El comportamiento está determinado por la respuesta de los insectos a la presencia u ocurrencia de estímulos que son predominantemente de naturaleza química, aunque también hay estímulos físicos y mecánicos” (p. 248).

3.8.3 Control mecánico

Según Cisneros (1995). “(...), los órganos recolectados se destruyen para eliminar a los insectos que se encuentran en ellos; o se les aprovecha para recuperar los parásitos que pudieran encontrarse atacando los insectos en los órganos infestados” (p. 81). Además, señala que “La práctica más conocida de control mecánico, e indudablemente el método más antiguo de control de plagas, es el recojo manual de insectos y caracoles. Para que esta práctica sea factible los insectos, larvas o adultos, o masas de huevos, deben ser de tamaño grande y fácilmente visible” (p. 81).

3.8.4 Control cultural

Según Cisneros (1995), “La quema de los campos es una práctica común en el cultivo de caña de azúcar. Las implicaciones de la quema han sido motivo de diversas interpretaciones. En cuanto al control biológico, la quema destruye a todos los enemigos naturales presentes en el campo, particularmente *Trichogramma* y *Paratheresia* que son efectivos parasitoides

del cañero. Pero, por otro lado, también destruye larvas del cañero en los tallos” (p. 106). Además, señala que “Las labores culturales pueden orientarse fundamentalmente a la destrucción de las fuentes de infestación de las plagas; a la interrupción de sus ciclos de desarrollo; a la vigorización de las plantas para conferirles mayor tolerancia a los ataques; a formar condiciones microclimáticas desfavorables para el desarrollo de las plagas; a eludir las estaciones del año que resultan favorables para los insectos; y al empleo de plantas-trampa. También se suele considerar dentro del control cultural, la utilización de plantas resistentes o tolerantes a las plagas” (p. 90, 91).

3.9. Metodología de evaluación de *Diatraea saccharalis* y liberación de *Billaea claripalpis*

3.9.1 Metodología de evaluación de *Diatraea saccharalis* Fabricius.

Según Fernández (2018), “para caña en cultivo los puntos son distribuidos en forma aleatoria y para que las muestras sean representativas, se considera lo siguiente:

- 0.1- 1 ha, se evalúan 5 tallos.
- 1.1-2.5 has, se evalúan 15 tallos.
- 2.6-5 has, se evalúan 25 tallos.
- 5.1-10 has, se evalúan 50 tallos.
- 10.1-15 has, se evalúan 75 tallos.
- 15.1-20 has, se evalúan 100 tallos.
- 20.1-25 has, se evalúan 125 tallos.
- 25.1-30 tallos, se evalúan 150 tallos” (p. 5, 6).

Según Fernández (2018), “si la altura del tallo lo permite, la evaluación se realiza dentro del campo, caso contrario se extraen todos los tallos de una cepa y son llevados a la calle, en este lugar se contarán los tallos y entrenudos perforados, así como el número de larvas pequeñas, larvas grandes y puparios de *Diatraea sp.*, también se contabilizarán la cantidad de crisálidas, larvas y pupas de *Billaea claripalpis*. Esta evaluación se realizará en campos de caña planta 3, 5, 7, 9 meses de edad, en caña soca 3, 6, 9, se realizará una evaluación opcional si fuera necesario” (p. 6). Por tanto, para la ejecución de la labor de evaluación de *Diatraea*, se requiere contar con el inventario de campo para así contar con la superficie del

cuartel o bloque evaluado (distribuir la cantidad de tallos a evaluar) como lo indica la Tabla 3 y la edad del mismo (para distribuir espacialmente los puntos) como lo indica la tabla 4.

Tabla 3: Distribución del número de tallos a evaluar según la superficie del campo.

Cuartel o Bloque	Nº tallos
0.1 - 1	5
1.1 – 2.5	15
2.6 - 5	25
5.1 - 5	25
5.1 - 10	50
10.1 - 15	75
15.1 - 20	100
20.1 - 25	125
25.1 - 30	150

Tabla 4: Distribución espacial del número de tallos a evaluar en el punto a evaluar.

Cuartel o Bloque	Nº tallos
2 a 6 meses <	8 – 8 – 9
≥ 6 a 9 <	12 – 13
≥ 9 meses	25

3.9.2 Metodología de liberación de *Billaea claripalpis* Wulp.

Se liberará las moscas en potes que contienen 20 parejas de *Billaea claripalpis*, variando la dosis aplicada en caña planta o soca, lo cual dependerá del resultado de las evaluaciones de porcentaje de intensidad de infestación, distribuyéndolas alrededor del campo, en puntos equidistantes de cada cuartel o bloque de acuerdo a la dosis establecida y generando la liberación 25 metros dentro del campo con respecto a la calle próxima.

Dosis de *Billaea claripalpis* aplicadas en caña planta (corte 1):

- **Caña Planta**

La liberación depende de la cuantificación del porcentaje de intensidad de infestación del campo y es la siguiente:

40 parejas/ha, cuando el porcentaje de intensidad de infestación es mayor o igual 10%.

30 parejas/ha, cuando el porcentaje de intensidad de infestación es mayor o igual a 5%, pero menor al 10%.

20 parejas/ha, cuando el porcentaje de intensidad de infestación es menor a 5% y posee un índice poblacional de *Diatraea saccharalis* mayor a 0.01 (debe cumplirse ambos).

- **Caña Soca**

La liberación depende de la cuantificación del porcentaje de intensidad de infestación del campo y es la siguiente:

30 parejas/ha, cuando el porcentaje de intensidad de infestación es mayor o igual 10%.

20 parejas/ha, cuando el porcentaje de intensidad de infestación es mayor o igual a 5%, pero menor al 10%.

20 parejas/ha, cuando el porcentaje de intensidad de infestación es menor a 5% y posee un índice poblacional de *Diatraea saccharalis* mayor a 0.1 (debe cumplirse ambos).

Edad de liberación:

En caña planta:

Las liberaciones se realizan con base a las evaluaciones secuenciales y normalmente se realizan en el siguiente mes, con respecto a la fecha de evaluación fitosanitaria, siendo los meses de evaluación fitosanitaria:

En caña planta:

- A los 3, 5, 7 y 9 meses.

En caña soca:

- A los 3, 6, 9, meses.

La liberación se realiza en las primeras horas del día (7.00 am – 10.00 am) cuando la radiación solar es mínima, así como la velocidad del viento (5 km/hora). Siendo el ratio de liberación de 30 ha aproximadamente, en un lapso de 8 horas.

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1. Aspectos generales

4.1.1 Ubicación geográfica y zona de experiencia laboral

La empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. se encuentra ubicado en la provincia del Santa, distrito de Nepeña. Esta empresa se dedica al cultivo, transformación e industrialización de la caña de azúcar, así como a la comercialización de los productos y sub productos derivados de su actividad principal, como Azúcar (blanca, refinada y rubia), alcoholes, melaza, fibra de bagazo, etc. Actualmente cuenta con 12337 hectáreas de las cuales solo 7831 de ellas son aptas para el cultivo de caña de azúcar.

San Jacinto se encuentra ubicado en el valle del río Nepeña, en la región Áncash, a unos 45 kilómetros de la ciudad de Chimbote y a 405 kilómetros de la ciudad de Lima. Por ser el único ingenio azucarero en la región tiene un gran potencial de crecimiento agrícola y comercial en la zona. Su influencia agrícola directa involucra a los valles del Santa, Lacramarca, Nepeña y Casma en los cuales desarrolla y promueve cultivos propios y de sembradores particulares.

La diversidad climática del valle Nepeña, la fertilidad de sus suelos y la presencia del canal de irrigación del proyecto especial Chincas que asegurará el recurso hídrico en gran medida, hacen de este valle, uno de los más secos de la costa peruana, una zona propicia para el cultivo no solo de caña de azúcar, sino también de diversos productos agrícolas, gracias al desarrollo de planes de riego por goteo a gran escala.

Agroindustrias San Jacinto S.A.A, cuenta con ubicación georreferenciada en 9°8'41"S y 78°16'52"W. Los campos a ser analizados en el presente trabajo presentan las siguientes coordenadas geográficas (tabla 5).

Tabla 5: Ubicación georreferenciada de los campos a analizar.

CAMPO	BLOQUE	S	W
HUACALARGA	060	9°14'12"	78°23'50"
SAN IGNACIO	060	9°09'20"	78°18'10"
HIGUERAS	060	9°14'34"	78°24'51"
HUACATIERRA	040	9°14'55"	78°25'46"

4.1.2 Condiciones edafoclimáticas

a. Suelo

Según ONERN (1972a), “El valle de Nepeña conforma una regular extensión de tierra irrigadas por las aguas del río del mismo nombre, cuyo carácter irregular determina las condiciones de extrema aridez del suelo, el que en su mayor parte se riega con aguas del subsuelo” (p. 152). Además, indica que “En el valle de Nepeña, se determinó las 6 clases de aptitud para el riego. Se identificó las siguientes subclases o deficiencia: s (suelo), st (suelo y topografía), sl (suelo y salinidad), lw (salinidad y drenaje) y lnw (salinidad, sodio y drenaje)” (p. 155).

La información suministrada por ONERN coincide con lo observado en la práctica puesto que los terrenos y suelos son similares a la descripción. Según lo evaluado por SGS del Perú en el 2014, se indica la siguiente distribución textural (tabla 6) para los campos de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Tabla 6: Distribución porcentual de las texturas de los suelos de Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

Textura	Superficie (Hectáreas)	Porcentaje
Franco Arenoso	2,971	43.53%
Franco	1,534	22.47%
Franco Limoso	929	13.61%
Arenoso	737	10.79%
Arena Franca	625	9.16%
Franco Arcillo Arenoso	20	0.30%
Franco Arcilloso	6	0.09%
Franco Arcillo Limoso	3	0.04%
Total general	6824.81	100%

Fuente: Dpto. de Planificación – AISJ S.A.A, SGS del Perú (2014).

b. Clima

De la información meteorológica representativa para los campos del complejo azucarero (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)), se indica que los mayores valores de temperatura máxima y mínima se cuantifican en los meses de diciembre a abril, siendo lo mismo para el parámetro evapotranspiración y totalmente lo contrario cuando se analiza la humedad relativa (HR%). Asimismo, la época de avenida del río en una época normal oscila entre los meses de febrero y marzo, siendo el sustento hídrico de la producción las fuentes subterráneas (pozos) y el agua de riego proveniente del proyecto especial CHINECAS.

4.2. Situación de la plaga *Diatraea saccharalis* Fabricius. en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A.

La empresa Agroindustrias San Jacinto realiza un monitoreo fitosanitario de todos sus campos en producción, el que responde a un programa mensual el cual se ejecuta diariamente y se realiza en base a la metodología sugerida por Fernández (2018), en el documento interno CO5-GCACP-I-16 (V01) “Evaluación de plagas *Diatraea saccharalis*”. Asimismo, se indica que la programación de evaluación de campos, para las cuales se hace uso del inventario general de campos, se realiza de la siguiente manera:

- Campos con caña planta: Se evalúan a los 3, 5, 7 y 9 meses de edad (meses después de la fecha de siembra)
- Campos con caña soca: Se evalúan a los 3, 6 y 9 meses de edad (meses después de la fecha último corte)

En la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A., el jefe de Sanidad elabora el programa mensual de evaluaciones, en base al inventario de campo, el cual se encuentra organizada en bloques (antes cuarteles), en los cuales se encuentra el cultivo en diversos estados fenológicos. Asimismo, el inventario de campo de AISJ S.A.A. (Tabla 7) contiene la siguiente información:

4.2.1 Zona administrativa

En esta columna, se identificará a que zona administrativa corresponde cada campo y sus respectivos bloques. De esta forma, se podrá generar una trazabilidad y atribuir responsabilidad de labores. Cada zona administrativa se encuentra a cargo de un administrador. En la empresa Agroindustrias San Jacinto existen 3 zonas.

Código UT:

Cada campo y bloque (antes cuartel) se encuentra identificado a través de una codificación numérica. Todos los campos de la empresa Agroindustrias San Jacinto cuentan con un código, estos difieren y son únicos.

Ejemplo: 8001-021, sirve para designar al campo Leonera, bloque 021.

Denominación:

Es el nombre con el cual se le conoce a una determinada zona o campo específico y está compuesta por los bloques (unidades de producción).

Ejemplo: Campo Choloquito, bloque 010.

Variedad

Se identifica la variedad con la cual se siembra un determinado bloque, el cual pertenece a un determinado campo. Esta información es importante y necesaria para identificar las variedades más susceptibles a la infestación de la plaga clave del cultivo de la caña de azúcar.

Ejemplo: Variedad H69-3904, variedad susceptible a la infestación de *Diatraea saccharalis*.

Edad

Se identifica la edad del campo-bloque, y esta columna es necesaria para identificar los campos que van a ingresar al programa de evaluación, pues como indica Fernández (2018) para AISJ S.A.A., el programa de evaluación se realiza en función a la edad del campo-bloque.

Corte

El inventario indica el número de corte al que pertenece el campo-bloque y de esta forma, se puede identificar cuáles son los cortes más susceptibles al daño de la plaga. Para el caso de Agroindustrias San Jacinto, se prioriza la atención a los cultivos con caña planta o corte 1. Cisneros (1995), señala que el proceso de quema del cultivo previo y la renovación del mismo, afecta la población de insectos benéficos existentes.

Área (Superficie)

El área de topografía cuantifica la superficie que le pertenece a un determinado bloque y campo. Esta información es importante para asignar el número de tareas, puntos de evaluación y en caso lo amerite, cuantificar la cantidad de parejas de *Billaea claripalpis* requerida para el determinado campo-bloque.

Fecha de siembra

Indica la fecha en la cual se realizó la colocación de los tercios (semilla) en campo, consecuentemente se tapó o cubrió con tierra, para posteriormente proceder al riego. En las cañas plantas, a partir de esta fecha se procede a contabilizar la edad del cultivo.

Fecha de último corte.

Esta fecha cuantifica en promedio el último día de corte del campo cosechado. En las cañas socas, a partir de esta fecha se procede a contabilizar la edad del cultivo en los campos con cultivo caña soca, para este caso del corte 2 en adelante.

Tabla 7: Parte del inventario general de campos de la empresa Agroindustrias San Jacinto, con edades a fin de mes de Setiembre.

Zona administrativa	UT	Denominación	Variedad	Edad	Corte	Área 2	Fecha de siembra	Fecha de ultimo corte	Uso del cuartel
División sj 03	8102-010	Huacalarga	H69-3904	8.8	8	19.24		10/01/21	Producción
División sj 03	8102-020	Huacalarga	H69-3904	8.8	8	14.17		11/01/21	Producción
División sj 03	8102-030	Huacalarga	H69-3904	8.7	8	13.05		12/01/21	Producción
División sj 03	8102-040	Huacalarga	H61-1721	8.0	2	5.14	19/08/19	05/02/21	Producción
División sj 03	8102-050	Huacalarga	H61-1721	7.8	2	9.49	29/08/19	10/02/21	Producción
Division sj 03	8102-060	Huacalarga	H61-1721	7.7	2	4.17	30/08/19	12/02/21	Producción

Fuente: Dpto. de PCP (setiembre 2021).

4.2.2 Resultados de evaluación 2019 al 2021

La data de evaluaciones fitosanitarias, dirigida al monitoreo de *Diatraea saccharalis*, se encuentra almacenada en una hoja Excel, la cual maneja el área de Sanidad Vegetal de la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A (AISJ S.A.A.). Esta información registra las labores diarias de los campos evaluados según la metodología de Fernández (2018).

Con base a esta información (data de evaluaciones fitosanitarias) se realiza el programa de liberaciones de insectos benéficos. Para el caso de AISJ S.A.A., las liberaciones de controladores biológicos que se realizan, están orientadas al uso de *Billaea claripalpis*, mosca nativa, parasitoide de *Diatraea saccharalis* en estado larval con mayor eficiencia en el caso de Perú como lo indica Risco (1958).

La data de evaluaciones fitosanitarias cuenta con la siguiente información (ejemplo en la tabla 8), para cada campo programado y evaluado:

- Año
- Mes
- Cuartel o Bloque
- Campo
- Variedad
- Edad
- Corte
- Superficie del bloque (Área)
- Tallos evaluados
- Tallos barrenados
- Entrenudos evaluados
- Entrenudos barrenados
- Larvas grandes
- Larvas pequeñas
- Larvas parasitadas
- Crisálidas
- Pre pupas
- Pupas
- Porcentaje de Parasitoidismo (%PA)
- Índice poblacional (I.P)
- Porcentaje de intensidad de infestación (%I. I)
- Porcentaje de Infestación (% I)

El monitoreo de *Diatraea saccharalis* en los campos de Agroindustrias San Jacinto para tres años consecutivos 2019, 2020 y 2021, ha permitido identificar en campo los meses de mayor incidencia de esta plaga clave (diciembre a mayo). Por tanto, la información generada durante este tiempo permite desarrollar el sustento necesario para la implementación de un manejo para el control de esta plaga clave, el cual se basa en el uso del control biológico, prioritariamente *Billaea claripalpis* Wulp., como lo resalta Risco (1958) cuando indica que es el factor más importante de mortalidad de larvas; y el control etológico, el cual se basa en el uso de trampas en campo con hembras adultas vírgenes de *Diatraea saccharalis* Fabricius. En promedio, en la empresa Agroindustrias San Jacinto, se ha evaluado mensualmente 1121.36, 1353.88 y 1482.6 has en los años 2019, 2020 y 2021 respectivamente. Asimismo, tan solo en el mes de setiembre de 2021 se evaluaron 1596.75 hectáreas, distribuidas en 143 bloques o cuarteles, obteniéndose un valor de 3 % de intensidad de infestación a nivel de

empresa para el mes en meción. Las evaluaciones se realizan de forma diaria, siguiendo una programación mensual. Asimismo, la tabla 8 mostrada indica los parámetros que contiene el formato de evaluación.

Por otro lado, de la información recabada de forma diaria para el periodo 2019 al 2021, se indica que para las condiciones de Agroindustrias San Jacinto S.A.A. existe una relación directa entre el valor de Índice poblacional vs. la Intensidad de infestación (figura 1 y 2), al encontrar un valor r igual a 0.89, lo cual cuantifica una relación correlativa muy fuerte. Por tanto, se puede indicar que bajo condiciones del valle de Nepeña, mientras es mayor el porcentaje de intensidad de infestación, mayor es el índice poblacional de la plaga. Asimismo, la información del porcentaje de intensidad de infestación, periodo 2019-2021 (figura 3) indica que en los meses de diciembre a mayo se presentan valores altos, lo cual se materializa en una mayor infestación y daño de esta plaga clave. Esto se puede explicar debido a incrementos en parámetros meteorológicos como: temperaturas máximas y mínimas (figura 4) y evaporación (figura 5); asimismo, la disminución de otros parámetros como, por ejemplo, el porcentaje de humedad relativa (figura 6). Lo antes mencionado para los meses de diciembre a mayo, genera un acortamiento del ciclo biológico de la plaga e intensifica la infestación y daño de las larvas (estadio que genera daño) al cultivo en sus diversos estados fenológicos.

Por otra parte, el promedio mensual del parasitoidismo (%) de *Billaea claripalpis* en larvas de *Diatraea saccharalis* para las condiciones del valle de Nepeña, periodo 2019-2021 (Figura 7), indica que los valores son menores al 30%. Sin embargo, se ha observado que aquellos campos evaluados que presentan una alta intensidad de infestación normalmente también poseen un alto porcentaje de parasitoidismo debido a las liberaciones artificiales de *Billaea* generadas por el departamento de sanidad vegetal y a que la curva de crecimiento poblacional de la plaga en un momento determinado, puede ser alcanzado y en algunos casos posteriormente sobrepasado por la curva de crecimiento poblacional del controlador biológico. Asimismo, el bajo porcentaje de parasitoidismo promedio puede ser interpretado para el caso de Agroindustrias San Jacinto S.A.A. de la siguiente manera:

Tabla 8: Parte de la data de evaluaciones fitosanitarias orientadas a la cuantificación de *Diatraea saccharalis* F. en campo (setiembre 2021).

AÑO	FE*	MES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	TE	TB	EE	EB	LG	LP	LPP	C	PPs	P	%PA	I.P.	%INTENSIDAD INFESTACIÓN	%INFESTACIÓN
2021	20/09/2021	SET	1	8103-030	HIGUERAS	H69-3904	6.3	2	11.88	75	10	318	14	0	3	2	0	0	0	40	0.04	4.4	13
2021	23/09/2021	SET	1	8106-050	HUACATIERRA	H57-5174	5.6	1	19.56	100	13	293	16	8	3	0	2	0	0	0	0.11	5.5	13
2021	23/09/2021	SET	1	8106-070	HUACATIERRA	H57-5174	5.3	1	25.27	150	15	391	20	2	8	3	0	0	0	23	0.07	5.1	10
2021	23/09/2021	SET	1	8106-080	HUACATIERRA	H57-5174	5.2	1	12.39	75	8	190	8	2	3	0	1	0	0	0	0.07	4.2	11
2021	24/09/2021	SET	1	8100-040	CAMPANA	H57-5174	5.5	2	5.13	50	7	195	8	4	4	0	0	0	0	0	0.16	4.1	14
2021	28/09/2021	SET	1	8028-040	PALENQUE ALTO	RB72-454	4.4	1	2.17	75	4	75	4	1	0	0	0	0	0	0	0.01	5.3	5
2021	30/09/2021	SET	1	8113-010	LA VIUDA	MEX73-523	6.0	1	4.25	25	2	38	2	1	0	0	0	0	0	0	0.04	5.3	8

*FE: Fecha de evaluación; TE: Tallos evaluados; TB: Tallos barrenados; EE: Entrenudos evaluados; EB: Entrenudos barrenados; LG: Larvas grandes; LP: Larvas pequeñas; LPP: Larvas parasitadas; C: Crisálidas; PPs: Pre pupas; P: Pupas

- La presencia en campo de un hiperparasitoide de *Billaea claripalpis* Wulp., puede afectar directamente el porcentaje de parasitoidismo.
- El shock térmico que puede generar en el parasitoide *Billaea claripalpis* Wulp. el cambio de ambiente (pasar de un clima modificado en laboratorio a campo abierto); situación que genera condición desfavorable para su desempeño en su nicho ecológico.
- El bajo porcentaje promedio de intensidad de infestación de *Diatraea saccharalis* Fab. durante los meses evaluados para el periodo 2019-2021, puede indicar que en promedio existe un daño de esta plaga clave con porcentaje promedio de intensidad de infestación por debajo del 5 %, lo cual conlleva también a que el porcentaje de parasitoidismo también sea bajo.

Por otro lado, la empresa Agroindustrias San Jacinto cuenta con el 55.91 % de sus terrenos con texturas Franco Arenoso, Arena Franca y Arenoso, situación que predispone al cultivo aun manejo de riego con frecuencia de 18 a 20 días en la estación de baja evaporación (fines de otoño y todo invierno); asimismo, una frecuencia de riego de 8 a 15 días para los meses de alta evaporación (primavera y verano). La no consideración de la aplicación oportuna de esta variable desencadena en condiciones propicias para el desarrollo de *Diatraea* en campo.

Además, se debe resaltar que los campos de Agroindustrias San Jacinto poseen un 64% de suelo con problemas de salinidad (> 2 dS/m), pudiéndolas clasificar en: ligeramente salino (29%), fuertemente salino (18%) y moderadamente salino (17%). Por tal motivo, se ha designado variedades que se desempeñan mejor en crecimiento y desarrollo bajo estas condiciones. Sin embargo, estas variedades bajo condiciones de suelo salino presentan cierta predisposición al daño por parte del barrenado, puesto que las condiciones de problemas osmóticos se asemejan a suelos con densidad aparente mayor a 1.55 (Franco Arenoso, Arenoso y Arena franca) en condiciones de estrés hídrico, esto se presenta en la Tabla 9. Asimismo, se indica en esta tabla, los problemas que poseen los suelos y que variedades bajo condiciones del valle Nepeña responden mejor en crecimiento y desarrollo. Además, que tan susceptibles son al daño de *Diatraea saccharalis* esas variedades designadas bajo estas condiciones particulares.

Tabla 9: Variedades con un mayor desarrollo vegetativo bajo condiciones de suelo salino, y la susceptibilidad de las mismas a daños por *Diatraea saccharalis* Fab., bajo condiciones del valle de Nepeña.

Suelos	Variedades	Respuesta al ataque de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. (en caña planta)	Respuesta al ataque de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. (en caña soca)
Ligeramente salino	H69-3904	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad moderada
	H61-1721	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad moderada
	MEX73-0523	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad moderada – baja
	RB72-454	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad moderada – baja
	H57-5174	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad moderada – baja
Fuertemente salino	RB72-454	Susceptibilidad alta	Susceptibilidad moderada
	H38-2915	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad moderada
	RB72-454	Altamente susceptible	Susceptibilidad moderada – baja
Moderadamente salino	H38-2915	Moderadamente susceptible	Susceptibilidad moderada – baja
	H68-1158	Altamente susceptible	Susceptibilidad moderada – baja
	H69-3904	Altamente susceptible	Moderadamente susceptible
	H61-1721	Altamente susceptible	Moderadamente susceptible

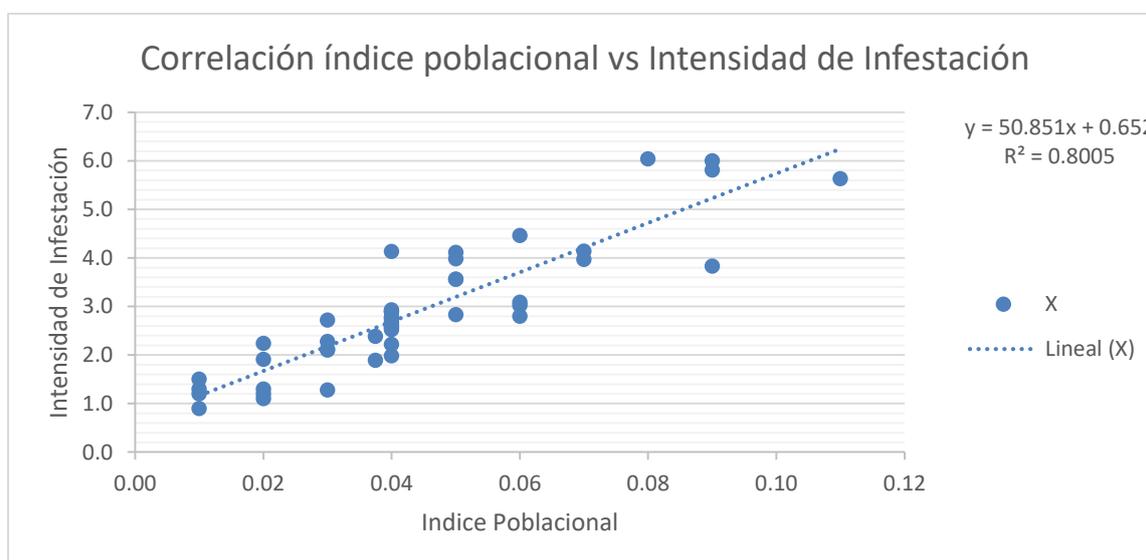


Figura 1. Correlación entre el índice poblacional y el % de intensidad de infestación (enero 2019 a setiembre 2021).

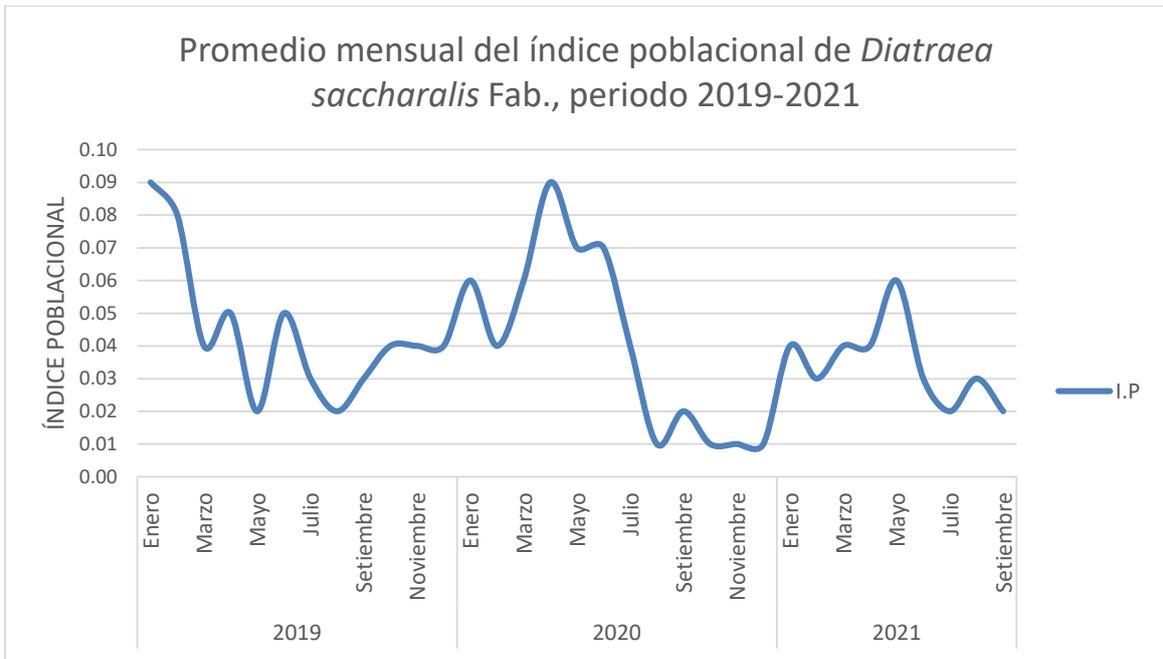


Figura 2. Promedio mensual del índice poblacional de la plaga *Diatraea saccharalis* Fab. para el periodo 2019-2021.

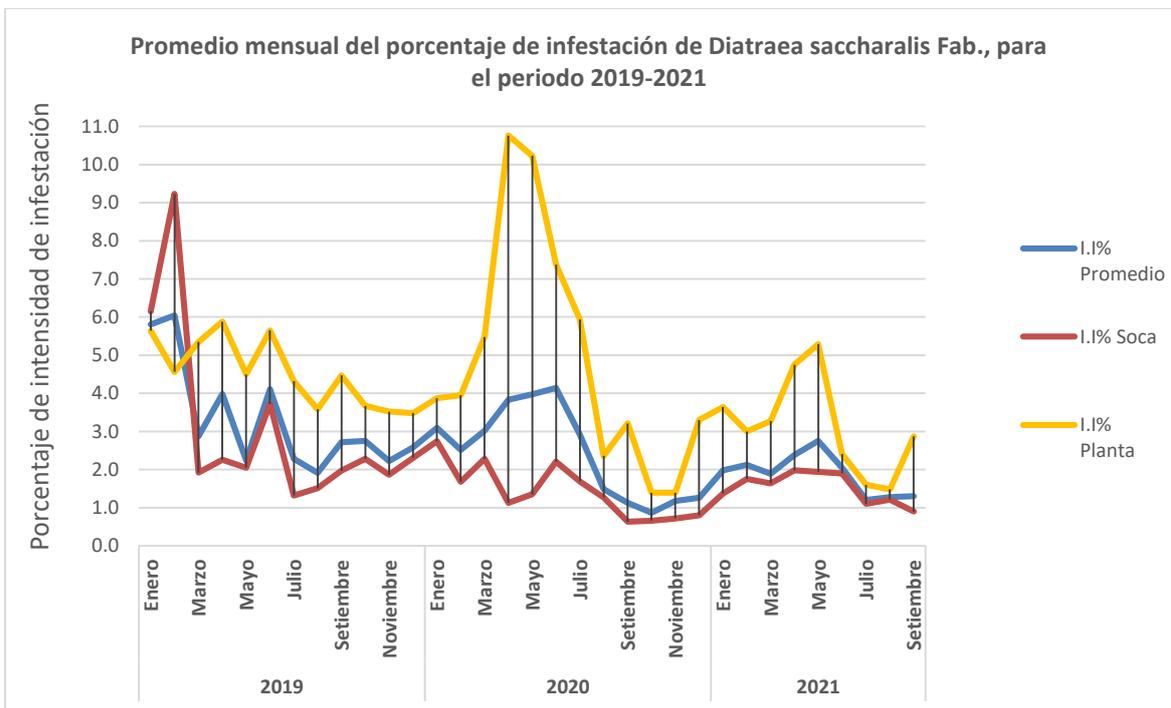


Figura 3. Promedio ponderado mensual del porcentaje de intensidad de infestación (%I. I) en Agroindustrias San Jacinto S.A.A., para el periodo 2019-2021.

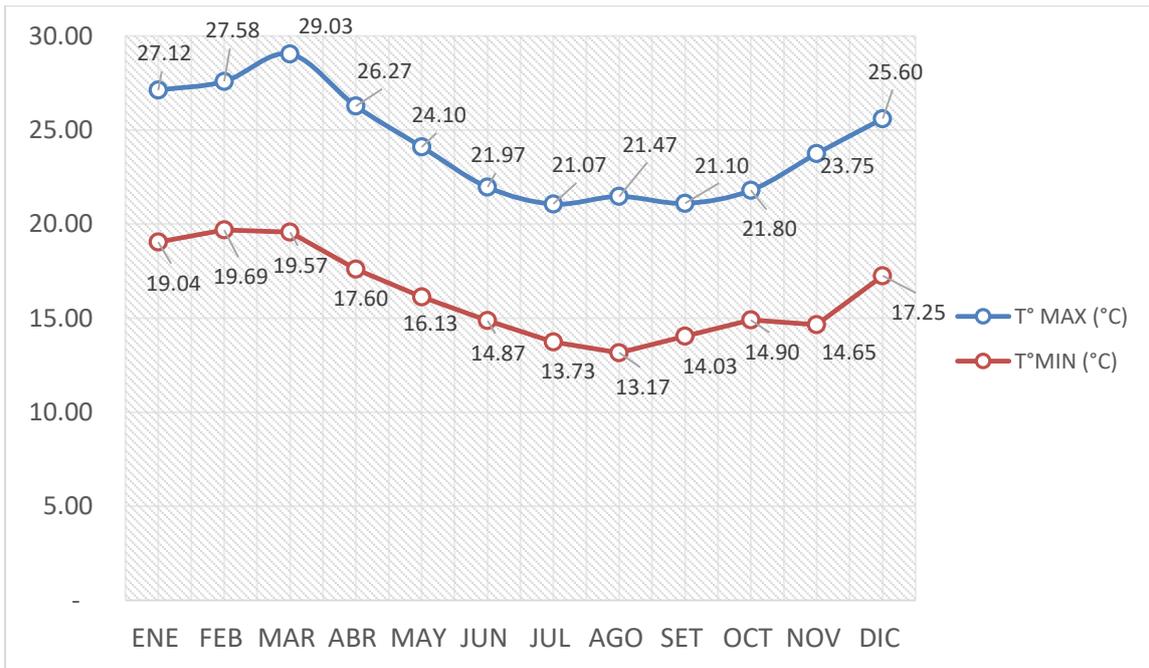


Figura 4. Promedio mensual de temperaturas máximas y mínimas para el periodo 2019 - 2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)).

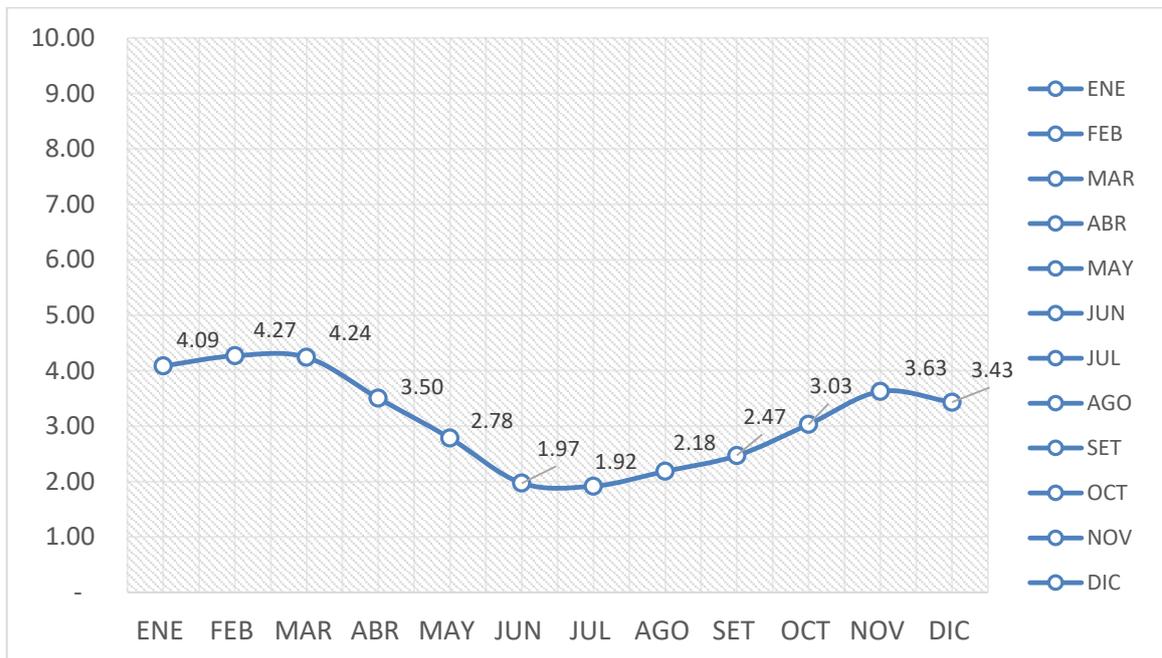


Figura 5. Promedio mensual de evaporación 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)).

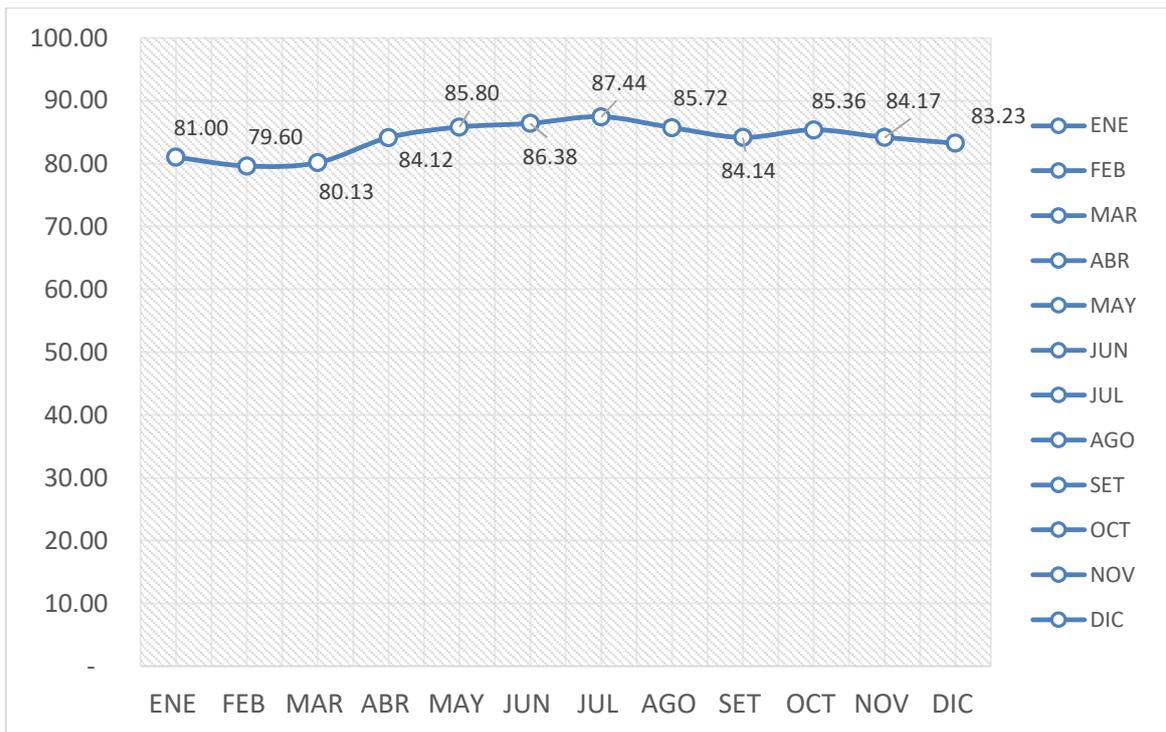


Figura 6. Promedio mensual del porcentaje de humedad relativa (HR) 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US)).

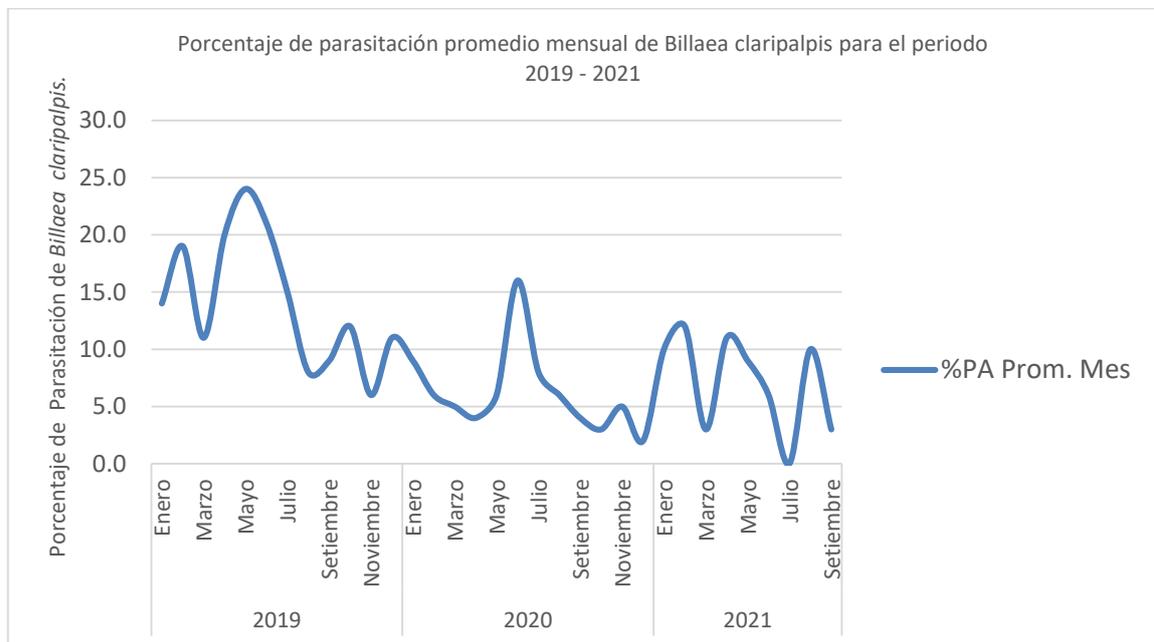


Figura 7. Promedio mensual del porcentaje de parasitismo de *Billaea claripalpis* en la empresa AISJ S.A.A., para el periodo 2019-2021.

4.2.3 Análisis de la evaluación secuencial 2019 – 2021 en el campo Huacalarga, cuartel

060

Las evaluaciones fitosanitarias realizadas en el campo Huacalarga, cuartel 060, durante los años 2019 al 2021 (Tabla 10), indican que durante el corte 1 (caña planta), se cuantificaron valores altos en el porcentaje de intensidad de infestación y por ende valores altos en el índice poblacional (existe una correlación positiva, $r=0.89$), posiblemente debido a lo siguiente:

- En el 2019, los primeros estados del cultivo coincidieron con la estación de verano. Por tanto, las temperaturas altas (figura 8), la humedad relativa baja (figura 9) y evaporación alta (figura 10), pudieron repercutir en una mayor demanda hídrica del cultivo, el cual no fue suplido oportunamente. Asimismo, las condiciones antes mencionadas (como lo indica la literatura), pudieron favorecer a que el ciclo biológico de la plaga se acorte, debido a una aceleración en el crecimiento y desarrollo de la plaga en campo (Tabla 10).
- La variedad sembrada en este cuartel, fue la H61-1721, la cual según Helfgott (2016), posee tallos casi erectos y un buen macollaje (número de tallos por planta). Sin embargo, de lo evaluado en campo se puede indicar que debido a las deficiencias suministradas por el factor riego, se generó un pobre desarrollo de macollos (tallos por metro lineal) el cual es respaldado por la evaluación de índice de desarrollo (ID) (Tabla 11), y por las vistas NDVI (de coloración verde los campos con adecuado crecimiento y en amarillo campos con problemas relacionados a condiciones de estrés hídrico) como se puede apreciar en las figuras 11 y 12, las mismas que fueron validadas con la respectiva visita a campo. Esta situación de estrés hídrico posibilitó las condiciones para la infestación de *Diatraea saccharalis*, intensificando en esta variedad, la misma que es susceptible al daño por el barrenado de la caña de azúcar.
- La presencia de *Diatraea saccharalis* y sus daños se manifiestan en los tallos de caña de azúcar durante todo el año (por ser una plaga clave). Sin embargo, se ha observado que a fines de primavera y durante el verano, estos daños se acentúan. Asimismo, se indica que, durante los meses de diciembre a mayo, los campos de cultivo que presentan una mayor infestación son aquellos que se conocen como caña planta es decir para el caso de Agroindustrias San Jacinto los llamados corte 1, siendo menos susceptibles al daño los

cortes 2 en adelante, como se observa en la figura 3. Esto según Cisneros (1995) podría deberse a que al pasar de un corte 1 a corte 2, la práctica cultural de quema de campos, destruye a las poblaciones de controladores biológicos, siendo desfavorable para el control de *Diatraea saccharalis* en campo. Asimismo, se ha observado que el efecto vecindad influenciado por la no presencia de periodos de campo limpio también es importante durante el proceso de establecimiento de la plaga en campo.

- El tipo de suelo imperante en el cuartel o bloque (textura Franco arenoso) brinda las condiciones propicias para el desarrollo del barrenado de la caña de azúcar, ya que estas requieren una frecuencia de riego más corta; la cual, de no ser suministrada de manera oportuna será capitalizada por la plaga materializándose en un alto porcentaje de intensidad de infestación. Por tanto, al observar el programa satelital ONESOIL (imágenes NDVI), se pueden identificar de color amarillo las zonas con poco desarrollo vegetativo que han demandado mayor reposición hídrica la cual no ha sido oportuna (figura 11 y 12).
- El semillero que sirvió como base para la propagación de semilla al campo Huacalarga bloque 060, fue el campo Quisque alquilado bloque 120 con un resultado de porcentaje intensidad de infestación de 34.87%, siendo este el valor de su última evaluación a los 9 meses como lo indica la metodología de Fernández (2018). Por lo tanto, se puede precisar que el material vegetal llevado a campo con la población plaga, muchas en estadio larval y pupal, las cuales desarrollaron y posteriormente emergieron los adultos, posiblemente influenciadas por las condiciones meteorológicas imperantes en la época de verano (figura 8), (figura 9) y (figura 10). Posibilitando la generación de los daños que se cuantificaron con las evaluaciones en los años 2019 y 2020 (Tabla 10).

Tabla 10: Evaluación secuencial del Campo Huacalarga, bloque 060, durante los años 2019 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.

AÑO	FE	MES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIETA D	EDAD	CORTE	ÁREA	TE	TB	EE	EB	LG	LP	LP P	C	P Ps	P	% P A	I.P.	%INTENSIDAD INFESTACIÓN	%INFESTACIÓN
2019	29/11/2019	NOV	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	3.0	1	4.17	25	5	36	5	5	0	0	0	0	0	0	0.20	13.9	20
2020	29/01/2020	ENE	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	5.0	1	4.17	25	7	118	13	3	5	0	0	0	0	0	0.32	11.0	28
2020	1/04/2020	ABR	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	7.1	1	4.17	25	22	242	87	9	11	2	3	0	3	18	0.80	36.0	88
2020	23/06/2020	JUN	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	9.8	1	4.17	25	25	395	102	9	2	1	1	0	17	60	0.44	25.8	100
2021	20/05/2021	MAY	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	3.2	2	4.17	25	3	51	3	1	0	0	0	0	0	0	0.04	5.9	12
2021	10/08/2021	AGO	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	5.9	2	4.17	25	10	128	12	7	9	0	0	2	0	11	0.64	9.4	40

*FE: Fecha de evaluación; TE: Tallos evaluados; TB: Tallos barrenados; EE: Entrenudos evaluados; EB: Entrenudos barrenados; LG: Larvas grandes; LP: Larvas pequeñas; LPP: Larvas parasitadas; C: Crisálidas; PPs: Pre pupas; P: Pupas

La Tabla 10, indica los resultados de todas las evaluaciones fitosanitarias orientadas al monitoreo de *Diatraea saccharalis* realizadas a partir del corte 1 o caña planta hasta el mes de setiembre de 2021, donde se observa el daño que el daño generado por *Diatraea* en caña planta es mucho mayor que en caña soca (corte 2).

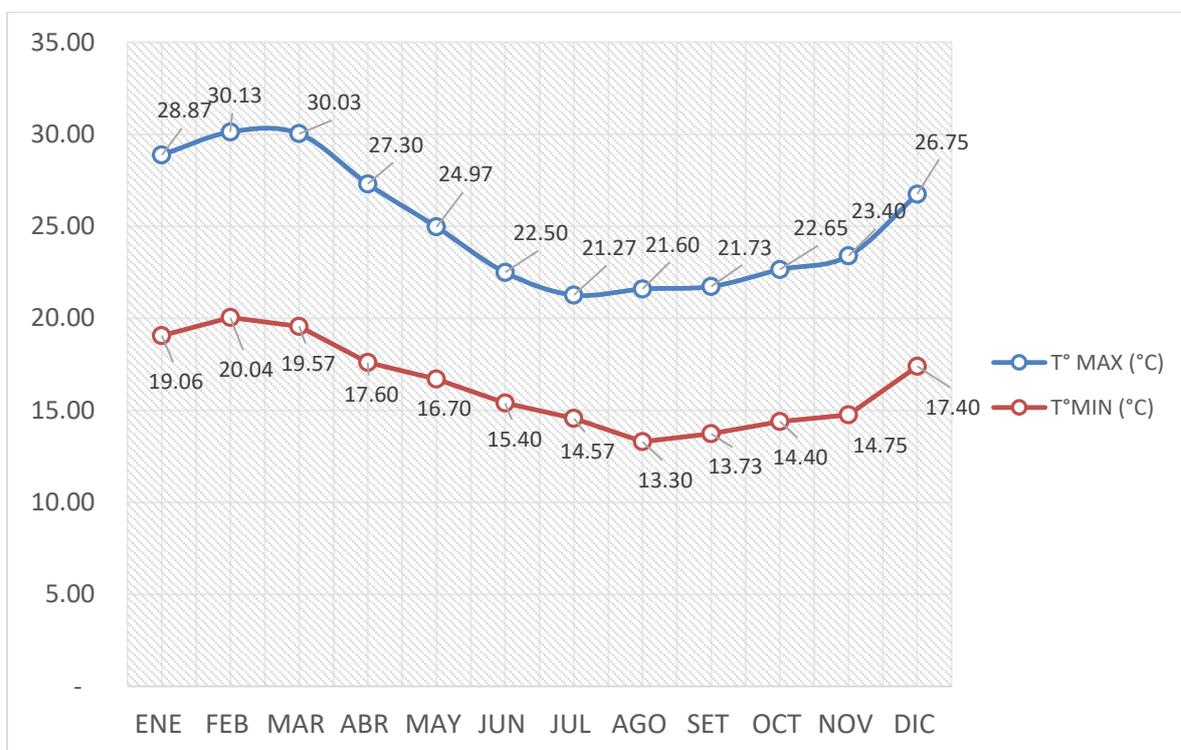


Figura 8. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

Los meses en los cuales se tienen mayores temperaturas máximas y mínimas fluctúan entre diciembre y abril, según la estación meteorológica de Beta colorada - Davis modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)), lo cual se puede asociar estas condiciones presentes a condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo y también para el desarrollo de *Diatraea saccharalis* en campo

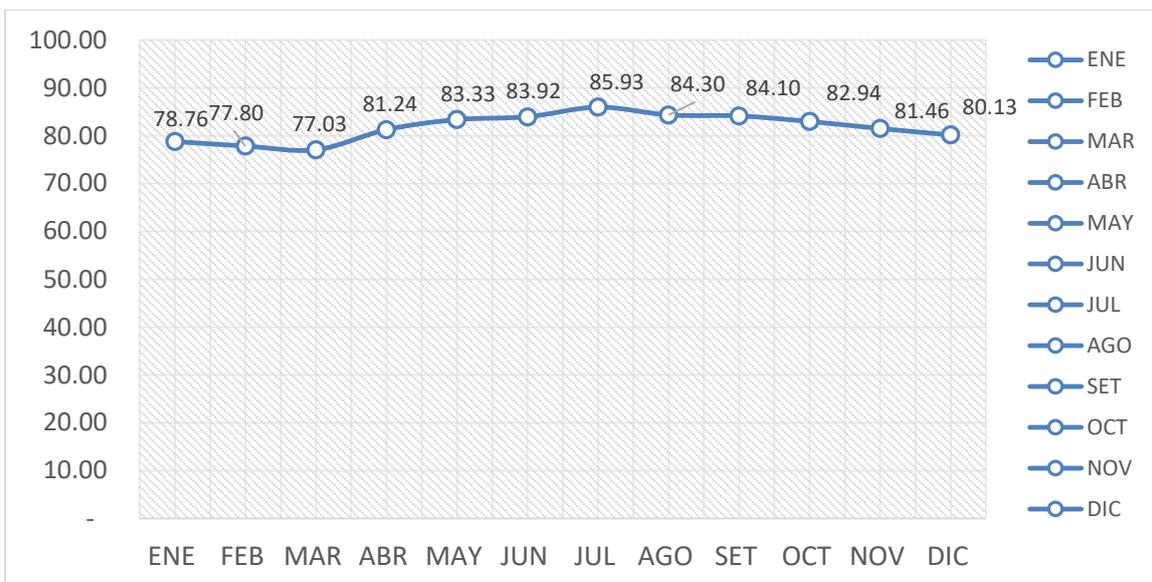


Figura 9. Promedio de % humedad relativa (HR) de 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

La información de la estación meteorológica de Beta colorada, para el parámetro humedad relativa, indican que se tienen valores bajos en los meses de diciembre a marzo, situación la cual puede ser asociada a una mayor transpiración y por ende una mayor reposición hídrica del cultivo, la cual de no ser suministrada de manera oportuna puede desencadenar en un desbalance, posibilitando condiciones para el crecimiento y desarrollo de esta plaga clave.

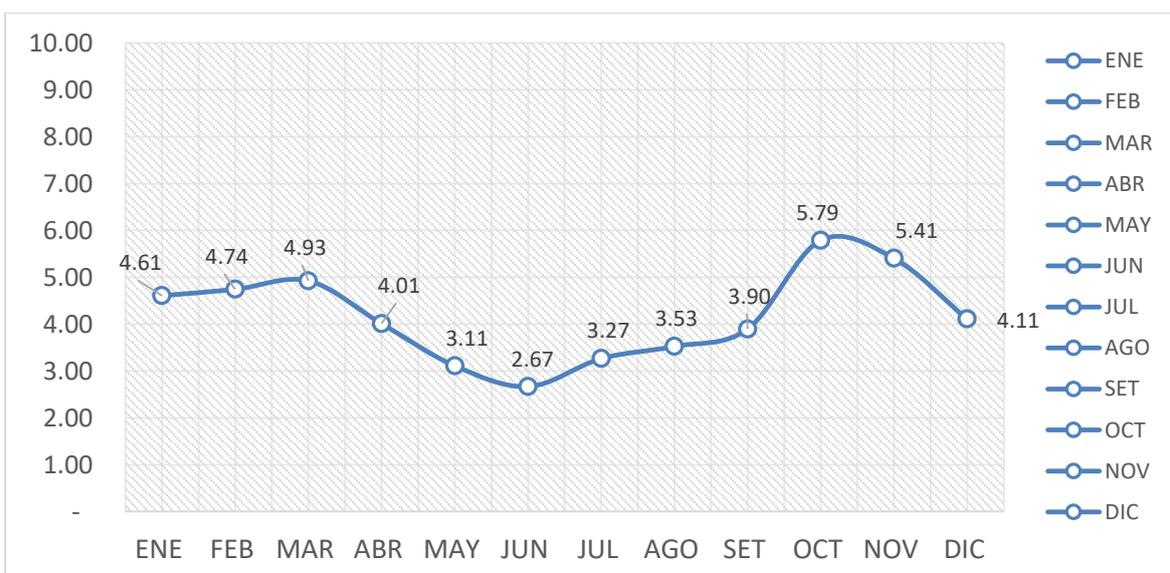


Figura 10. Promedio de Eto 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

Del promedio de valores Eto para el periodo 2019-2021, se observa que son los meses de octubre a marzo donde se generan los altos valores de evapotranspiración del cultivo, para la Estación Beta Colorada, situación por la cual en este lapso de meses se debieron considerar realizar riegos más frecuentes, con la finalidad de utilizarlo como control cultural.

Tabla 11: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo Huacalarga, bloque 060.

AÑO	MES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	FECHA DE EVALUACIÓN	POBLACIÓN (Tallos/m de surco)	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)	ID
2020	Abril	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	8	1	4.17	28/04/2020	8.2	1.4	2.6	11.48
2021	Agosto	3	8102-060	HUACALARGA	H61-1721	6.1	2	4.17	18/08/2021	10.5	0.85	2.6	9.03

La evaluación del índice de desarrollo, indica que existió una limitación que generó un pobre macollamiento (generación de número de tallos) en la caña de azúcar, pudiéndose asociar a limitaciones de riego y fertilización. Por lo tanto, al relacionar el índice de desarrollo (ID) con la alta incidencia de *Diatraea* en campo, se podría indicar que la aplicación oportuna de labores agrícola es crucial para generar la evasión del cultivo al daño de esta plaga clave.

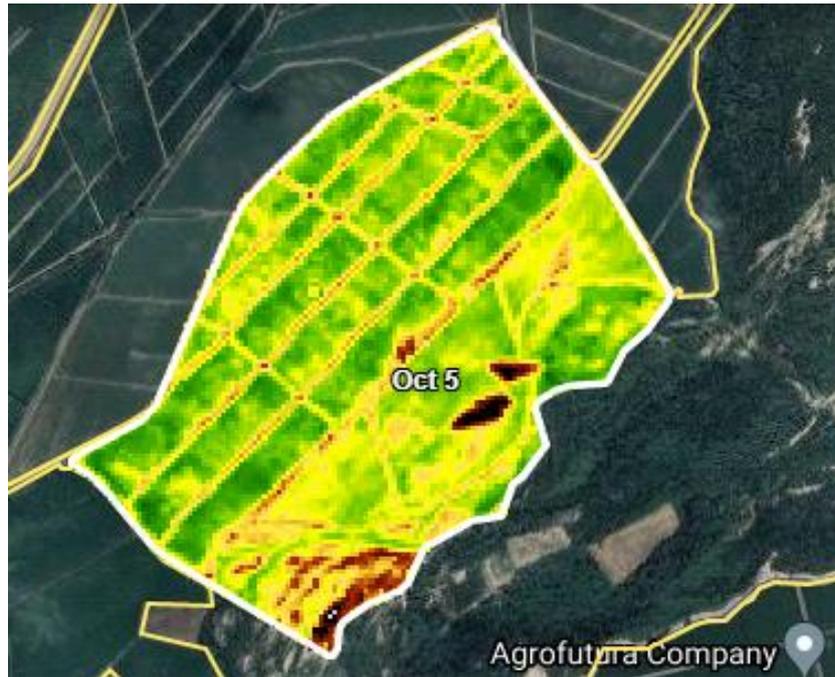


Figura 11. Vista satelital del campo Huacalarga a través del programa ONESOIL (NDVI) con fecha 23 de mayo 2021.

En esta vista satelital de fecha 23 de mayo de 2020, se pueden observar zonas de coloración amarilla más acentuadas, las cuales están asociadas a un crecimiento y desarrollo limitado del cultivo, cabe resaltar que estas vistas satelitales fueron validadas con la respectiva visita de campo.

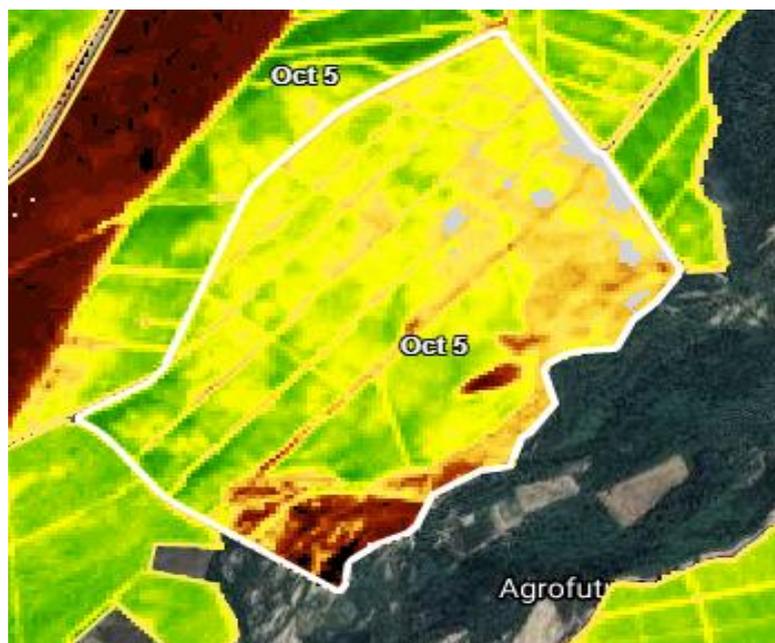


Figura 12. Vista satelital del campo Huacalarga a través del programa ONESOIL con fecha 23 de febrero 2020.

En esta vista satelital de fecha 23 de febrero de 2020, se observa la presencia de zonas de coloración amarilla, las cuales denotan un crecimiento y desarrollo retardado del cultivo, las mismas que fueron validadas con la respectiva visita de campo. Lo cual denotó una inadecuada aplicación de algunas labores agrícolas que desencadenaron en un limitado porte del cultivo, y brindaron el medio para el desarrollo de *Diatraea saccharalis* en campo.

4.2.4 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de Sanidad vegetal (SSVV).

Como medida de respuesta a los resultados de las evaluaciones fitosanitarias, los mismos que cuantificaron valores altos del porcentaje de intensidad de infestación (% I. I), se procedió a realizar los siguientes trabajos.

- Liberación de *Billaea claripalpis*, en base al documento interno CO5-GCACP-I-16 (V01) Evaluación de plagas *Diatraea saccharalis*. (Control biológico).
- Colocación de trampas con hembras vírgenes de *Diatraea saccharalis* en campo (Control etológico).

a) Control Biológico

La herramienta de control biológico usada para combatir la población plaga en campo, se basó en la utilización de adultos de *Billaea claripalpis* los cuales fueron liberados 5 días después de la emergencia en laboratorio con la finalidad de liberar hembras grávidas y mejor aclimatadas, las cuales posteriormente permitieron la generación de maggots.

Se debe indicar que debido al comportamiento de la plaga es difícil generar un control químico, de allí que los ingenios azucareros como en el caso de Agroindustrias San Jacinto recurren a la especie *Billaea claripalpis* como parasitoide del estado larval de *Diatraea saccharalis*, pues como indica Risco (1958), *Billaea* es el factor de mortalidad más importante de larvas de esta plaga clave en el cultivo de la caña de azúcar para las condiciones de Perú.

Por tal motivo, la empresa Agroindustrias San Jacinto cuenta con un plan de acción para el control de *Diatraea saccharalis* Fab., basado en las liberaciones de adultos de *Billaea claripalpis* Wulp. cómo se indica a continuación en la tabla 12. Asimismo, se indica que el ratio de liberación de *Billaea claripalpis*, basada en la relación hectárea/hombre, siendo esta de 35 has/hombre en una jornada laboral de 8 horas.

Tabla 12: Dosis de *Billaea claripalpis* Wulp. utilizadas por la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. para el control biológico a nivel de larvas de *Diatraea saccharalis* Fabricius, según número de corte.

Número de cortes del cultivo	Porcentaje de intensidad de infestación evaluado	Índice poblacional de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab.	Dosis (en parejas de <i>Billaea claripalpis</i> Wulp. por hectárea.)
Caña planta (corte 1)	$\geq 10\%$	-	40
	$\geq 5\%$ y $10\% <$	-	30
	$5\% <$	> 0.01	20
Caña soca (corte 2 a más)	$\geq 10\%$	-	30
	$\geq 5\%$ y $10\% <$	-	20
	$5\% <$	> 0.1	20

El cuadro fue elaborado por Fernández (2018) e indica que a diferentes niveles de intensidad de infestación e índice poblacional le corresponden diferentes dosis de *Billaea* (parejas/ha), más aún si varían en número de corte.

Por lo tanto, con base a las evaluaciones fitosanitarias se realizó la liberación de *Billaea claripalpis* en el campo Huacalarga, cuartel 060, en función a lo indicado en la tabla 12. Asimismo, evaluaciones realizadas entre 2019 y 2021 para este campo y bloque en particular, indican realizar la aplicación de 40 parejas por ha por ser un cultivo en caña planta (corte 1) y poseer un alto porcentaje de intensidad de infestación. Por lo tanto, como este bloque presenta 4.16 ha, le correspondieron un total 167 parejas de *Billaea claripalpis* por liberación, las cuales fueron realizadas al campo en las fechas: 2/12/2019, 07/01/2020, 07/02/2020, 04/03/2020, 24/04/2020, 26/05/2020, 17/06/2020 y 22/07/2020.

Posteriormente, cuando el campo fue cosechado y paso a corte 2, se realizaron evaluaciones a los 3 y 6 meses, como parte de su programa de evaluación soca como lo estipula Fernández (2018), cuantificando valores de 5.9 y 9.4% respectivamente. De allí, que por ser un cultivo en caña soca (corte 2) y presentar un nivel medio de porcentaje de intensidad de infestación, le correspondió una dosis de 20 parejas de *Billaea claripalpis*/ha.; aplicándosele un total de 83 parejas por liberación, las mismas que fueron realizadas el 15/06/2021, 26/07/2021 y 02/09/2021 (Tabla 13).

Tabla 13: Liberación de parejas de *Billaea claripalpis* Fabricius realizadas al campo Huacarlaga, bloque 060 durante el periodo 2019-2021.

FECHA	CAMPO	CUARTEL	VARIEDAD	Nº APLICACIÓN	CORTE	ÁREA TOTAL (Ha)	ÁREA APLICADA (Ha)	CANTIDAD APLICADA (Parejas de <i>B. claripalpis</i>)	DOSIS (Parejas <i>B. claripalpis</i> /Ha)
2/12/2019	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	1.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
7/01/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	2.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
7/02/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	3.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
4/03/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	4.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
24/04/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	5.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
26/05/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	6.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
17/06/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	7.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
22/07/2020	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	8.00	1.00	4.17	4.17	167	40.05
15/06/2021	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	1.00	2.00	4.17	4.17	83	19.90
26/07/2021	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	2.00	2.00	4.17	4.17	83	19.90
2/09/2021	HUACALARGA	8102-060	H61-1721	3.00	2.00	4.17	4.17	83	19.90

Las dosificaciones en parejas/ha de *Billaea claripalpis* como parte del control biológico aplicadas al campo Huacalarga (bloque 060) se realizaron en función a lo indicado en la tabla 12, la cual indica que las liberaciones de insectos benéficos se hacen con base a evaluaciones fitosanitarias previas.

b) Control Cultural

Este método de control de plaga de bajo costo y que es utilizado en Agroindustrias San Jacinto S.A.A., consiste en generar las labores culturales de manera oportuna como riegos, fertilización, aplicación de herbicidas, entre otros; con la finalidad de contrarrestar el daño de la plaga en campo. Por lo tanto, en su momento se coordinó con las administraciones, en respuesta al reporte de bloques con alto porcentaje de intensidad de infestación, para que se generen riegos sucesivos con la finalidad de evitar condiciones de estrés hídrico que favorezcan el desarrollo de la plaga clave en campo. De esta forma, como se indica en la tabla 14, el campo Huacalarga bloque 060, se cosechó habiéndose aplicado un total de 28 886 m³ de agua de riego, valor que no indica la oportunidad del riego; pues, aunque el valor de m³ aplicados sea alta la distribución en el tiempo no fue la ideal para contrarrestar los daños generados por el barreno de la caña de azúcar en los primeros estados fenológicos del cultivo, lo cual se puede validar con la información de índice de desarrollo (ID), el cual nos cuantifica la cantidad de tallos molederos a los 8 meses (Tabla 11).

Tabla 14: Data de suministro de total de agua de riego (m³/ha) al campo Huacalarga, bloque 060 (corte 1).

UT	Denominación	CORTE	ÁREA	M ³ totales aplicados	Textura del suelo
8102-060	HUACALARGA	1	4.17	28, 886	Franco arenoso.

En resumen, la cantidad total de metros cúbicos (m³) de agua de riego aplicada es normal para este tipo de texturas, sin embargo, es alta para el promedio estándar que maneja la empresa. Así, de la relación cantidad de m³ aplicados y el resultado de intensidad de infestación, se puede indicar que no solo importa la cantidad total de agua de riego aplicada, sino también se debe considerar una mejor distribución durante todo el ciclo del cultivo.

c) Control Etológico

El uso de hembras vírgenes de *Diatraea saccharalis* Fab. para el control de machos de *Diatraea saccharalis* Fab., es decir controlar la plaga usando la misma plaga, tiene como fundamento interferir o disminuir la probabilidad de cópula entre machos y hembras en el agroecosistema de forma natural. De tal manera, que la disminución de la probabilidad de cópula entre machos y hembras impactará en la fertilización de huevos y la proliferación de nuevos individuos, lo cuales constituyen la perpetuación de la especie plaga en campo. Esto se sustenta en la emisión de feromonas sexuales la cuales son segregadas por las hembras, en este caso de *Diatraea saccharalis*, pudiendo los machos ubicar a las hembras a decenas o centenares de metros.

Para la empresa Agroindustrias San Jacinto, el control etológico se realiza en base al uso de hembras vírgenes de *Diatraea saccharalis* Fab., como indica la tabla 15, puesto que se ha observado una alta eficacia en la captura de machos. Sin embargo, se debe precisar que también existen atrayentes sexuales los cuales tienen por función ser mímicas o análogas al de la feromona sexual de la hembra de *Diatraea*. De lo antes mencionado, se indica que para el caso de la caña de azúcar el uso del Pherogen DIASAC (atrayerente sexual) no posee la misma eficacia que la feromona sexual segregada de forma natural por la hembra de *Diatraea saccharalis*, cuando se evaluó cantidad total de machos adultos caídos por trampa en un mismo periodo de tiempo.

Tabla 15: Información de individuos machos de *Diatraea saccharalis* Fabricius capturados durante el periodo de enero a agosto de 2020, en el campo Huacalaraga, bloque 060.

Año	Mes	Individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. Capturados
2020	Enero	414
	Febrero	1789
	Marzo	447
	Abril	1692
	Mayo	-
	Junio	1533
	Julio	777
	Agosto	707
	Setiembre	505
	Total	7864

Para el desarrollo del trabajo de captura de machos adultos de *Diatraea saccharalis* Fab. en este campo se utilizaron un promedio 6.3 trampas por mes en el campo evaluado, es decir un promedio de 1.5 trampas/ha y un mantenimiento de los mismos de cada 12.83 días. Se debe precisar que para Agroindustrias San Jacinto se recomienda el uso de 2 trampas por ha, colocados al pie del cuartel, esto con finalidad de aprovechar la configuración de los cuarteles y la dirección del viento en la zona el cual es de Oeste a Este. Por tanto, se colocan las trampas de tal manera que se vean favorecidas con el viento a favor para poder diseminar las feromonas sexuales naturales que segrega la hembra de *Diatraea saccharalis* en campo.

En la figura 13, se muestra una trampa instalada el 17 de enero de 2020 con una captura de 174 individuos, cuya fecha de revisión y mantenimiento se hizo el 23 de enero de 2020 en el campo Huacalarga bloque 060. En esta figura, se puede apreciar los individuos machos capturados y la estructura de la trampa para facilitar el mayor ingreso posible de machos adultos de esta plaga clave.



Figura 13. Captura de machos de *Diatraea saccharalis* en campo Huacalarga, bloque 060.

4.2.5 Evaluación secuencial 2019 – 2021 en el campo San Ignacio, bloque 060).

Las evaluaciones realizadas al campo San Ignacio bloque 060, durante los años 2019 al 2020, indican que durante el corte 1 (caña planta), se cuantificó con valor alto la primera evaluación del porcentaje de intensidad de infestación (02/07/2019), en tanto que en la 3ra y 4ta evaluación se registraron niveles bajos de intensidad de infestación. Luego se procedió a realizar las liberaciones de *B. claripalpis*, de acuerdo a la tabla 12.

La interpretación de las evaluaciones del 2019 al 2020, en caña planta o corte 1, es la siguiente:

- Al ser caña planta o corte 1, el cultivo posee cierta predisposición a la infestación por *Diatraea saccharalis* debido a que el proceso de quema previo, repercutió en la pérdida de los controladores biológicos naturales en sus diversos estadios. Situación que posibilitó una condición para la manifestación de la plaga clave, la cual se validó con la primera evaluación de intensidad de infestación (tabla 16). Ante esto, se procedió al envío de personal para la labor de extracción de tallos barrenados de forma inmediata, lo cual permitió retirar material infestado de campo, observándose posteriormente una repercusión positiva, ya que el valor del porcentaje de intensidad de infestación evaluado (a los 5 meses), posterior al trabajo fitosanitario, cuantificó un valor de 5.46% de intensidad de infestación.
- Asimismo, el efecto vecindad posibilitó que individuos de *Diatraea saccharalis* ingresaran a este campo en específico, provenientes de las unidades de producción colindantes.

El uso del control biológico, a través de liberaciones de *Billaea claripalpis*, así como la colocación de trampas con feromonas naturales (hembras vírgenes de *Diatraea*) fueron utilizadas como herramientas para el manejo fitosanitario de *Diatraea*. Asimismo, de la revisión de las condiciones meteorológicas para el cultivo en caña planta o corte 1, se indica que durante los primeros estados fenológicos de cultivo las condiciones ambientales como temperaturas máximas y mínimas (figura 14) y evaporación (figura 15) fueron bajas, mientras que la humedad relativa de la zona fué alta (figura 16), situación que posibilitó que el ciclo biológico de la plaga necesite mayor tiempo, lo cual repercutió en un menor daño y se generen las condiciones para una mayor exposición de la plaga en su estado susceptible

para la parasitación de *Billaea claripalpis*, liberada de forma artificial. La acción de parasitoidismo por parte de *Billaea* se pudo percibir a través de las evaluaciones del 02/07/2019, 03/09/2019, 28/11/2019 y el 11/01/2020 (tabla 16).

Para caña soca (corte 2), tal como se registra en la tabla 16, se cuantificó un bajo nivel de daño por parte de la plaga, debido, a que las primeras etapas fenológicas de la soca coinciden con las bajas temperaturas (figuras 14 y 16) y de la data histórica se conoce que la susceptibilidad al daño por *Diatraea* hacia las socas es mucho menor que en la caña planta (figura 3).

En el bloque 060 del campo San Ignacio, no se observaron problemas de la aplicación del riego puesto que así lo muestran las vistas satelitales a través del programa ONESOIL (figura 17, 18 y 19), lo antes mencionado fue respaldado por la respectiva visita a campo, donde se muestra de coloración verde las zonas de buen crecimiento y desarrollo vegetativo, el cual indica de manera indirecta un suministro hídrico que no afectó sustancialmente al cultivo. Lo antes mencionado, se puede validar con la evaluación de índice de desarrollo (ID) el cual cuantifica valores mayores de 14 tallos por metro de surco (Tabla 17). Esta situación repercute negativamente en las condiciones de estrés que requiere la plaga para poder acrecentar su daño.

Tabla 16: Evaluación secuencial del Campo San Ignacio, bloque 060, durante los años 2019 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.

AÑO	FE*	MES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	TE	TB	EE	EB	LG	LP	LPP	C	PPs	P	%PA	I.P.	%INTE NSIDA D INFES TACIÓ N	%IN FES TAC IÓN
2019	2/07/2019	JUL	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	2.8	1	11.25	75	13	75	10	4	4	2	0	1	1	33	0.11	13.33	17
2019	3/09/2019	SET	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	4.9	1	11.25	75	9	183	10	5	3	2	0	0	0	20	0.11	5.46	12
2019	28/11/2019	NOV	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	7.7	1	11.25	75	9	413	12	1	3	1	0	1	0	33	0.05	2.91	12
2020	11/01/2020	ENE	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	9.2	1	11.25	75	3	613	14	0	0	2	0	0	0	100	0.00	2.28	4
2020	27/08/2020	AGO	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	2.8	2	11.25	75	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	-	0
2020	21/11/2020	NOV	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	5.6	2	11.25	75	2	165	2	0	0	0	0	0	0	0	0.00	1.21	3
2021	19/02/2021	FEB	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	8.6	2	11.25	75	12	674	18	5	2	0	0	0	0	0	0.09	2.67	16

*FE: Fecha de evaluación; TE: Tallos evaluados; TB: Tallos barrenados; EE: Entrenudos evaluados; EB: Entrenudos barrenados; LG: Larvas grandes; LP: Larvas pequeñas; LPP: Larvas parasitadas; C: Crisalidas; PPs: Pre pupas; P: Pupas

Las evaluaciones fitosanitarias realizadas durante el cultivo en caña planta (corte 1), indican que, debido a que algunos parámetros meteorológicos no, óptimos para el desarrollo de la plaga como bajas temperaturas, y la rápida acción del control mecánico aplicado al cultivo, junto a las liberaciones de controladores biológicos y el empleo de trampas etológicas (hembras vírgenes), repercutieron en un control de la plaga clave.

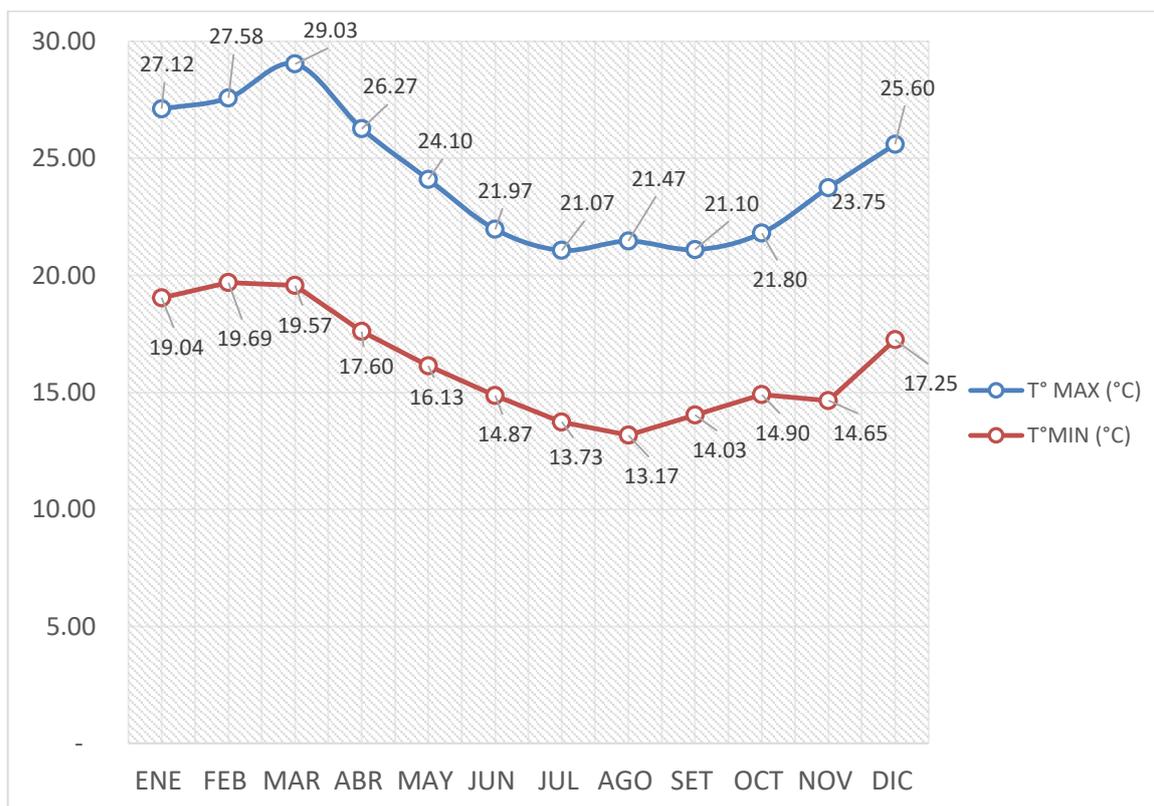


Figura 14. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US))

La estación Juan Díaz, que brinda información referencial al campo San Ignacio, bloque 060, indica que los mayores valores de temperatura (°C) se registran en los meses de febrero y marzo. Sin embargo, debido a que el cultivo (corte 1) durante sus primeros estadios se desarrolló con temperaturas bajas, se observó que el ciclo biológico de la plaga pudo ralentizarse y generando un mayor tiempo a *Billaea* para acentuar la parasitación.



Figura 15. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US))

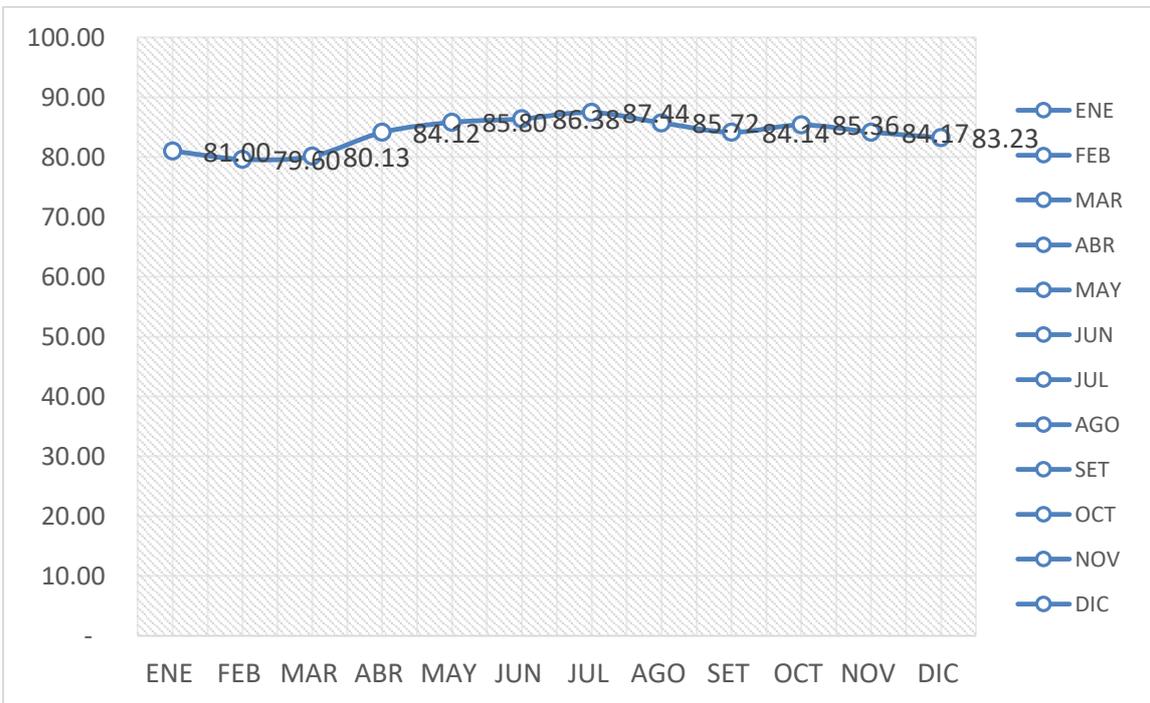


Figura 16. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019 -2021 (Estación Juan Díaz/AISJ S.A.A.- Modelo Vantage Pro 2 Plus A01006A021(US))

La humedad relativa para este campo en particular indica que la primera etapa del cultivo, durante su periodo de caña planta, inició en la época de invierno con valores de humedad relativa alta, por ende, la baja diferencia de presión de vapor generada pudo contribuir a un lento crecimiento del cultivo, debido a la baja transpiración. Así, si se asocia este parámetro a las temperaturas bajas registradas en ese periodo, se podría indicar que el ciclo biológico de *Diatraea saccharalis* se prolonga, generando menor daño al cultivo.

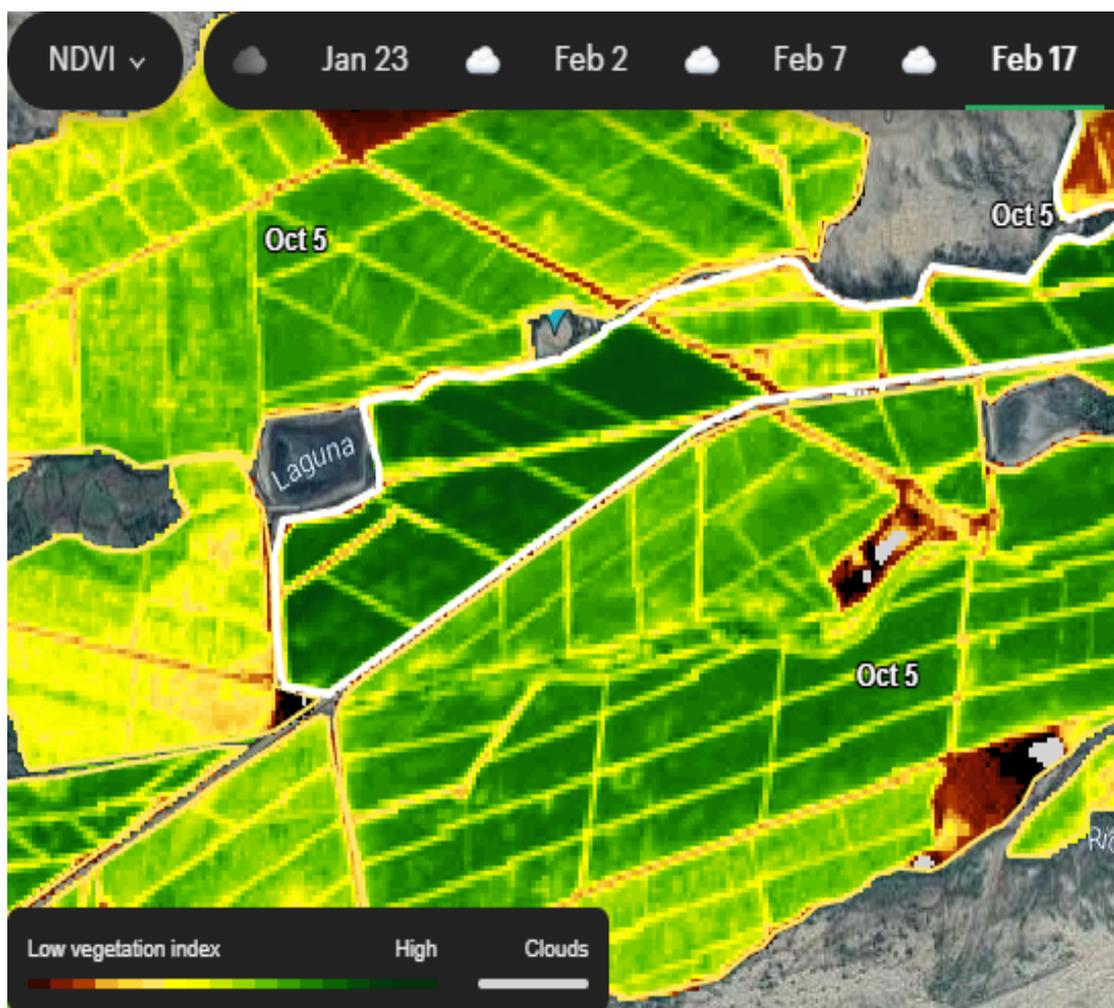


Figura 17. Vista satelital del campo San Ignacio, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 17 febrero de 2021.

La vista satelital ONESOIL para el 17 de febrero del 2021 junto a la visita de campo, indicaron que el cultivo poseía en ese momento un adecuado crecimiento y desarrollo, el cual, al relacionarlo con el estado hídrico del cultivo, se puede inferir que para este momento el cultivo se encontraba en buenas condiciones.



Figura 18. Vista satelital del campo San Ignacio, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 24 de noviembre de 2020.

La vista satelital ONESOIL para el 24 de noviembre del 2020 y la respectiva visita a campo indicaron que el cultivo poseía zonas con leve retraso en crecimiento, lo cual puede ser relacionado de manera indirecta con el estado hídrico del cultivo. Por tanto, para este momento en particular el cultivo se encontraba en buenas condiciones, pero con algunas zonas con crecimiento aletargado.



Figura 19. Vista satelital del campo San Ignacio, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 06 setiembre de 2019.

La vista satelital ONESOIL para el 06 de setiembre del 2019 y la respectiva visita de campo indicaron que el cultivo poseía un adecuado crecimiento y desarrollo. Sin embargo, se pudo presenciar algunas zonas con retraso en su crecimiento, situación que permitió relacionar con el estado hídrico del cultivo; señalando que para este momento el cultivo se encontraba en buenas condiciones.

Tabla 17: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo San Ignacio, bloque 060.

AÑO	MES	ZONA	CUARTAL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	FECHA DE EVALUACIÓN	POBLACIÓN (Tallos/m de surco)	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)	ID
2019	NOV	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	6.9	1	11.25	2/11/2019	15.7	0.69	2.8	10.83
2020	DICI	1	8018-060	SAN IGNACIO	CTC-15	6.2	2	11.25	10/12/2020	17.2	0.5	2.5	8.6

La evaluación del índice de desarrollo señala que el número de tallos por metro de surco fué alta y que no se vio reducido, puesto que las condiciones de estrés no fueron considerables en este campo en particular. De allí que se puede inferir, que el cultivo recibió las labores agrícolas de manera oportuna, situación que no generó las condiciones para el incremento de la intensidad de infestación de *Diatraea*.

4.2.6 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de SSVV.

Como medida de respuesta a los altos valores de % I.I cuantificados se procedió a realizar lo siguiente:

- Liberación de *Billaea claripalpis*, con base en el documento interno CO5-GCACP-I-16 (V01) Evaluación de plagas *Diatraea saccharalis*. (Control biológico).
- La colocación de trampas con hembras vírgenes (Control etológico).
- Recojo de corazones muertos (Control mecánico).

a) Liberaciones de *Billaea claripalpis* (Control biológico)

El control biológico aplicado se basó en el uso del parasitoide *Billaea claripalpis* (Tabla 18), el cual se liberó en campo 4 días después de haber emergido como adulto. Con la finalidad de permitir que las hembras sean grávidas y que los mismos se aclimaten a las condiciones ambientales, antes de ser liberados en campo.

Se realizaron 8 liberaciones de *Billaea claripalpis* al campo de cultivo (caña planta o corte 1) en respuesta a los resultados de la evaluación. Asimismo, debido a los bajos valores

cuantificados en el corte 2 se realizaron 3 liberaciones con dosis bajas de 20 parejas de *Billaea claripalpis*/ha.

Tabla 18: Liberación de parejas de *Billaea clariplapis* al campo San Ignacio, bloque 060

FECHA	CAMPO	CUARTE L	VARIEDA D	Nº APLICA CIÓN	CORT E	ÁREA TOTA L (Ha)	ÁREA APLI CADA (Ha)	CANTIDAD APLICADA (Parejas de <i>B. claripalpis</i>)	DOSIS (Parejas <i>B. claripalpi</i> s/Ha)
6/07/2019	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	1.00	1.00	11.25	11.25	450	40.00
16/09/2019	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	2.00	1.00	11.25	11.25	338	30.01
12/10/2019	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	3.00	1.00	11.25	11.25	338	30.04
12/11/2019	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	4.00	1.00	11.25	11.25	338	30.04
13/12/2019	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	5.00	1.00	11.25	11.25	225	20.00
19/10/2020	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	1.00	2.00	11.25	11.25	225	20.00
14/12/2020	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	2.00	2.00	11.25	11.25	225	20.00
16/03/2021	SAN IGNACIO	8018-060	CTC-15	3.00	2.00	11.25	11.25	225	20

Las liberaciones del controlador biológico, responden a las evaluaciones realizadas en campo y son ejecutadas normalmente al mes siguiente de la evaluación fitosanitaria. Por tanto, cabe precisar que la liberación hecha para el cultivo caña planta el 06/07/2019 con dosis de 40 parejas de *Billaea claripalpis*/ha (Tabla 12 y Tabla 18) responden al resultado de evaluación el cual obtuvo un valor de 17.3% de intensidad de infestación. Asimismo, para la fecha 16/09/2019 se realizó una liberación de *Billaea* con dosis de 30 parejas/ha como lo indica la tabla 12, debido a que el resultado de la evaluación mostró 5.46% de intensidad de infestación. Por último, para las fechas 12/10/2019, 12/11/2019 y 13/12/2019 se realizaron liberaciones de refuerzo ya que según la tabla 12, la cual se usa como referencia, solo ameritaba realizársela a la evaluación del 12/10/2019 (por ser caña planta y tener un bajo nivel de intensidad de infestación).

b) Trampas con hembras vírgenes (Control etológico)

En Agroindustrias San Jacinto, se hace uso de las hembras adultas de *Diatraea saccharalis* recién emergida, las cuales aún no han copulado. El material se compra a la empresa Agromip cuyo costo es de 1 sol la unidad (sin IGV).

La colocación de las trampas (figura 20) empezó en agosto de 2019 con la captura de 24 individuos, obteniéndose el pico máximo de capturas en noviembre con 484 individuos y finalizó con una captura de 169 individuos en el mes de enero de 2020. Se usaron en promedio 3 trampas por mes para el monitoreo de las 11.25 has.



Figura 20. Trampa etológica para la captura de adultos de *Diatraea saccharalis* en campo.

La colocación de trampas se inició en agosto de 2019 y culminó en enero de 2020 con un total de 1323 individuos machos de *Diatraea* capturados (tabla 19). Para el monitoreo de la plaga se utilizaron un total de 2.5 trampas promedio por mes, con un mantenimiento de las trampas cada 15.6 días en promedio.

Tabla 19: Registro de la captura de adultos machos de *Diatraea saccharalis* en el campo San Ignacio, bloque 060.

Año	Mes	Individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. Capturados
2019	Setiembre	308
	Octubre	122
	Noviembre	484
	Diciembre	240
2020	Enero	169
	Total	1323

En la figura 21 se observan los adultos capturados en una trampa etológica, colocada el 4/11/2019 en la cual se colectaron 86 individuos machos de *Diatraea saccharalis*, a la cual se le hizo mantenimiento el día 18/11/2019.



Figura 21. Captura de machos de *Diatraea saccharalis* en campo San Ignacio, bloque 060

c) Recojo manual de órganos infestados (Control mecánico)

El empleo del control mecánico más difundido en Agroindustrias San Jacinto S.A.A., es el uso del recojo manual de la plaga y el recojo de órganos infestados. De esta forma, se busca disminuir directamente la población plaga y la fuente de inóculo que dará origen a la

siguiente generación. Para esta labor, el personal se dirige a los campos que presentan como resultado de evaluación fitosanitaria un nivel alto de intensidad de infestación.

El personal recurre a un machete para poder eliminar los tallos barrenados y un contenedor para almacenar el estado de la plaga que puede encontrarse en su interior: Se ha observado que el ratio de avance del operador es distinto para cada campo, dependiendo del grado de daño que presente el cultivo (porcentaje de intensidad de infestación). Siendo en general de 0.1 a 0.4 ha cuando el porcentaje de intensidad de infestación se valoriza por encima del 10% y de 0.5 a 1/ha cuando el cultivo se encuentra con valores de entre 5 y menos del 10% de intensidad de infestación (entrenudos perforados).

Para contrarrestar el alto valor de % I. I evaluado el 14/07/2021, se enviaron 4 personas por una semana para la remoción de órganos infestados con un avance de 0.4 has/persona. En la figura 22 se puede apreciar la ubicación de órganos infestados (tallos) y en la figura 23 se puede apreciar la extracción de un tallo infestado en el campo San Ignacio (bloque 060).



Figura 22. Control mecánico en campo



Figura 23. Control mecánico en campo

d) Riego y fertilización (Control Cultural)

La aplicación de las labores agrícolas de manera oportuna evita generar condiciones que predisponen al cultivo a la infestación por las plagas. Así, se ha observado que la aplicación oportuna del riego al igual que la incorporación de fertilizantes de forma fraccionada, para las condiciones de Agroindustrias San Jacinto que posee un 63.48% de suelos con textura gruesa (Arenoso, Franco Arenoso y Arena Franca), son beneficiosas para el desarrollo del cultivo y poseen un efecto negativo para el desarrollo de *Diatraea*.

Se ha observado que los campos regados oportunamente con agua de cachaza (tabla 20), subproducto de fábrica, poseen buen crecimiento y desarrollo (Tabla 17) (figura 17, 18 y 19) y son menos susceptible a la infestación por *Diatraea saccharalis*. De allí que, cada vez que se presentan problemas fitosanitarios relacionados a *Diatraea* se coordina para incrementar los riegos y evitar esos periodos prolongados (frecuencia de riego) que generan condiciones desfavorables para el cultivo, pero favorables para el desarrollo de esta plaga.

Tabla 20: Data de suministro de total de agua de riego (m³/ha) al campo San Ignacio, bloque 060 (corte 1).

UT	Denominación	CORTE	ÁREA	M ³ totales aplicados	Textura del suelo
8018-060	SAN IGNACIO	1	11.25	22, 811	Franco

El suministro de agua aplicada al campo San Ignacio, cuartel 060, se encuentra dentro del estándar que maneja Agroindustrias San Jacinto S.A.A. (en metros cúbicos) para este tipo de textura de suelo en particular. Asimismo, se indica que en general el campo no sufrió problemas de balance hídrico que propiciaran la infestación y daño de *Diatraea* durante toda la campaña de cultivo de la caña planta.

4.2.7 Análisis de la evaluación secuencial 2019 – 2021 en el campo Higueras, cuartel 060

El siguiente cultivo se sembró (corte 1) el 12 de diciembre de 2019, en plena estación de verano, y sus primeros estados fenológico coincidieron con las altas temperaturas máximas y mínimas del año, situación que generó condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar y también para *Diatraea saccharalis*. Por tanto, esta condición generó una predisposición de cultivo a la infestación de *Diatraea saccharalis* por:

- El número de corte, pues según la estadística 2019-2021 (figura 3), son las cañas plantas las más propensas al daño por el barrenado.
- Las condiciones meteorológicas como altas temperaturas (figura 24), baja humedad relativa (figura 25) y alta evaporación (figura 26), las cuales posibilitan que el ciclo biológico de la plaga se acorte y que sus estadios larvales se desarrollen más rápido y por ende generen un mayor daño en menos tiempo.
- La variedad H69-3904, sembrada en este campo, es una variedad susceptible al daño de *Diatraea saccharalis* (tabla 9).

- El semillero usado para la siembra de este campo fue del campo Choloque Monte bloque 070, cuya última evaluación fitosanitaria se realizó el 07/11/2019, a los 12 meses, con 9.57 por ciento de intensidad de infestación. De lo cual, se puede inferir, que el material a propagar sirvió como fuente de infestación.
- La aplicación oportuna de las labores agrícolas, permite generarle al cultivo condiciones apropiadas para un adecuado crecimiento y desarrollo. Sin embargo, de no ser así, se predispone al cultivo a un aletargado crecimiento y desarrollo. Asimismo, la no consideración de una oportuna aplicación de las labores agrícolas genera las condiciones para el ingreso y daño de la plaga clave (tabla 21). De lo antes mencionado, es importante que la aplicación de los m³ de agua de riego sea la necesaria requerida, pero también es importante velar por la adecuada distribución a lo largo del ciclo del cultivo. Sobre todo, en las etapas críticas, para generar la evasión del cultivo ante la presencia de condiciones externas favorables para el desenvolvimiento de la plaga (alta temperaturas, baja humedad relativa, entre otros). Con base, en las figuras 27 y 28 y la respectiva vista a campo realizada en estas fechas, se puede observar que durante la primera etapa fenológica del corte 1 o caña planta, el cultivo tuvo problemas relacionados a la aplicación del riego y por ende el número de tallos evaluados con la labor índice de desarrollo (ID) no fue el esperado (debajo de 14 tallos por metro), como lo indica Helfgott (2016), siendo esta igual a 11 tallos por metro de surco. Sin embargo, para el caso del corte 2, se indica que las condiciones en oportunidad de riego fueron mejores, lo cual se puede apreciar con la tabla 12 (número de tallos por metro de surco, setiembre 2021), situación que pudo generar las condiciones para una baja intensidad infestación en la caña soca.

Tabla 21: Evaluación secuencial del Campo Higueras, bloque 060, durante los años 2020 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.

AÑO	FE*	MES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	TE	TB	EE	EB	LG	LP	LPP	C	PPs	P	%PA	I.P.	%INTENSIDAD INFESTACIÓN	%INFESTACIÓN
2020	7/03/2020	MARZO	1	8103-050	HIGUERAS	H69-3904	3.0	1	12.36	75	14	119	14	5	5	0	0	0	0	0	0.13	11.76	19
2020	23/04/2020	ABRIL	1	8103-050	HIGUERAS	H69-3904	4.6	1	12.36	75	22	268	30	9	4	1	0	0	2	19	0.17	11.19	29
2020	22/06/2020	JUNIO	1	8103-050	HIGUERAS	H69-3904	6.5	1	12.36	75	34	579	72	9	4	4	3	0	¹ / ₃	52	0.17	12.44	45
2020	14/09/2020	SETIEMBRE	1	8103-050	HIGUERAS	H69-3904	9.3	1	12.36	75	38	801	72	4	6	2	4	3	0	26	0.13	8.99	51
2021	29/05/2021	MAYO	2	8103-050	HIGUERAS	H69-3904	2.5	2	12.36	75	3	89	3	3	0	0	0	0	0	0	0.04	3.37	4
2021	21/09/2021	SETIEMBRE	2	8103-050	HIGUERAS	H69-3904	6.3	2	12.36	75	5	308	8	2	0	0	1	0	0	0	0.03	2.60	7

*FE: Fecha de evaluación; TE: Tallos evaluados; TB: Tallos barrenados; EE: Entrenudos evaluados; EB: Entrenudos barrenados; LG: Larvas grandes; LP: Larvas pequeñas; LPP: Larvas parasitadas; C: Crisalidas; PPs: Pre pupas; P: Pupas

La información de las evaluaciones generadas entre el 07/03/2020 y el 21/09/2021 indica lo siguiente:

- El cultivo, durante su etapa de caña planta es muy susceptible al daño por *Diatraea saccharalis* (figura 3).
- Los porcentajes de parasitoidismo por parte del controlador biológico aumentan cuando el daño de la plaga es mayor, lo cual se puede justificar por las liberaciones artificiales de *Billaea*, la dosis de *Billaea* aplicada y por el incremento paulatino de la población natural del controlador.
- La variedad H69-3904, la cual se usa como material vegetal para el desarrollo de cultivo en suelos salinos (>2dS/m) posee una mayor predisposición a la infestación por *Diatraea* y más si es un cultivo en caña planta (tabla 9).
- La ausencia de periodos de campo limpio que posibilitan la migración de la población plaga, generando lo que se conoce como efecto “vecindad”, repercutiendo así en un incremento de la población plaga lo cual se materializa en un alto porcentaje de intensidad de infestación.



Figura 24. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

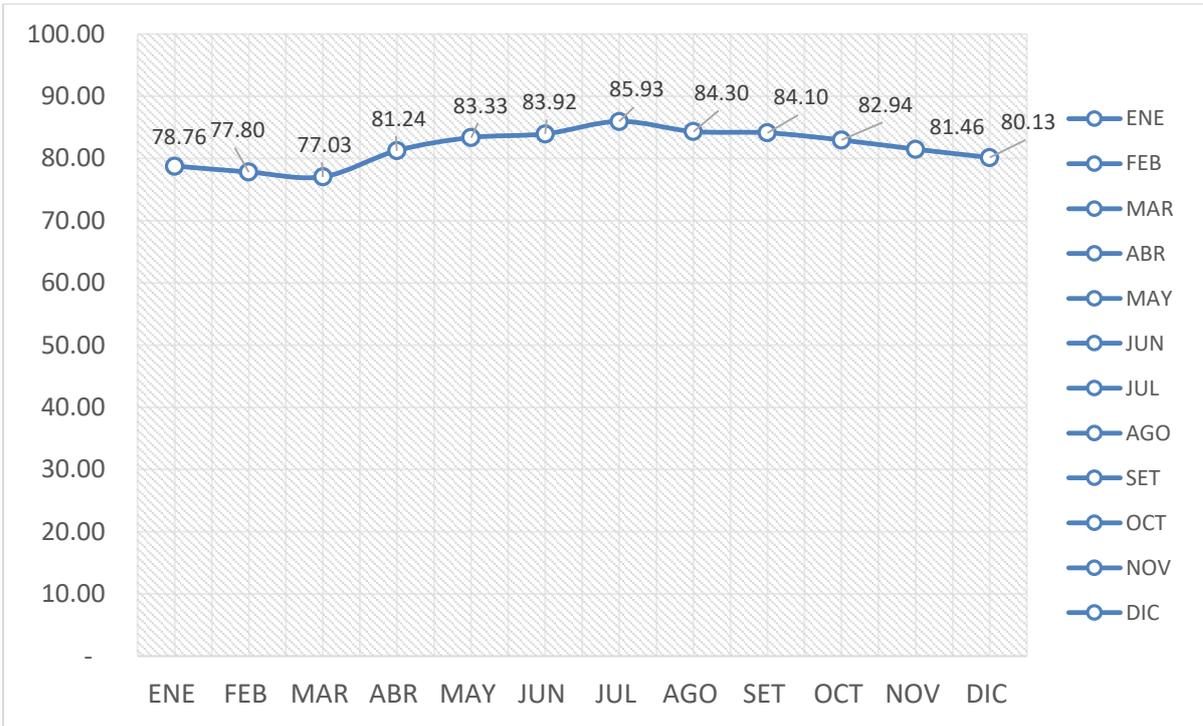


Figura 25. Promedio de % humedad relativa (HR) de 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).



Figura 26. Promedio de Eto 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

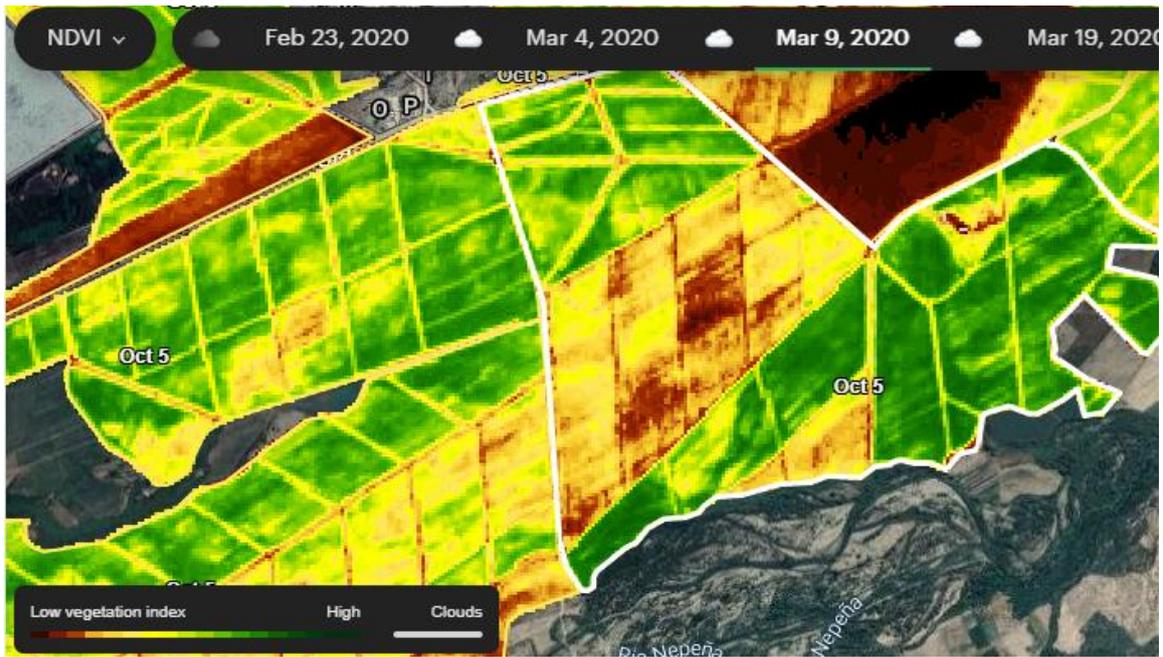


Figura 27. Vista satelital del campo Higueras, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 9 de marzo de 2020.

De la vista satelital con el programa ONE SOIL (09 de marzo de 2020) y la respectiva visita a campo, nos indica que en la figura 27 se observa de color amarillo las zonas con cultivo de bajo porte y pobre desarrollo. Asimismo, se indica que la primera evaluación fitosanitaria (7 de marzo de 2020) se realizó 2 días antes de la captura de la vista satelital. Esta primera evaluación fitosanitaria nos indicó que se reportó una alta intensidad de infestación (11.76%) en el campo Higueras, cuartel 060.

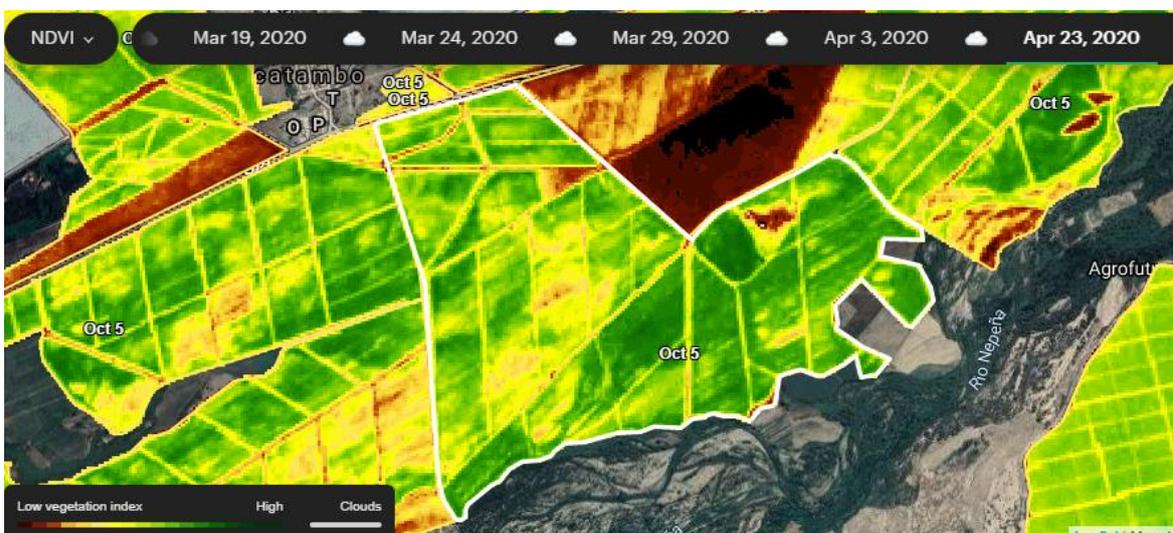


Figura 28. Vista satelital del campo Higueras, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha 23 de abril de 2020.

De la vista satelital ONE SOIL y la respectiva visita a campo, se puede indicar que de coloración amarilla se aprecian las zonas con crecimiento y desarrollo lento. Asimismo, la imagen pertenece al 23 de abril de 2020, fecha en la que se realizó la segunda evaluación fitosanitaria cuantificándose un valor de 11.19 % de intensidad de infestación en el campo Higueras cuartel 060.

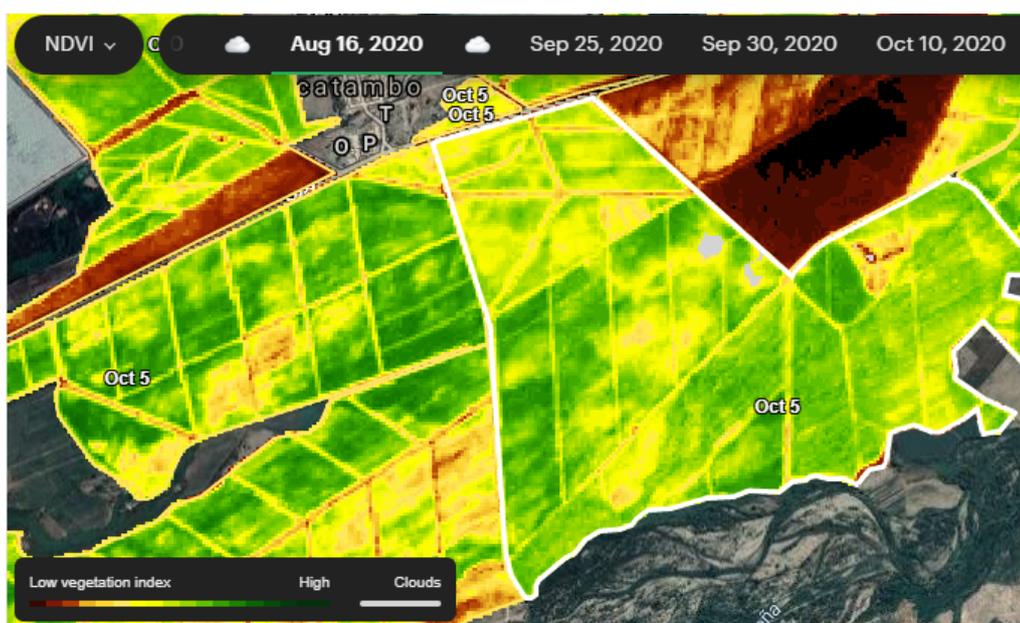


Figura 29. Vista satelital del campo Higueras, bloque 060 a través del programa ONESOIL – NDVI para la fecha fecha 16 agosto de 2020.

De la vista satelital con el programa ONE SOIL (16 de agosto de 2020) y la respectiva visita a campo, se puede indicar que de coloración amarilla se aprecian zonas con crecimiento y desarrollo aletargado.

El índice de desarrollo (tabla 22) de este campo indica que las condiciones aplicadas en la caña planta no fueron las mismas que en la caña soca. Por tal motivo, la población desarrollada en julio de 2020, fue menor que la de septiembre de 2021. De lo cual se puede indicar, que las mejores condiciones generadas en el 2021, permitieron un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo, el cual se tradujo en condiciones inapropiadas para el ingreso y desarrollo de *Diatraea* en las cañas socas y por ende una baja cuantificación del porcentaje de intensidad de infestación durante la caña soca.

Tabla 22: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo Higueras, bloque 060.

AÑO	MESES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	FECHA DE EVALUACIÓN	POBLACIÓN (Tallos/m de surco)	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)	ID
2020	JUL	3	810-3-060	HIGUERAS	H69-3904	7.0	1	13.42	11/07/2020	11.4	0.92	2.8	10.48
2021	SEPT	3	810-3-060	HIGUERAS	H69-3904	5.9	2	13.42	8/09/2021	14.4	0.74	3	10.65

El volumen total de agua suministrada a través del riego al campo Higueras cuartel 060 (tabla 23), se encuentra por debajo de lo requerido según estándar de la empresa para un campo con este tipo de textura. Por tal motivo, se indica que el factor riego y su adecuada distribución de acuerdo a la fenología del cultivo son importantes para la generación de condiciones óptimas al cultivo, y para evitar su predisposición al daño de la plaga.

Tabla 23: Data de suministro de total de agua de riego (m³/ha) al campo San Ignacio, bloque 060 (corte 1).

UT	Denominación	CORTE	ÁREA	M ³ de agua de riego totales aplicados	Textura del suelo
8103-060	HIGUERAS	1	13.42	25, 648	Franco Arenoso

4.2.8 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de Sanidad Vegetal (SSVV).

Como medida de respuesta a los altos valores del porcentaje de intensidad de infestación cuantificados en la caña planta, se procedió a realizar lo siguiente:

- Liberación de *Billaea claripalpis*, con base en el documento interno CO5-GCACP-I-16 (V01) Evaluación de plagas *Diatraea saccharalis*. (Control biológico).
- La colocación de trampas con hembras vírgenes de la especie *Diatraea saccharalis* (Control etológico).

a) Liberación de *Billaea claripalpis* (Control Biológico)

El uso del control biológico en Agroindustrias San Jacinto S.A.A, se basó en la liberación en parejas del parasitoide *Billaea claripalpis* Wulp. (Tabla 24), el cual se liberó en campo 5

días después de haber emergido el adulto parasitoide. Esto con la finalidad de permitir que las hembras sean grávidas y que los adultos se aclimaten a las condiciones ambientales externas imperantes de la zona, antes de ser liberados en campo.

Se realizaron 7 liberaciones de *Billaea claripalpis* en caña planta o corte 1, en respuesta a los resultados de la evaluación (Tabla 24), lo cual permitió observar el resultado en las evaluaciones fitosanitarias del 23/04/2020, 22/06/2020, 14/09/2020; donde se cuantificaron valores de 19, 52 y 26% de parasitismo por *Billaea claripalpis* (Tabla 21).

Debido a los bajos valores cuantificados en el corte 2, se realizaron 2 liberaciones con dosis bajas de 20 parejas de *Billaea claripalpis*/ha, pese a que no lo ameritaba puesto que el valor de índice poblacional de plaga *Diatraea saccharalis* todavía estaba por debajo de 0.1 como se aprecia en la tabla 21 y como lo indica la tabla 12.

Tabla 24: Liberación de parejas de *Billaea clariplapis* realizadas al campo Higueras, bloque 060

FECHA	CAMPO	CUARTEL	VARIEDAD	Nº APLICACIÓN	CORTE	ÁREA TOTAL (Ha)	ÁREA APLICADA (Ha)	CANTIDAD APLICADA (Parejas de <i>B. claripalpis</i>)	DOSIS (Parejas <i>B. claripalpis</i> /Ha)
3/04/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	1.00	1.00	13.42	13.42	537	40.01
13/05/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	2.00	1.00	13.42	7.35	294	40.00
13/05/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	2.00	1.00	13.42	6.07	243	40.03
9/06/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	3.00	1.00	13.42	13.42	537	40.0
6/07/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	4.00	1.00	13.42	13.42	537	40
11/08/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	5.00	1.00	13.42	13.42	537	40.01
16/09/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	6.00	1.00	13.42	13.42	537	40.01
15/10/2020	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	7.00	1.00	13.42	13.42	403	30.03
15/06/2021	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	1.00	2.00	13.42	13.42	268	19.97
1/09/2021	HIGUERAS	8103-060	H69-3904	2.00	2.00	13.42	13.42	268	19.97

Asimismo, se indica que las liberaciones de *Billaea claripalpis* aplicadas al campo Higuera, cuartel 060, responden a las evaluaciones realizadas en campo y son ejecutadas normalmente al mes siguiente de realizada la evaluación fitosanitaria.

4.2.8.2 Trampas con hembras vírgenes (Control Etológico)

El control etológico en la empresa Agroindustrias San Jacinto se realizó mediante el uso de las hembras adultas de *Diatraea saccharalis* recién emergidas (no copuladas). Asimismo, se indica que el material se adquirió de una empresa ubicada en Lambayeque. Además, se debe precisar que las trampas deben ser usadas con hembras vírgenes adultas de *Diatraea saccharalis* de máximo un día de haber emergido, pues se ha observado que mientras más tiempo pasa la hembra de *Diatraea saccharalis* emergida sin ser acondicionada en la trampa ser llevada al campo, se puede tener como consecuencia, una disminución en la capacidad de captura de machos adultos.

Tabla 25: Registro mensualizado de los individuos machos de *Diatraea saccharalis* capturados por las trampas etológicas (hembras vírgenes) en el campo Higuera, bloque 060.

Año	Mes	Individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. Capturados
2020	Abril	327
	Mayo	254
	Junio	536
	Julio	208
	Agosto	73
	Setiembre	230
	Octubre	102
	Noviembre	214
	Diciembre	111
	Total	2055

La colocación de trampas con hembras vírgenes empezó en el mes de abril de 2020 con la captura de 327 individuos, obteniéndose el nivel máximo de capturas en junio con 536 individuos. Por último, se finalizó con una captura de 111 individuos en el mes de diciembre de 2020. Para ello, se utilizaron en promedio 3 trampas por mes para el monitoreo de las 13.42 has.

4.2.9 Análisis de la evaluación entre el 2019 – 2021 en el campo Huacatierra, bloque

040

El campo Huacatierra, bloque 040 se sembró el 18 de octubre de 2019 (corte 1), con la variedad H69-3904 (variedad susceptible al daño por *Diatraea saccharalis*). Asimismo, los primeros estados fenológicos del cultivo se desarrollaron paralelamente con la época de verano (Tabla 21). Las altas temperaturas máximas y mínimas de la época de verano (Figura 30), junto a las bajas humedades relativas (Figura 31) y alta evaporación (Figura 32) permitieron las condiciones para un buen desarrollo del cultivo; sin embargo, el régimen hídrico suministrado al cultivo durante esta época no lo permitió, generando así el medio ideal para el desarrollo de *Diatraea saccharalis* Fab.

La predisposición del campo a la infestación por *Diatraea saccharalis* se argumenta por lo siguiente:

- Por ser corte 1 o caña planta, según estadísticas del 2019-2021 (figura 3) son las cañas plantas las más propensas al ataque por *Diatraea saccharalis*.
- Las condiciones meteorológicas del verano, con temperaturas altas (figura 30), humedad relativa baja (figura 31) y evaporación alta (figura 32), generan que el ciclo biológico de la plaga se acorte, situación por la cual los estadios larvales se desarrollen más rápido y son más voraces, repercutiendo así en un alto porcentaje de infestación.
- La variedad H69-3904, elegida por poseer un buen crecimiento y desarrollo en suelos ligeramente salinos, sobre todo de textura gruesa, no se comportó de forma adecuada en la formación de número de tallos como lo indica Helfgott (2016), generando solo 12.3 tallos por metros de surco (tabla 26). De lo antes mencionado y revisado en campo, se puede indicar que las labores agrícolas (relacionadas al riego) no fueron oportunas. Esta situación favoreció el desarrollo de *Diatraea* en campo. Además, se debe señalar que esta variedad es susceptible al daño por *Diatraea* tanto en caña planta como en soca, siendo más susceptible en caña planta.
- Para la siembra del campo Huacatierra, bloque 040, se utilizó la variedad H69-3904 proveniente del semillero del campo Choloque Monte bloque 070, cuya evaluación fitosanitaria más próxima al corte se realizó el 11/09/2019, a los 8.7 meses, con 12.21

por ciento de intensidad de infestación, posibilitando que el material a propagar sirviera como fuente de infestación para el futuro campo a sembrar (campo Huacatierra, bloque 040 (tabla 27)).

- Asimismo, se indica que la aplicación eficiente y oportuna de las labores agrícolas puede ser usada como una herramienta de control cultural en el manejo de la plaga. Por tal motivo, se ha observado que el manejo del agua de riego para generar evasión a la plaga, requiere en muchos casos, una cantidad adicional de agua de riego (en m³) al programa de riego, con la finalidad de generar condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Además, de no generar las condiciones hídricas requeridas al cultivo (tabla 28), se acrecentará la predisposición del mismo a la presencia del barrenado de la caña de azúcar. Por último, se realizan coordinaciones con las administraciones para la aplicación de riegos adicionales con la finalidad de contribuir a la disminución de los daños por *Diatraea saccharalis*.
- Debido a que Agroindustrias San Jacinto S.A.A. mantiene un programa de producción intensiva de caña de azúcar no es posible establecer periodos de campo limpio. Por tal motivo, el efecto “vencidad” permite que la plaga pueda movilizarse entre los cuarteles o bloques de los campos, afectan a las cañas plantas y socas, en diferente grado, dependiendo de muchos factores.



Figura 30. Promedio de temperaturas máximas y mínimas 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

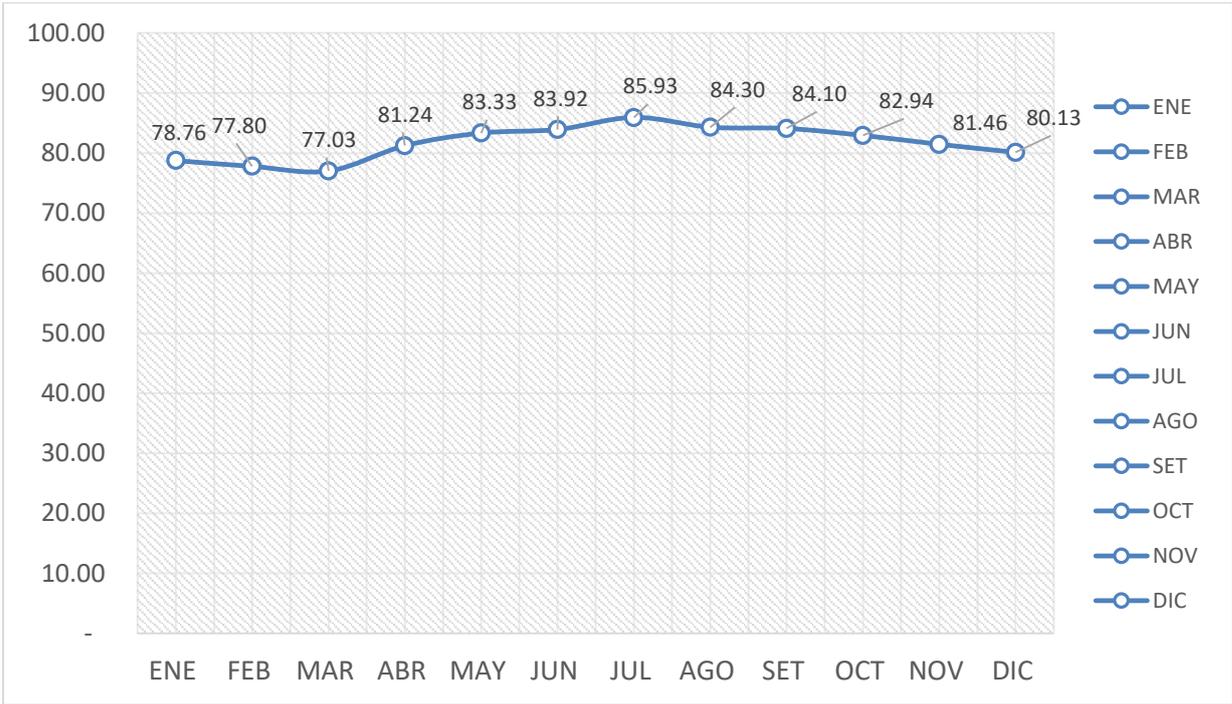


Figura 31. Promedio de % humedad relativa (HR) de 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

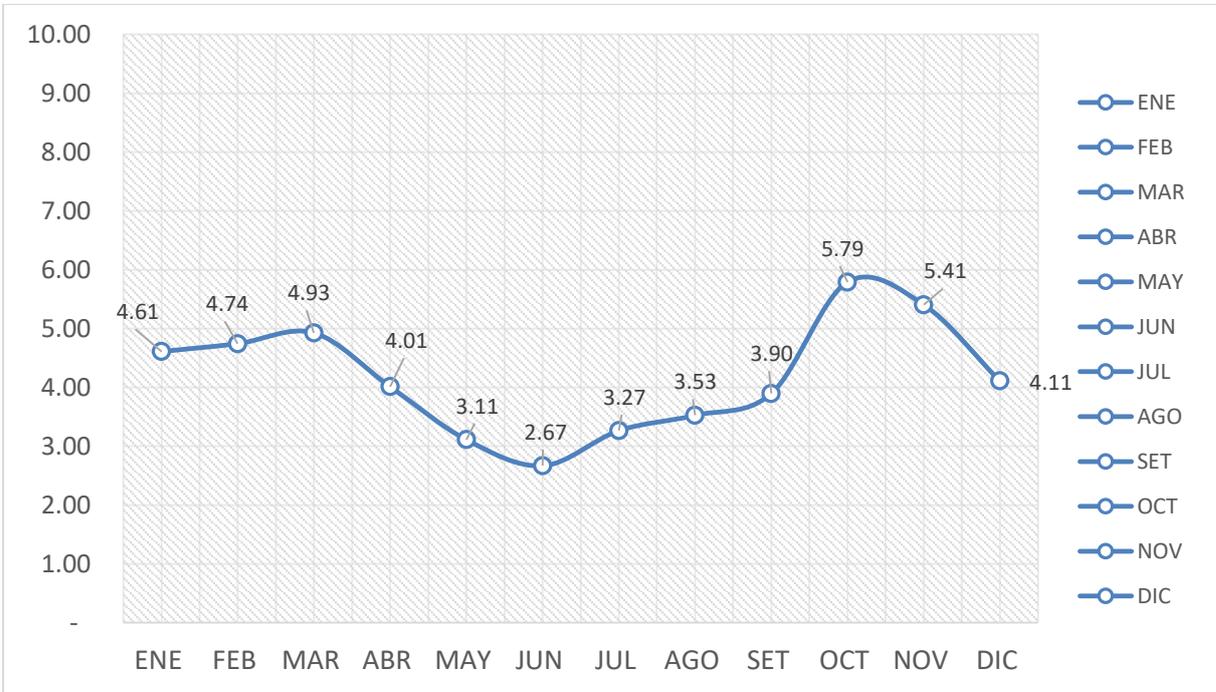


Figura 32. Promedio de Eto 2019-2021 (Estación Beta Colorada /AISJ S.A.A. (estación referencial) - Modelo Vantage Pro 2 Plus A01202A014(US)).

Tabla 26: Evaluación de índice de desarrollo (ID) realizadas al campo Huacatierra, bloque 040.

AÑO	MES	ZONA	CUARTAL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	FECHA DE EVALUACIÓN	POBLACIÓN (Tallos/m de surco)	ALTURA (m)	DIÁMETRO (cm)	ID
2020	MAY	3	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	6.9	1	15.97	16/05/2020	12.3	0.92	8	2.7
2021	SET	3	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	6.1	2	15.97	28/09/2021	12.3	0.58	6	3.1

El índice de desarrollo (tabla 26) de este campo, nos indicó que, pese a las condiciones meteorológicas favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar durante los primeros estados fenológicos del cultivo, aparentemente las labores agrícolas aplicadas no lo fueron. Así, la población desarrollada en julio de 2020 y la de septiembre de 2021 en general fue la misma, pero por debajo de lo normal (menor a 14). De lo cual se puede indicar, que las mejores condiciones generadas en el 2020, permitieron un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo, altura de tallo mas no del número de tallos. Sin embargo, las bajas temperaturas en los primeros estadios fenológicos de cultivo de la caña soca, no permitieron un mayor crecimiento. De esta manera, el estrés generado por la inapropiada aplicación de labores culturales en la caña planta determinó un paupérrimo desarrollo del número de tallos por metro lineal, situación que se tradujo en condiciones apropiadas para el ingreso y desarrollo de *Diatraea saccharalis*.

Tabla 27: Evaluación secuencial del Campo Huacatierra, bloque 040, durante los años 2020 al 2021, según el sistema de evaluación propuesto por Fernández (2018) para la empresa AISJ S.A.A.

AÑO	FE*	MES	ZONA	CUARTEL	CAMPO	VARIEDAD	EDAD	CORTE	ÁREA	TE	TB	EE	EB	LG	LP	LPP	C	PPs	P	%PA	I.P.	%INTENSIDAD INFESTACIÓN	%INFESTACIÓN
2020	2/01/2020	ENERO	1	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	2.5	1	15.97	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	-	0
2020	6/03/2020	MARZO	1	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	4.6	1	15.97	100	21	341	38	1	3	1	1	0	0	6	0.14	11.14	21
2020	27/05/2020	MAYO	1	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	7.3	1	15.97	100	67	1018	136	7	8	3	8	2	2	23	0.15	13.36	67
2020	24/06/2020	JUNIO	1	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	8.2	1	15.97	100	83	1152	215	4	0	0	1	0	8	11	0.48	18.66	83
2020	23/07/2020	JULIO	1	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	9.2	1	15.97	100	86	1228	276	1	0	0	5	1	8	35	0.12	22.48	86
2021	2/06/2021	JUNIO	2	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	2.2	2	15.97	100	2	113	2	1	1	0	0	0	0	0	0.02	1.77	2
2021	20/08/2021	AGOSTO	2	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	4.8	2	15.97	100	2	223	2	1	1	0	0	0	0	0	0.02	0.90	2
2021	24/09/2021	SETIEMBRE	2	8106-040	HUACATIERRA	H69-3904	6.0	2	15.97	100	3	317	4	1	2	0	0	0	0	0	0.03	1.26	3

*FE: Fecha de evaluación; TE: Tallos evaluados; TB: Tallos barrenados; EE: Entrenudos evaluados; EB: Entrenudos barrenados; LG: Larvas grandes; LP: Larvas pequeñas; LPP: Larvas parasitadas; C: Crisalidas; PPs: Pre pupas; P: Pupas

Tabla 28: Data de suministro de total de agua de riego (m³/ha) al campo Huacatierra, bloque 040 (corte 1).

UT	Denominación	CORTE	ÁREA	M ³ totales aplicados	Textura del suelo
8106-040	Huacatierra	1	13.42	24, 188	Franco Arenoso

Según los estándares manejados en Agroindustrias S.A.A. para este tipo textural de suelo (Franco arenoso), la cantidad total de agua de riego aplicada (en m³) no es la adecuada para este tipo de texturas (debe ser mayor a 28 000 m³). Por lo tanto, de la relación cantidad de m³ aplicados y el resultado de intensidad de infestación, se puede precisar que el manejo del agua de riego como método de control cultural para evitar el desarrollo de diversas plagas en campo, en este caso *Diatraea saccharalis*, es muy importante.

4.2.10 Plan de acción ejecutado por el Dpto. de Sanidad Vegetal (SSVV) para el campo Huacatierra, bloque 040.

Como medida de respuesta a los altos valores de porcentaje de intensidad de infestación cuantificados, se procedió a realizar lo siguiente:

- Liberación de *Billaea claripalpis*, con base en el documento interno CO5-GCACP-I-16 (V01) Evaluación de plagas *Diatraea saccharalis*. (Control biológico).
- La colocación de trampas con hembras vírgenes (Control etológico).

a) Liberaciones de *Billaea claripalpis* (Control Biológico)

Las liberaciones se basaron en el uso del parasitoide *Billaea claripalpis* Wulp para el estado larval de *Diatraea saccharalis* (Tabla 29), los cuales se liberaron en campo 5 días después de haber emergido, con la finalidad de permitir la cópula, generando hembras grávidas; por otro lado, también para que los adultos se adapten a las nuevas condiciones ambientales de la zona.

Se realizaron 6 liberaciones de *Billaea claripalpis* al campo de cultivo (caña planta o corte 1) en respuesta a los resultados de las evaluaciones (Tabla 29), observándose los resultados en las evaluaciones fitosanitarias del 6/03/2020, 27/05/2020, 24/06/2020 y 23/07/2020;

donde se registraron una intensidad de infestación de 11.14, 13.36, 18.66 y 22.48% respectivamente, liberándose 40 parejas de *Billaea*/Ha, lo cual generó la parasitación de las larvas del barrenado, situación que se muestra en la tabla 27.

Debido a los bajos valores de intensidad de infestación registrados en el corte 2, se realizaron 3 liberaciones de 20 parejas de *Billaea claripalpis*/ha, pese a que no lo ameritaba, debido a que el valor de índice poblacional de *Diatraea saccharalis* aún se encontraba por debajo de 0.1, siendo 0.1 el mínimo requerido para las cañas socas tal como se establece en la tabla 12.

Tabla 29: Liberación de parejas de *Billaea claripalpis* al campo Huacatierra, bloque 040

FECHA	CAMPO	CUARTEL	VARIEDAD	Nº APLICACIÓN	CORTE	ÁREA TOTAL (Ha)	ÁREA APLICADA (Ha)	CANTIDAD APLICADA (Parejas de <i>B. claripalpis</i>)	DOSIS (Parejas <i>B. claripalpis</i> /Ha)
2/04/2020	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	1.00	1.00	15.97	15.97	639	40.01
12/05/2020	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	2.00	1.00	15.97	15.97	639	40.01
4/06/2020	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	3.00	1.00	15.97	15.97	639	40.01
10/07/2020	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	4.00	1.00	15.97	15.97	639	40.01
10/08/2020	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	5.00	1.00	15.97	15.97	639	40.01
19/10/2020	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	6.00	1.00	15.97	15.97	639	40.03
18/06/2021	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	1.00	1.00	15.97	15.97	319	19.97
11/07/2021	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	2.00	2	15.97	15.97	319	19.97
10/08/2021	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	3.00	2	15.97	15.97	319	19.97
15/09/2021	HUACATIERRA	8106-040	H69-3904	4.00	2	15.97	15.97	319	19.97

Las liberaciones de *Billaea claripalpis*, responden a las evaluaciones realizadas en campo y son ejecutadas normalmente al mes siguiente de ejecutada la evaluación secuencial.

b) Trampas con hembras vírgenes (Control Etológico)

En la empresa Agroindustrias San Jacinto se utiliza a hembras adultas de *Diatraea saccharalis* recién emergidas (sin copula). Se debe precisar que las trampas con hembras vírgenes deben ser instaladas con individuos que tengan como máximo un día de haber

emergido, pues se ha observado que mientras mayor sea el tiempo que pase la hembra de *Diatraea saccharalis* emergida sin ser colocada en la trampa y llevada a campo, esta tiende a perder su efectividad en la captura de machos.

La colocación de trampas (tabla 30) empezó el 19 de marzo de 2020 con la captura de 118 individuos, obteniéndose el nivel máximo de capturas en junio con 2683 individuos y se finalizó con una captura de 584 individuos en el mes de setiembre de 2020. En promedio se usaron 11.04 trampas por mes para el monitoreo de las 15.97 has.

De la observación realizada al campo en las fechas de colocación y mantenimiento de las trampas, se indica que el mismo se encontraba en condiciones de déficit hídrico, denotando en muchas oportunidades, síntomas de amarillamiento, epinastia y puntas foliares necróticas. Asimismo, se observaron muchos entrenudos dañados y el excremento de *Diatraea* fuera de los agujeros.

Tabla 30: Conteo mensual de los individuos machos de *Diatraea saccharalis* capturados por las trampas etológicas en el campo Huacatierra, bloque 040.

Año	Mes	Individuos machos de <i>Diatraea saccharalis</i> Fab. Capturados
2020	Marzo	1118
	Abril	-
	Mayo	1474
	Junio	2683
	Julio	1333
	Agosto	1277
	Setiembre	914
	Octubre	827
	Noviembre	2208
	Diciembre	1006
	Total	12840

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. En promedio, las evaluaciones de campo en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A. entre 2019 y 2021 indican que los valores de intensidad de infestación son bajos, es decir menos del 5%.
2. El cultivo de caña de azúcar se clasifica en dos tipos según el número de corte: las cañas plantas (corte 1) y las cañas socas (corte 2 a más), siendo estas últimas, normalmente, menos propensas al daño de *Diatraea saccharalis* en comparación con las cañas plantas.
3. La siembra de la caña de azúcar en una determinada época del año (invierno), normalmente, genera una baja predisposición del cultivo a la infestación por *Diatraea*; encontrándose que aquellos sembrados en la estación de primavera y verano son más propensos a generar las condiciones climáticas requeridas por la plaga para permitir el desarrollo de una alta intensidad de infestación, en comparación a los sembrados en otoño e invierno.
4. Las variedades más susceptibles a la infestación por *Diatraea saccharalis*, bajo condiciones del valle de Nepeña, son las variedades H61-1721 y H69-3904. Sobre todo, cuando en caña planta sus primeros estados fenológicos coinciden con la época de verano (altas temperaturas, alta evapotranspiración y baja humedad relativa)
5. Si la siembra de la caña de azúcar es en terrenos de textura Franco arenosa, Arenosa o Arena franca y a eso se le añade la existencia de problemas de desbalance hídrico, se generarán condiciones externas necesarias para el ingreso y daño por *Diatraea saccharalis* en los campos de cultivo (caña planta y soca)
6. Las liberaciones de *Billaea claripalpis*, se realizan en respuesta a las evaluaciones secuenciales las cuales se ejecutan de manera diaria a partir de una programación diaria, mensual y anual.

7. Las liberaciones (en parejas/hectárea) del controlador biológico *Billaea claripalpis*, en la empresa Agroindustrias San Jacinto S.A.A, se realizan en base a parámetros establecidos y en función al porcentaje de intensidad de infestación e índice poblacional de la plaga.
8. Existe una respuesta en campo a la liberación artificial del controlador biológico *Billaea claripalpis* (% de parasitismo), el cual es validado por las evaluaciones posteriores, dónde se observa un incremento del porcentaje de parasitismo de las larvas de *Diatraea saccharalis*.

5.2 Recomendaciones

1. Antes de iniciar con las liberaciones programadas del controlador biológico *Billaea claripalpis* en los campos, se debe permitir un periodo breve de aclimatación de los adultos emergidos, en un ambiente de aclimatación, donde las parejas puedan copular y adaptarse al nuevo clima exterior, permitiendo un mejor desarrollo del nicho del parasitoide en el proceso de parasitación.
2. El mecanismo de evasión, generado por las aplicaciones agrícolas oportunas (riego y fertilización), permite partir con valores bajo de intensidad de infestación (siembras en invierno). Las siembras de invierno no son recomendables para el cultivo por generar aletargamiento en el normal crecimiento y desarrollo del cultivo.
3. La utilización de diversas herramientas agronómicas como: meteorológicos, satelitales, valores de porcentaje de intensidad de infestación de la plaga, entre otros, deben ser contrastadas en campo. Esto con la finalidad de validar las interpretaciones que les damos a estas herramientas, para así volverlas confiables y poder indicar la condición del campo en un determinado momento con mayor certeza.
4. Optar por la búsqueda de nuevas variedades, las cuales posean un mejor desarrollo y respuesta frente a las condiciones actuales del valle que generan una condición de susceptibilidad al ataque de *Diatraea saccharalis* Fab.

5. Zonificar la empresa de tal manera que nos permita tener algunos campos sin cultivo durante un determinado periodo de tiempo, con la finalidad de poder periodos de “campo limpio”, para contrarrestar el efecto vecindad de los cultivos con relación al movimiento de la plaga clave.

6. La implementación de sensores a nivel de porte del cultivo nos puede permitir una mejor lectura del microclima generado a nivel del agroecosistema, con la finalidad de permitir entender cuáles son los valores de las variables meteorológicas que permiten el crecimiento y desarrollo de *Diatraea saccharalis* en estos campos en particular.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, A. (1973). *Sugarcane Physiology*. Elsevier. Amsterdam, Holland. 752 p.
- Ayquipa, G., Sirlopú, J & Angulo, E. (1979). Influencia de la *Diatraea saccharalis* en el brotamiento y macollamiento de la caña de azúcar. *Rev. Per Ent.* 22(1):33-35.
- Ayquipa, G., Angulo, E., Risco, S. y Sirlopu, J. (1980) Estimate of recoverable sugar losses caused and the sugarcane borer *Diatraea saccharalis* and pathogens in cultivar H32-8560. *Proc ISSCT* 17(2):1784-1796.
- Barreto, J. & Valdivia, S. (1979). Influencia de la salinidad en la producción de la caña de azúcar y en las características físico-químicas del suelo. *Publicación científica del Instituto Central de Investigaciones Azucares (ICIA)*. Vol. VII. Trujillo, Perú. pp. 89.
- Botta, S. (1978). *Estudios morfológicos y anatómicos en la caña de azúcar. Su relación con la resistencia a la sequía*. Tesis para optar el grado de Dr. en Ciencias. Universidad Nacional de La Habana (ex ISCAH). La Habana, Cuba.
- Castro, H. (2016). *Ciclo biológico y algunos aspectos del comportamiento de Diatraea saccharalis Fabricius en caña de azúcar*. Tesis para optar por título de Ingeniero Agrónomo. Piura, Perú. pp. 5-38.
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar [CENGICAÑA-CAÑAMIP]. (2014). *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*. Escuintla, Guatemala. pp. 203-210.
- Cisneros, F. (1995). *Control de plagas agrícolas*. Lima, Perú. pp. 76-123.
- Clements, H. (1940). *Factor affecting the germination of sugar cane*. Hawaiian Planters Record 44:117-146.
- Collazo, D. (1984). *Revisión de la literatura mundial sobre el borer de la caña de azúcar D. saccharalis*. CIDA. Cuba. parte I: pp. 7-37.
- Cornejo, E. (2010). *Estudio de la biología de Diatraea saccharalis Fabricius del cultivo de caña de azúcar, en condiciones de laboratorio en Tumbes*. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Tumbes. Perú. pp. 10-32

- Cueva, C. M. (1980). *Diatraea saccharalis* (Fab.) y sus factores bióticos de mortalidad natural durante el período vegetativo de la caña de azúcar. *Rev. per. Ent.* 23: 77-81.
- Fauconnier, R. & D. Bassereau. (1970). *La Canne a Sucre*. Maisonneuve & Larose. Paris, France. pp. 468.
- Fernández, R. (2018). *Evaluación de infestación de Diatraea saccharalis CO5-GCACP-I-16 (V01)*. Casa Grande, Perú. pp. 1-8.
- Ferrer, F. & Salazar, J. (1977). Avances sobre la producción de parásitos a partir de huéspedes criados con dietas artificiales. *In Seminario Nacional sobre el problema de los Taladradores de la Caña de Azúcar (Diatraea spp.) 1997*. Barquisimeto, Venezuela. pp. 123-132.
- Flores, S. (1976). *Manual de caña de azúcar*. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP). Guatemala. pp. 172.
- Gómez, L.A., Quintero, E.M., Jurado, J.A., Obando, V., Larrahondo, J.E., González, A. (2009). *Una versión actualizada de las pérdidas que causan los barrenadores de la Caña de azúcar en el valle del río Cauca*. Congreso de la Sociedad Colombiana de técnicos de la caña de azúcar. Colombia. pp 136 – 143.
- Gómez, L. & Vargas, GA. (2014). *Los barrenadores de la caña de azúcar, Diatraea spp.; en el valle del río Cauca: Investigación participativa con énfasis en el control biológico*. Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar en Colombia - CENICANÑA. Colombia.
- Grassl, C. (1968). *Saccharum names and their interpretation*. Proc. ISSCT 17:868.
- Helfgott, S. (2016). *El Cultivo de la Caña de Azúcar en la Costa Peruana*. UNALM. Lima, Perú. pp. 127-495.
- Humbert, R. (1968). *The Growing of Sugar Cane*. Elsevier. Amsterdam, Holanda. pp. 779.
- Humbert, R. P. (1974). *El cultivo de la caña de azúcar*. Editorial Continental S. A. México. p. 256
- Irvine, J. (1991). *Caña de azúcar. En: Manual del Azúcar de Caña* (pp. 27-46). Ed. Limusa.
- Larrahondo, J. & Villegas, F. (1995). *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia: Control y características de maduración*. CENICANÑA. Colombia. pp. 3-10
- Mangelsdorf, A. (1950). Sugar cane as seen from Hawaii. *Econ. Bot.* 4:150-176.

- Martín, J., Gálvez, G., de Armas, R., Espinosa, R., Vigoa, R. & León, A. (1987). *La Caña de Azúcar en Cuba*. Ed. Científico-Técnica. Cuba. pp 612
- Myers, J. (1932). The original habitat and hosts of three major sugar cane pests of tropical America. *Bulletin of Entomological Research, Farnham Royal*, v.23, p.257-271.
- 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 para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de investigaciones agronómicas. Guatemala. pp. 42.
- Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN]. (1973a). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa*. Cuenca del Río Chicama. Perú. pp. 162-164.
- Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN]. (1973b). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa*. Moche. Perú. pp. 144-146.
- Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN]. (1973c). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa*. Virú y Chao. Perú. pp. 170-171.
- Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN]. (1972a). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa*. Cuencas de los Ríos Santa, Lacramarca y Nepeña. Perú. pp. 152-220.
- Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN]. (1972b). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa*. Fortaleza, Pativilca y Supe. Perú. pp. 172.
- Oficina nacional de evaluación de recursos naturales [ONERN]. (1974). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa*. Quilca y tambo. Perú. pp. 339-344.
- Peralta, M. (2018). *Evaluación y control de (Diatraea saccharalis F.), en caña de azúcar en el ingenio La Troncal*. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Ecuador. pp. 31.
- Risco, S. (1955). *Los ciclos biológicos del barreno Diatraea saccharalis Fab. y de su parásito nativo Paratheresia claripalpis Wulp., durante las diferentes estaciones del año en el Perú*. Informe Comité de Productores de Azúcar del Perú. Perú. pp. 10.

- Risco, S. (1958). La utilización de *Paratheresia claripalpis* W. para el control biológico de de *Diatraea saccharalis* Fab., con especial referencia a los resultados obtenidos en los valles de Pativilca y Huaura. *Rev. per. Ent.* Perú. (1):24-29.
- Risco, S. (1959). Una investigación en relación a la infestación de *Diatraea saccharalis* Fab., en las plantaciones de caña de azúcar en el valle de Huánuco. *Rev. per. Ent.* Perú. 2(1):74-77.
- Risco, S. (1960). Situación actual de los barrenadores de la caña de azúcar del género *Diatraea* y otros taladradores en el Perú, Panamá, Ecuador. *Rev. per. Ent.* 3(1):6-10.
- Risco, S. (1962). El Control Biológico. *Rev. Per. Ent. Agrie.* 5 (1). 78-84.
- Risco, S. (1964). Los barrenadores del género *Diatraea* y otros taladradores de la caña de azúcar en Santa Cruz (Bolivia). *Rev. per. Ent.* 7(1):13-18.
- Rodríguez, D., Rodríguez, J., Rodríguez, D., Castillo, A., Enríquez, V., Milanés, N., Aguilar, N. & Herrera, A. (2011). *Método en la determinación de presencia y daño de barrenadores, caso: Central Progreso, S.A. DE C.V. Veracruz, México.* pp. 1.
- Romero, E., Digonzelli, P., Leggio, F., Fernández de Uvillari, J., Tonatto, J., Scandaliaris, J., Giardina, J., Casen, S. & Alonso, L. (2009). *La caña de azúcar, características y ecofisiología.* Argentina. pp. 18.
- Sánchez, G. & Vergara, C. (2010). *Manual de prácticas de Entomología Agrícola.* UNALM. Dpto de Entomología. Lima, Perú. pp. 55-54.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2015). *Ficha técnica: Barrenador de la caña de azúcar.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. México. pp. 16.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal.* 3ed. Castelló de la Plana, ES. Universitat Jaume.
- Tello, H., y Valdivia, S. (1979). Influencia del riego con “agua de cachaza” en la respuesta de la caña de azúcar al abonamiento nitrogenado. *Publicación científica del Instituto Central de Investigaciones Azucares (ICIA).* Vol. VII. Trujillo, Perú. pp. 83.
- Townsend, C. (1912). Descriptions of new genera and species of muscoid flies from the Andean and Pacific Coast regions of South America. *Proc. U.S. Nar. Mus.* 43(1935): 301-367.

Van Der Wulp, F. (1985). *Biología Central-Americana: Insecta Diptera vol. II*. pp. 263-291.

Wille, J. (1941). Los insectos de la caña de azúcar. *Agronomía (Lima)* 6:52-63.