



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“FLUCTUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE PARATRIOZA
(*Bactericera cockerelli* Sulc.) EN CULTIVOS ESTABLECIDOS DE
TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.) EN DOS ZONAS
ALTITUDINALES DEL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: LADY NATHALY MAYGUALEMA OJEDA

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA M.Sc.

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, Lady Nathaly Maygalema Ojeda

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, LADY NATHALY MAYGUALEMA OJEDA, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 04 de mayo de 2022


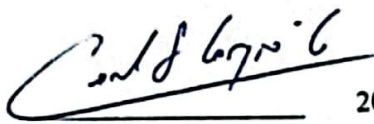
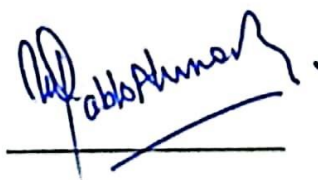


Lady Nathaly Maygualema Ojeda

070440931-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, "FLUCTUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE PARATRIOZA (*Bactericera cockerelli* Sulc.) EN CULTIVOS ESTABLECIDOS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.) EN DOS ZONAS ALTITUDINALES DEL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO", realizado por la señorita. LADY NATHALY MAYGUALEMA OJEDA, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Víctor Alberto Lindao Córdova PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-05-04
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-05-04
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-05-04

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios, que con su infinito amor me ha sabido guiar en todos estos años de sacrificio; a mis amados padres, Mercedes y César, que son el motor de mi vida y de mi esfuerzo diario, ya que son el ejemplo vivo y ferviente de lucha y trabajo honesto; a mis apreciados hermanos, Jordan y Catalina, dos personas fundamentales en mi desarrollo personal, siempre será el placer más grande poder compartir momentos a su lado; a Andrés Arévalo, importante, amado y sumamente especial ser humano que con sus actos ha conseguido que mi vida sea aún mucho más próspera y llena de felicidad; a mi entrañable amiga, Laura C., que me ha dado una chispa de alegría; a mis estrellas Rito y Rito R, por el amor más sincero que he sentido; a mi abuelita, Luz; y a la Ing. Ximena Chango, por su ejemplo profesional y gestión importante en el desarrollo de este trabajo.

Lady

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por no abandonarme cuando se lo pedí, por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para poder realizar este trabajo; a mi madre, Mercedes, por sus acertados consejos, por la confianza que me ha brindado desde el primer momento, por su apoyo moral y económico en todo este tiempo. Gracias por ser una madre entera; a mi padre, César, por ser ese padre fuerte y trabajador que nunca se rinde por el bienestar de sus hijos. Gracias papá por tu ejemplo y amparo. A mi hermana, Catalina, por ser mi primera mejor amiga, por la felicidad que transmite y por la importante compañía que le da a mi vida; a mi hermano, Jordan, por el gran ejemplo de fortaleza que nos da, aunque estemos separados por kilómetros. Gracias por tu apoyo, confianza y sinceridad.

A Andrés, por todo el amor incondicional, y el inmenso apoyo que me ha prestado desde que inicie mi carrera profesional; a mis amigas Laura Caranqui y Tania Guamán, por todos estos años de amistad y apoyo que me han sabido brindar.

A mi director de tesis, Ing. Carlos Carpio y asesor, Dr. Pablo Álvarez, por su gran confianza e importante ayuda académica en el desarrollo de este trabajo.

A la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, AGROCALIDAD, de la provincia de Chimborazo, por ser la entidad apadrinadora y patrocinadora del presente trabajo. De manera importante a los Ingenieros Ximena Chango y Diego Goyes; y a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, por darme la oportunidad de formarme como una gran profesional.

Lady

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.).....	5
1.1.1. Origen y distribución	5
1.1.2. Importancia	6
1.1.3. Descripción biológica.....	7
1.1.4. Taxonomía	9
1.1.5. Ciclo biológico.....	9
1.1.5.1. Huevecillos	9
1.1.5.2. Estadios ninfales.....	10
1.1.5.3. Adulto	11
1.1.6. Movimiento y dispersión	11
1.1.7. Modo de ataque	12
1.1.8. Detección y monitoreo	12
1.1.8.1. Muestreo de folíolos.....	12
1.1.8.2. Muestreo con red entomológica.....	13
1.1.8.3. Trampas amarillas.....	13
1.1.9. Cultivos hospederos	13
1.1.10. Enemigos naturales	14
1.1.11. Entomopatógenos.....	14
1.2. Cultivo de Tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i> Cav.)	15
1.2.1. Origen y distribución	15
1.2.2. Importancia	16
1.2.3. Fenología del cultivo.....	17
1.2.4. Plagas y enfermedades	18
1.2.4.1. Plagas.....	18

1.2.4.2.	<i>Enfermedades</i>	20
1.2.5.	Taxonomía	25
1.2.6.	Descripción botánica	26
1.2.6.1.	<i>Raíz</i>	26
1.2.6.2.	<i>Tallo</i>	26
1.2.6.3.	<i>Hojas</i>	26
1.2.6.4.	<i>Inflorescencia y flores</i>	26
1.2.6.5.	<i>Fruto y semilla</i>	27
1.2.7.	Manejo agronómico	27
1.2.7.1.	<i>Control de malezas</i>	27
1.2.7.2.	<i>Riego</i>	27
1.2.7.3.	<i>Tutoreo de ramas</i>	27
1.2.7.4.	<i>Incremento del tamaño y número de frutos cuajados</i>	28
1.2.7.5.	<i>Podas</i>	28
1.2.8.	Cosecha	28
1.3.	Fitoplasma y bacteria causal de la enfermedad (<i>Candidatus phytoplasma y Candidatus Liberibacter solanacearum</i>)	29
1.3.1.	<i>Origen y distribución</i>	29
1.3.2.	<i>Taxonomía</i>	29
1.3.3.	<i>Características biológicas</i>	30
1.3.4.	<i>Sintomatología</i>	31
1.3.5.	<i>Modo de infección y movimiento en la planta</i>	31

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	33
2.1.	Lugar de la investigación	33
2.1.1.	Ubicación Geográfica	34
2.1.1.1.	<i>Zona alta</i>	34
2.1.1.2.	<i>Zona baja</i>	34
2.2.	Monitoreo de paratíofa	35
2.3.	Recolección e Identificación de enemigos naturales	36
2.4.	Registro de entomopatógenos	36
2.5.	Materiales y equipos	36
2.5.1.	<i>Materiales</i>	36
2.5.2.	<i>Equipos</i>	36
2.6.	Tipo de Investigación	36

2.6.1.	<i>Identificación de Variables</i>	36
2.6.1.1.	<i>Variables dependientes</i>	36
2.6.1.2.	<i>Variables independientes</i>	37
2.7.	Métodos y técnicas	37
2.7.1.	<i>Muestreo e identificación de los lotes en estudio</i>	37
2.7.1.1.	<i>Criterios de selección de los sitios de muestreo</i>	37
2.7.1.2.	<i>Determinación de los lotes de cultivo</i>	38
2.7.1.3.	<i>Muestreo de plantas</i>	38
2.7.1.4.	<i>Muestreo de hojas</i>	39
2.7.2.	<i>Diseño experimental monitoreo de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.)</i>	45

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1.	Población de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.) en la zona alta (2651 a 2838 msnm) y baja (2374 a 2478 msnm) del cantón Penipe (Puela – El Altar)	47
3.1.1.	<i>Huevos, ninfas y adultos de paratrioza en la zona alta (2651 a 2838 msnm)</i>	47
3.1.2.	<i>Huevos, ninfas y adultos de paratrioza en la zona baja (2374 a 2478 msnm)</i>	48
3.2.	Temperatura, humedad relativa y altitud en cada zona altitudinal del cantón Penipe (Puela – El Altar)	49
3.2.1.	<i>Influencia de la temperatura y humedad relativa frente a la presencia de paratrioza en cada zona altitudinal del cantón Penipe (Puela – El Altar)</i>	51
3.3.	Abundancia de huevos, ninfas y adultos en la zona alta y zona baja del cantón Penipe (Puela – El Altar)	61
3.4.	Máxima concentración de individuos de paratrioza en la “T” de plantas seleccionadas en cada lote de las zonas de estudio	68
3.5.	Trampas amarillas	75
3.6.	Entomofauna registrada en las dos zonas altitudinales del cantón Penipe (Puela – El Altar)	77
3.7.	Entomopatógenos de paratrioza (<i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.) en las dos zonas altitudinales del cantón Penipe (Puela – El Altar)	82
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Taxonomía de <i>Bactericera cockerelli</i> Sulc.	9
Tabla 2-1:	Taxonomía de <i>Solanum Betaceum</i> Cav.....	25
Tabla 3-1:	Taxonomía de <i>Candidatus Phytoplasma</i>	30
Tabla 4-1:	Taxonomía de <i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	30
Tabla 5-2:	Ubicación geográfica de la zona alta (Puela)	34
Tabla 6-2:	Ubicación geográfica de la zona baja (Puela)	34
Tabla 7-2:	Ubicación geográfica de la zona baja (El Altar).....	35
Tabla 8-3:	Temperatura y humedad relativa en la zona alta (2651 a 2838 msnm) del 14 de abril al 9 de junio de 2021.....	49
Tabla 9-3:	Temperatura y humedad relativa en la zona baja (2374 a 2478 msnm) 21 de abril al 16 de junio de 2021.....	49
Tabla 10-3:	Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el primer muestreo	61
Tabla 11-3:	Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el primer muestreo	62
Tabla 12-3:	Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el segundo muestreo.....	63
Tabla 13-3:	Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el segundo muestreo	63
Tabla 14-3:	Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el tercer muestreo.....	64
Tabla 15-3:	Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el tercer muestreo	64
Tabla 16-3:	Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el cuarto muestreo.....	65
Tabla 17-3:	Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el cuarto muestreo	66
Tabla 18-3:	Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el quinto muestreo.....	67
Tabla 19-3:	Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el quinto muestreo	67
Tabla 20-3:	Comparación de la presencia de paratrioza en la zona alta y baja en los cinco muestreos.....	68

Tabla 21-3: Promedio de la abundancia de huevos, ninfas y adultos en la "T" de la zona alta	69
Tabla 22-3: Promedio de la abundancia de huevos, ninfas y adultos en la "T" de la zona baja	71
Tabla 23-3: Prueba T para muestras independientes en la zona "T" en la zona alta	73
Tabla 24-3: Prueba T para muestras independientes en la zona "T" en la zona baja	74
Tabla 25-3: Entomofauna registrada en los lotes de la zona alta y baja.....	77
Tabla 26-3: Entomofauna encontrada en la zona alta	80
Tabla 27-3: Entomofauna encontrada en la zona baja	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Población de paratrioza en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021...	47
Gráfico 2-3:	Fluctuación de paratrioza en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	48
Gráfico 3-3:	Temperatura en la zona alta y zona baja del 14 de abril al 16 de junio de 2021	49
Gráfico 4-3:	Humedad relativa en la zona alta y zona baja del 14 de abril al 16 de junio de 2021	50
Gráfico 5-3:	Fluctuación de huevos frente a la temperatura en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021	51
Gráfico 6-3:	Fluctuación de ninfas frente a la temperatura en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021	51
Gráfico 7-3:	Fluctuación de adultos frente a la temperatura en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021	52
Gráfico 8-3:	Fluctuación de huevos frente a la humedad relativa en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021	52
Gráfico 9-3:	Fluctuación de ninfas frente a la humedad relativa en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021	53
Gráfico 10-3:	Fluctuación de adultos frente a la humedad relativa en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021	53
Gráfico 11-3:	Fluctuación de huevos frente a la temperatura en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	55
Gráfico 12-3:	Fluctuación de ninfas frente a la temperatura en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	56
Gráfico 13-3:	Fluctuación de adultos frente a la temperatura en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	56
Gráfico 14-3:	Fluctuación de huevos frente a la humedad relativa en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	57
Gráfico 15-3:	Fluctuación de ninfas frente a la humedad relativa en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	57
Gráfico 16-3:	Fluctuación de adultos frente a la humedad relativa en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021	58
Gráfico 17-3:	Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el primer muestreo	61

Gráfico 18-3:	Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el segundo muestreo	62
Gráfico 19-3:	Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el tercer muestreo	64
Gráfico 20-3:	Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el cuarto muestreo	65
Gráfico 21-3:	Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el quinto muestreo	66
Gráfico 22-3:	Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de huevos en la "T" en la zona alta.....	69
Gráfico 23-3:	Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de ninfas en la "T" en la zona alta.....	70
Gráfico 24-3:	Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de adultos encontrados en la "T" en la zona alta.....	70
Gráfico 25-3:	Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de huevos encontrados en la "T" en la zona baja.....	71
Gráfico 26-3:	Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de ninfas encontrados en la "T" en la zona baja.....	72
Gráfico 27-3:	Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de adultos encontrados en la "T" en la zona baja.....	72
Gráfico 28-3:	Familias de insectos encontradas en la zona alta.....	79
Gráfico 29-3:	Familias de insectos encontradas en la zona baja.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Fenología del tomate de árbol	18
Figura 1-2:	Ubicación geográfica del área de estudio/Cantón Penipe/Puela-El Altar	35
Figura 3-2:	Esquema de las plantas muestreadas en los lotes de la zona alta y baja.....	40
Figura 4-2:	Conteo de huevos, ninfas y adultos de paratrypa en el área de estudio	41
Figura 5-2:	Observación de trampas amarillas en el área de estudio	41
Figura 6-2:	Recolección de posibles enemigos naturales en el área de estudio	42
Figura 7-2:	Traslado de posibles enemigos naturales a fundas plásticas	43
Figura 8-2:	Resguardo y mantenimiento de posibles enemigos naturales en alcohol a 70° en el área de estudio.....	43
Figura 9-2:	Clasificación de muestras en el laboratorio de AGROCALIDAD, en Riobamba	44
Figura 10-2:	Búsqueda de organismos entomopatógenos en el área de estudio	44
Figura 11-3:	Modelo referencial de la zona "T" de muestreo	68
Figura 12-3:	Trampas amarillas colocadas en la zona alta	75
Figura 13-3:	Trampas amarillas colocadas en la zona baja	75

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** HUEVOS DE *Bactericera cockerelli* Sulc. ENCONTRADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO B:** NINFA DE *Bactericera cockerelli* Sulc. ENCONTRADA EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO C:** ADULTO DE *Bactericera cockerelli* Sulc. ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO D:** INSECTICIDA "AGRESOR" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO E:** INSECTICIDA "ALPHACOR" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO F:** INSECTICIDA "ALPHACOR" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO G:** CHAMICO (*Datura stramonium* L.) ENCONTRADO EN LA ZONA ALTA
- ANEXO H:** CHAMICO (*Datura stramonium* L.) ENCONTRADO EN LA ZONA BAJA
- ANEXO I:** MONITOREO DE TRAMPAS AMARILLAS
- ANEXO J:** RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO
- ANEXO K:** MUESTREO DE ENTOMOFAUNA PRESENTE EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO L:** PLANTA DE TOMATE DE ÁRBOL CON SÍNTOMAS DE PUNTA MORADA EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO M:** ADULTO DE *Bactericera cockerelli* Sulc. EN PROCESO DE OVIPOSICIÓN ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO N:** ADULTO DE *Bactericera cockerelli* Sulc. EN PROCESO DE CAMBIO DE TEGUMENTO O CUTÍCULA ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO Ñ:** LIBRO DIGITAL DE TOMA DE DATOS DEL MUESTREO "EPICOLLECT"
- ANEXO O:** FUNGICIDA "TILT" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO P:** FUNGICIDA "PROMESS" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO Q:** FUNGICIDA "EURO" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO
- ANEXO R:** INDIVIDUOS DE PARATRIOZA ENCONTRADOS EN PLANTAS DE CHAMICO (*Datura stramonium* L.)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estudiar la fluctuación de la población de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.), en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en dos zonas altitudinales del cantón Penipe, provincia de Chimborazo, a través de 5 muestreos quincenales realizados desde el 14 de abril hasta el 16 de junio del 2021. Se seleccionó el área de estudio donde se determinó una zona alta (2651 a 2838 msnm) la cual se situó en la parroquia Puela y una zona baja (2374 a 2478 msnm) que se ubicó en la parroquia Puela y El Altar, a cada zona le correspondieron 3 lotes de cultivo de 1 ha cada uno, en cada lote se eligieron 12 plantas formando una "T", y dentro de cada planta se delimitaron 6 hojas. La fluctuación de paratrioza en estado de huevo, ninfa y adulto se precisó mediante el conteo en campo por observación directa de las hojas seleccionadas empleando una lupa entomológica, para el caso netamente de verificación de la presencia de adultos se emplearon trampas amarillas de polipropileno de 10 x 30 cm que se ubicaron en 3 de las 12 plantas de la "T" de cada lote. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de U Mann-Withney para muestras independientes aplicada con el 95% de confianza y 5% de error en los cinco muestreos realizados, dando como resultado que no existen diferencias significativas para los individuos de paratrioza en estado de huevo, ninfa y adulto encontrados en la zona alta y baja del área de estudio. Se concluyó que entre las zonas altitudinales la cantidad del psilido no varía significativamente, por ello se recomienda efectuar muestreos semanales para obtener una estimación más precisa, y ejercer un adecuado manejo de arvenses ya que pueden ser especies hospederas de paratrioza.

Palabras clave: <PUNTA MORADA>, <TOMATE DE ÁRBOL>, <MALEZAS HOSPEDERAS>, <TRAMPAS AMARILLAS>, <ZONA ALTITUDINAL>.


D/B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo



ABSTRACT

The objective of this research work was to study the population fluctuation of *paratrioza* (*Bactericera cockerelli* Sulc.) in established tree tomato crops (*Solanum betaceum* Cav.) in two altitudinal zones of Penipe canton, Chimborazo province, through 5 biweekly samplings carried out from April 14 to June 16, 2021. The study area was selected from a high zone (2651 to 2838 meters above sea level) located in the Puela parish and a low zone (2374 to 2478 meters above sea level) located in the Puela and El Altar parish. Each zone was divided into three cultivation plots of 1 ha each; in each plot 12 plants were selected to form a "T" and within each plant, six leaves were delimited. The fluctuation of *paratrioza* in egg, nymph, and adult stages was determined by direct observation of selected leaves using an entomological magnifying glass. To detect the presence of adults were used yellow polypropylene traps of 10 x 30 cm were placed in 3 of the 12 plants of the "T" of each lot. For the statistical analysis, the Mann-Withney U test was used for independent samples, applied with 95% confidence and 5% error in the five samplings carried out. As a result, no significant differences for *paratrioza* individuals in egg, nymph, and adult stages were found in the high and low zones of the study area. It was concluded that between altitudinal zones, the amount of psyllid does not vary significantly. Therefore, it is recommended to carry out weekly sampling to obtain a more accurate estimate, and to exercise adequate management of weeds, since they can be host species of *paratrioza*.

Keywords: <PURPLE TIP>, <TREE TOMATE>, <WEED HOSTS>, <YELLOW TRAPS>, <ALTITUDINAL ZONES>.



Silvana Patricia Celleri Quinde

C.C. 0602669830

INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol es un frutal originario de Sudamérica, el cual se encuentra especialmente de forma silvestre en las zonas andinas de Perú y Colombia (Lucas et al., 2011, p.18), y está disperso en países como Ecuador, Brasil, Bolivia, Chile, entre otros, así mismo es cultivado en África, India y Australia (EL PRODUCTOR, 2017). En la producción de este cultivo los agricultores afrontan algunos obstáculos destacándose el ataque de plagas (INIAP, 2014). En la región andina o Sierra del Ecuador, el cultivo de este frutal tiene dominio local, estando su producción en estado decadente debido a la falta o inexistencia de proyectos para su preservación y mejora (SINC, 2013), su producción es baja debido al ataque de plagas y enfermedades, y está netamente enfocada en pequeños y medianos agricultores, siendo un cultivo fundamental en la subsistencia de muchas familias campesinas, contando con visión en el comercio internacional (INIAP, 2019, p.7).

Las provincias destacadas en la producción de tomate de árbol son Imbabura, Tungurahua y Pichincha (MAGAP, 2016; citado en Moreno et al., 2020), seguido de algunas zonas de la región amazónica ya que el cultivo tiene una buena adaptación (Viera et al., 2021 pp.4-6), ocupando el décimo lugar en lo que respecta a rendimiento de los cultivos interandinos y en el puesto quinceavo en lo que se refiere al área cultivada (MAG, 2018; citado en Moreno et al., 2020). La producción anual es de 39725 toneladas de fruto, donde aproximadamente un 76% se destina a la agroindustria y exportación, el porcentaje restante se vende local y regionalmente (PROEcuador, 2016; citado en Moreno et al., 2020).

Actualmente la aparición de problemas fitosanitarios ha reducido y obstaculizado la producción de este importante frutal en varias áreas tomateras en el país, especialmente el surgimiento de la punta morada que ha sido de carácter urgente en papa y ahora también en tomate de árbol ocasionando muchas veces la erradicación total de la plantación junto con pérdidas económicas considerables en los productores. Dicha enfermedad es transmitida por el psílido vector *Bactericera cockerelli* Sulc. que infecta al hospedero mediante la transmisión de toxinas al momento de alimentarse, e inoculando patógenos como el fitoplasma *Candidatus phytoplasma* en asociación con la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Viera et al., 2021 p.4).

Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es uno de los insectos plaga más importantes en cultivos de plantas solanáceas durante algunos años, debido a que infesta los cultivos directamente por su alimentación e indirecta por la transmisión de patógenos (Butler y Trumble, 2012; citados en Jiménez y Ramos, 2021).

JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Chimborazo, de manera especial en el cantón Penipe, se ha suscitado gran inquietud debido a las pérdidas económicas en campos cultivados con tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), todo ello gracias a un problema fitosanitario reciente que viene dado por el ataque intenso del psílido *Bactericera cockerelli* Sulc. más conocido como paratrioza.

A pesar de que el psílido ha sido reportado anteriormente en sus inicios en el cultivo de papa, se ha ignorado parcialmente el ataque del insecto a otros cultivos como es el caso del tomate de árbol, dicho desconocimiento por parte de los productores de la zona ha repercutido en el inadecuado uso de agroquímicos generado por el intento desesperado y malogrado de erradicar o controlar el vector, acción que conlleva a efectos de resistencia del insecto junto con daños irremediables en el ambiente y por ende de la población.

El interés del presente trabajo, el cual apoyado por el fiel y competente trabajo de la Dirección Distrital y Articulación Territorial Tipo B Zona 3 AGROCALIDAD– CHIMBORAZO, radica en conocer y comprender las conductas inherentes de paratrioza en sus diferentes estadios (huevo, ninfa y adulto) desenvueltas en el cultivo de tomate de árbol, para lo cual se ha tomado en consideración de manera principal el monitoreo de la plaga en dos zonas altitudinales del cantón para establecer relaciones concretas frente a la fluctuación de la presencia del vector en cada zona teniendo en cuenta variables climáticas claves como la temperatura y humedad relativa, para con ello disponer de datos reales y fundamentales que apoyen a mejorar la labor de monitoreo de paratrioza en las zonas tomateras efectivizando su control de una manera más rápida.

Es necesario mencionar que el monitoreo de las plantaciones es una labor netamente imprescindible en campo la cual requiere de alta destreza en observación ya que es una actividad que toma vital importancia en el reconocimiento temprano de percances fitosanitarios causados por plagas en los cultivos de interés agrícola permitiendo ejercer un control antes de que las mismas se expandan y afecten gravemente al cultivo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Estudiar la fluctuación de la población de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en dos zonas altitudinales del cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

Objetivos Específicos

- Evaluar la variación de la población de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en dos zonas altitudinales del cantón Penipe, provincia de Chimborazo.
- Registrar entomopatógenos de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) encontrados en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en dos zonas altitudinales del cantón Penipe, provincia de Chimborazo.
- Identificar enemigos naturales de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) encontrados en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en dos zonas altitudinales del cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

HIPÓTESIS

Hipótesis alternante

Por lo menos en una zona altitudinal de estudio se observa la diferencia de fluctuación de la población de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Hipótesis Nula

En ninguna de las dos zonas altitudinales de estudio se observa una diferencia de fluctuación de la población de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.)

Bactericera cockerelli (Sulc), desde hace varios años se ha denotado como una de las plagas con más importancia dentro de la familia de las solanáceas, teniendo la capacidad de afectar a las plantas hospederas alimentándose directamente de ellas, y transmitiendo la bacteria *Candidatus Liberibacter psyllauros* o también llamada *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Bujanos y Ramos, 2015, p.1).

De acuerdo con Butler y Trumble (2012) citados en Espinoza (2020, p.8), este psílido tiene cualidades polífagas contando con un gran número de hospederos, pudiendo ovipositar y consumir su desarrollo en más de 40 especies.

En la región Sierra, hoy en día la papa es el cultivo más afectado debido a la patología denominada punta morada que dicho insecto es el vector del agente causal, afectando a grandes porcentajes de la producción nacional (INEC, 2019; citado en Olovacha, 2020, p.2).

Así mismo, otro de los cultivos que han ido tomando preocupación en la sierra ecuatoriana es el tomate de árbol debido a la presencia de enfermedades emergentes de gran importancia como la escoba de brujas y la clorosis letal asociadas de forma lineal con el vector *Bactericera cockerelli*, causando grandes pérdidas, ya que obstaculizan directamente la producción de frutos (Fernández, 2020, p.2).

Los primeros antecedentes de la descripción de la paratrioza se llevaron a cabo gracias a individuos colectados en Chile, cuya semilla provenía de América del Sur, otorgados por el profesor Cockerell en Colorado (Sulc, 1909; citado en Bujanos y Ramos, 2015, p.7).

1.1.1. Origen y distribución

Como indica Plestsch (1947) citado en Schaper (2012, p.6) probablemente *Bactericera cockerelli* sea autóctona de Estados Unidos, siendo en Colorado y Nuevo México donde se reportó inicialmente a fines de la segunda mitad del siglo XX, para luego aparecer en Arizona, California, Minnesota, Kansas y otros estados norteamericanos.

A inicios de los 2000 el psílido se adentró por error a Nueva Zelanda presuntamente desde el oeste de Estados Unidos, causando grandes pérdidas a cultivos de solanáceas como papa, tamarillo o tomate de árbol, tomate y pimiento (Gill, 2006; Liefing et al., 2009; Teulon et al., 2009; Thomas et al., 2011; citados en CABI, 2021).

Según la información actualizada constantemente por el CABI (2021) sobre la distribución de *Bactericera cockerelli* alrededor del mundo, data que se encuentra presente en Canadá, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Ecuador, además de ello, se detalla que se encuentra ausente en Austria y Países Bajos. Es necesario recalcar que el autor se basa en un conjunto de publicaciones y no en registros oficiales.

En el país hasta el año 2019 se corroboró la presencia del psílido en las todas las provincias de la región internadina exceptuando Loja (AGROCALIDAD, 2020a). Sin embargo para el año 2020, se detectó la presencia del vector en dicha provincia (AGROCALIDAD, 2020b).

1.1.2. Importancia

La importancia de *Bactericera cockerelli* radica principalmente en ámbito económico, ya que es un insecto plaga que comenzó su auge infestando al cultivo de papa, para después seguir dicho proceso con otras especies de solanáceas. Cuando esta plaga comenzó fue estimada como secundaria solamente hasta que se lo diagnosticó de ser el causante de afecciones graves de forma directa donde los daños recaen en clorosis o matización purpura en la base de los órganos foliares, crecimiento lento, hojas nuevas muy débiles y frutos de baja calidad, y de forma indirecta a través de la transmisión de fitoplasmas, en los cultivos donde se presenciaba, bajo este caso es señalada como una plaga cuarentenaria que dificulta el proceso de exportación de frutos de especies hospederas (KOPPERT, 2021, p.1).

La importancia del psílido dentro del cultivo tomate de árbol, que es uno de los más representativos de la sierra ecuatoriana, siendo Chimborazo uno de los sectores de mayor producción, radica en que hoy en día el cultivo ha sido atacado por el insecto influyendo negativamente en su productividad, bajo estos antecedentes se ha activado la preocupación y acción de organismos responsables de dominio público como el Ministerio de Agricultura, Agrocalidad y el apoyo de algunas empresas privadas, colaborando con los productores aportando con investigación, capacitaciones y ayuda técnica directa (LOS ANDES, 2019, p.1).

1.1.3. *Descripción biológica*

Las ninfas del psílido tienen a ubicarse en las hojas de los hospederos con follaje abundante, aunque a veces se localizan en el haz; muchas de las veces es complicado percibir las rápidamente debido a que su cuerpo es de color verde y plano; cuando son jóvenes se mantienen cerca del lugar donde tuvieron lugar los huevecillos y se conservan en inactividad en sus primeros instares de vida (Becerra, 1989 y SENASICA, 2009; citados en Bujanos y Ramos, 2015, p.13).

Los huevecillos son ovipositados por la hembra adulta en el envés y los bordes de las hojas, y en casos de alta incidencia también son depositados en las flores, se conoce que en promedio la hembra llega a poner 500 huevos en 21 días, pero existen referencias de que pueden llegar a ovipositar 1500 en todo su ciclo (Garzón, 2010; citado en Bujanos, y Ramos, 2015, p.13).

Sobreviven óptimamente en temperaturas de 21 a 27 °C, donde un valor por encima de los 32°C puede afectar de manera directa a la reducción de oviposición y eclosión; siendo así 27°C el valor adecuado para su adecuado desarrollo (Capinera, 2001; Munyaneza, 2010; citados en Bujanos y Ramos, 2015, p.13).

Knowlton (1993) y List (1939) citados en Medina et al. (2016, p.18) mencionan que paratrioza se inclina más por los climas cálidos o templados más no calurosos.

El ciclo de vida de paratrioza está perjudicado por situaciones donde la temperatura sube y baja de manera intensa (Medina et al., 2016, pp.18-19). Según Wallis (1946) citado en Medina et al. (2016 pp.18-19) se considera a la temperatura como un agente esencial frente a la cantidad de paratrioza debido a que estos no pueden resistir grados elevados, ya que el rango de desarrollo es limitado. Donde, a 26 °C tienen un buen desarrollo y oviposición, pero cuando la temperatura sobrepasa los 30 °C se reduce o termina la postura de huevos y su eclosión conjuntamente con la subsistencia de las ninfas, por otro lado, si se llegara a 38.8 °C tan solo por el máximo de 2 horas, sería completamente letal para huevos y ninfas (Abdullah, 2008; citado en Medina et al., 2016, pp.18-19).

La temperatura, el volumen de población emigrante y la extensión de los cultivos hospederos de paratrioza, son elementos importantes en la definición de la densidad poblacional en campo. Es decir, si el cultivo tiene vasto follaje ofrecerá acogida y protección al psílido contra las altas temperaturas debido a que la temperatura en las hojas es menor permitiendo un adecuado desarrollo de la plaga (Wallis, 1946; citado en Medina et al., 2016, pp.18-19).

Los valores mínimos de temperatura para el correcto desarrollo de la plaga son de 7,9 °C, 4,2 °C y 7,1 °C cuando estas tienen como especie hospedera a la papa; en cambio, cuando su hospedero es el tomate los valores fluctúan en 7,2 °C, 5,3 °C y 7,5 °C, para el estado de huevo, ninfa y total desarrollo (Medina et al., 2016, pp.18-19).

Además, es importante mencionar que con temperaturas inferiores a 17 °C disminuye el progreso de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, pero si la temperatura sobrepasa los 32 °C se produce un efecto de merma donde de igual forma las especies infectadas ya no tendrán síntomas ni colonización de la bacteria (Medina et al., 2016, pp.18-19).

En el caso de los huevos de paratíoxa, la temperatura ínfima para su desarrollo denota los 7 °C mientras que para su desarrollo óptimo la temperatura oscila entre los 27 °C y 29 °C. Es necesario resaltar que solo las ninfas tienen la capacidad de inyectar las toxinas a la planta hospedera. Para el caso de los adultos, estos se desarrollan adecuadamente dentro de los 15 a 30 días con una temperatura de 27 °C, siendo las temperaturas menores a 15 °C y mayores a 32 °C valores muy perjudiciales para su desarrollo y sobrevivencia (Monares, 2015, p.33).

Abdullah (2008) citado en Vásquez y Villatoro (2019, p.6) afirman que el ciclo completo de paratíoxa se cumple en 34 días con temperaturas desde 26 °C a 27 °C y de 60% a 70% de humedad relativa. Por otro lado, Vásquez y Villatoro (2019, p.61) en su análisis de distribución espacial, comportamiento de *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, en Quetzaltenango, mencionan que la mayor presencia de adultos de paratíoxa se registró a una humedad del 70% a 90% y un rango de temperatura de 10 °C a 18 °C; la mayor presencia de huevos y ninfas se dio frente al 50% a 70% de humedad relativa y con temperaturas de 10 °C a 18 °C.

Según Lastres (2018) citado en Gamarra et al. (2019, p.5) menciona que *Bactericera cockerelli* se destaca por su presencia en zonas de altura media es decir hasta los 400 msnm, pero que también se halla presente en áreas altas andinas mayor a los 1000 msnm.

Guédot et al. (2010) citado en CABI (2021) señala que las hembras adultas atraen fácilmente a los machos debido a la segregación de una feromona. Además, estudios realizados por Guédot y Col (2012) citado en CABI (2021), determinan que las hembras adultas completan su desarrollo reproductivo en el día donde se produce la eclosión, a diferencia de los machos que lo completan al segundo día. En dichos estudios también se concluyó que la oviposición de huevecillos por parte de las hembras se da dos días luego de aparearse con los machos (CABI, 2021).

El ciclo biológico de paratíoxa junto con su actividad de daño se rigen fundamentalmente por las circunstancias climáticas, donde el insecto tiende a acondicionarse a climas cálidos más no calientes, generándose la mayor cantidad de brotes en climas frescos (Pletsch, 1947; Wallis, 1955; Capinera, 200; Cranshaw, 2001; citados en CABI, 2021). Moreau et al. (2017) citado en Manobanda (2020, p.6) menciona que el ciclo de vida de los insectos fitófagos puede ser determinado por la especie hospedera, la temperatura, humedad relativa y el fotoperíodo.

Según el Department of Agriculture Australian Government (2012) citado en Bujanos y Ramos (2015, p.13), el tamaño de *Bactericera cockerelli* Sulc. en estado de huevo es de 0,32 – 0,34 mm de largo por 0,18 mm de ancho; en el primer estadio ninfal es de 0,40 mm de largo por 0,21 mm de ancho, en el segundo miden 0,52 mm de largo por 0,33 mm de ancho, en el tercer miden 0,80 mm de ancho por 0,48 mm de largo, en el cuarto miden 1,18 mm de ancho por 0,75 mm de largo y en el quinto estadio miden 1,65 mm de largo por 1,23 mm; por último, cuando son adultos, siendo machos miden 2,8 a 2,9 mm y las hembras van de 2,8 a 3,2 mm.

1.1.4. Taxonomía

Según Crizón (2017) citado en Yanchatipan (2020, p.15), *Bactericera cockerelli* Sulc. tiene la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 1-1: Taxonomía de *Bactericera cockerelli* Sulc.

Reino	Metazoa
División	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Familia	Trioziidae
Género	<i>Bactericera</i>
Especie	<i>Bactericera cockerelli</i>

Fuente: Yanchatipan, 2020.

Realizado por: Maygualema L. 2021.

1.1.5. Ciclo biológico

1.1.5.1. Huevecillos

Son ovoides, anaranjados-amarillentos, brillantes, y tienen en uno de sus extremos un diminuto filamento que les ayuda a fijarse a las hojas, se ovipositan de forma separada en el envés cerca del borde (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

1.1.5.2. *Estadios ninfales*

Son cinco, donde son ovalados, aplanados dorso-ventralmente y con ojos definidos, las antenas tienen placoides sencillas las cuales siguen aumentando cuantitativamente y se notan más de acuerdo el insecto alcanza la madurez, el cuerpo está rodeado por estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

a) Primer estadio

Las ninfas son anaranjadas y sus antenas denotan secciones basales reducidas y gruesas las cuales van disminuyendo su volumen hasta terminar en un segmento corto con dos setas sensoriales; los ojos son anaranjados y visibles en vista dorsal y ventral; en el tórax se encuentran alas poco visibles, patas con segmentación imperceptible; y el cuerpo no está aún definido (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

b) Segundo estadio

Se visibiliza de forma fácil el fraccionamiento entre la cabeza, tórax y abdomen; la cabeza es amarillenta; las antenas tienen un par de setas sensoriales, son voluminosas y base y se estrechan hacia el ápice; los ojos son de matiz anaranjado-oscuro; el tórax es verde-amarillento, las alas son perceptibles, las patas tienen visible segmentación; el abdomen es amarillo y posee un espiráculo por cada lado de los primeros segmentos (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

c) Tercer estadio

El fraccionamiento entre la cabeza, tórax y abdomen es evidente; la cabeza, las antenas y el abdomen son igual que en el segundo estadio; los ojos son rojos; y en el tórax se ve con mejor claridad los paquetes de alas (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

d) Cuarto estadio

Se detalla claramente la segmentación entre el tórax y abdomen; la diferencia entre segmentos o secciones en las patas es muy clara y se denotan fuertemente las tibias, secciones tarsales y uñas; las alas están óptimamente definidas (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

e) Quinto estadio

Queda definida completamente la fragmentación entre la cabeza, tórax y abdomen; la cabeza y el abdomen son verde-claro y el tórax verde-oscuro; las antenas se hallan separadas en dos secciones por una cavidad acentuada en la parte central, su base es voluminosa y su ápice es estrecho y fino con seis placoides; los ojos son de matiz rojo-vino; el tórax tiene 6 patas bien fraccionadas; las alas sobresalen del cuerpo y están muy diferenciadas; el abdomen presenta dos espiráculos por cada lado de los primeros segmentos (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

1.1.5.3. *Adulto*

Cuando surge tiene un matiz verdoso amarillento, es pasivo y luego de 4 horas sus alas se vuelven translúcidas; luego de los 7 a 10 días el color del cuerpo cambia de un matiz ámbar a café o negro que según algunas referencias sucede cuando se aparean; la cabeza mide una décima parte de todo su cuerpo; los ojos son cafés y grandes; las antenas son filiformes; el tórax es de matiz blancuzco amarillento con manchas marrones; sus alas tienen más longitud que su cuerpo con venación propia (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

a) Hembra

La hembra adulta posee un abdomen dividido por cinco secciones junto con un segmento genital de forma cónica, y en el dorso central denota una mancha con forma de “Y” cuyos ápices terminan en la parte final del abdomen (Marín, 1995; citado en Bujanos y Ramos, 2015, pp.9-12).

b) Macho

El macho adulto posee un abdomen dividido por seis secciones junto con un segmento genital el cual está encorvado sobre la parte dorsal central del abdomen; sus genitales tienen forma de pinza, lo cual es una cualidad representativa de los machos (Marín, 1995; en Bujanos y Ramos, 2015 pp.9-12).

1.1.6. *Movimiento y dispersión*

Los adultos tienen la capacidad de volar y de ser diseminados por acción del viento; los huevecillos y las ninfas se pueden trasladar de un lado a otro con el movimiento de materia vegetal de especies de la familia de las solanáceas, colaborando a la dispersión del insecto (Gamarra et al., 2019, p.5).

Los adultos se dispersan a grandes distancias gracias mediante el vuelo, haciéndose más efectivo con el viento y las temperaturas elevadas. Por otro lado, el psílido en sus etapas inmaduras tiende a ser estático por lo que no se dispersa de forma activa (Nelson et al., 2014; citado en CABI, 2021). El traslado del psílido en sus diversas etapas biológicas es posible además mediante la compraventa de material vegetativo de propagación especialmente de solanáceas (CABI, 2021).

1.1.7. *Modo de ataque*

El psílido *Bactericera cockerelli* ataca a sus hospederos gracias a su aparato bucal el cual es picador y chupador reforzado con un estilete en donde se un ducto de entrada y uno de salida. Las ninfas y adultos en la planta insertan su estilete hasta llegar al floema, es ahí donde por el primer ducto succiona la savia y por segundo inyecta su saliva, causando afecciones de forma directa como clorosis foliar, acortamiento de entrenudos, retardo en el crecimiento, y afecciones indirectas debido a la inoculación de procariotes y fitoplasmas (Bujanos y Ramos, 2015, p.16).

1.1.8. *Detección y monitoreo*

Según Bujanos y Ramos (2015, p.23-24), para poder estimar la cantidad relativa de *Bactericera cockerelli* en cada una de sus fases biológicas y determinar si su densidad poblacional requiere de un plan de manejo, es útil realizar un correcto monitoreo de su población ya que con su ayuda se podrá diferenciar el comienzo de la travesía al cultivo y la efectividad del plan de manejo. En el tema de las plagas transmisoras de patologías en solanáceas la mejor acción siempre será la prevención empleándose el muestreo de folíolos, con red entomológica y el uso de trampas amarillas.

1.1.8.1. *Muestreo de folíolos*

Se realiza 2 veces cada 7 días en la parte de los bordes y en la parte central de la plantación, tomando diez hojas por sitio, las hojas a muestrear deben ser las menos expuestas tomando desde la parte central a la baja de la planta; se debe realizar una observación muy detallada con el uso de una lupa; este muestreo es el más eficiente para ubicar poblaciones de ninfas y huevecillos (Bujanos y Ramos, 2015, p.23-24).

1.1.8.2. *Muestreo con red entomológica*

Este tipo de muestreo es el más efectivo para poder evaluar la incidencia de poblaciones de adultos dentro de la plantación, debiéndose ejecutar desde la aparición de las hojas; al igual que en el muestreo por foliolos se realiza cada 2 veces por semana y en los bordes y parte central o media del cultivo (Bujanos y Ramos, 2015, p.23-24).

1.1.8.3. *Trampas amarillas*

Estas trampas son muy prácticas para descubrir poblaciones inmigrantes de paratritioza, las mismas deben situarse desde la parte inicial de la plantación y preferiblemente ser rectangulares y de color amarillo para hacer más fácil la captura de insectos vectores (Bujanos y Ramos, 2015, p.23-24).

1.1.9. *Cultivos hospederos*

Dentro de los cultivos hospederos de *Bactericera cockerelli* se incluyen:

Los hospedantes principales de B. cockerelli Sulc. son de la familia de las solanáceas tanto cultivadas como silvestres, entre ellas están las especies cultivadas más importante como papa (Solanum tuberosum.), tomate (Solanum lycopersicum), chile (Capsicum annum), tomate de cáscara (Physalis ixocarpa), tabaco (Nicotiana tabacum), berenjena (Solanum melongena), en las silvestres se encuentra el toloache común (Datura stramonium), hierba mora (Solanum nigrum) (EPPO, 2021; Martín, 2008; citado en Bujanos y Ramos, 2015, p.14).

Papa (Solanum tuberosum) tomate de árbol (Solanum betaceum) pepino dulce (Solanum muricatum) uvilla (Physalis peruviana) tomate riñón (Solanum lycopersicum) pimiento (Capsicum annum) (FAO, 2019).

B. cockerelli completa su ciclo de vida en una serie de especies no cultivadas, muchas de las cuales son Solanáceas. Entre los ejemplos de huéspedes solanáceos para B. cockerelli se encuentran Lycium ferocissimum, L. barbarum L., Solanum aviculare, Datura stramonium L., Nicandra physalodes, Solanum pseudocapsicum L., y una especie del género Convolvulaceae, Convolvulus arvensis L. (Fernández, 2020, p.7).

Martin (2008) citado en Masapanta (2020, p.25) dentro de las especies silvestres que son hospederos de paratrioza encontramos al chamico (*Datura stramonium* L.) y la hierba mora (*Solanum nigrum* L.).

1.1.10. Enemigos naturales

Dentro de los enemigos naturales de *Bactericera cockerelli* se incluyen:

B. cockerelli es atacado por una serie de enemigos naturales, que incluyen larvas de crisópidos, coccinélidos, geocóridos, antocóridos, míridos, nabidos, larvas de sírfidos y los parasitoides *Tamarixia triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) y *Metaphycus psyllidis* (Hymenoptera, pero encyrtidae) conocen sus efectos sobre las poblaciones de psílidos (Pletsch, 1947; Wallis, 1955; Cranshaw, 1993; Al-Jabar, 1999; Butler et al., 2010; Butler y Trumble, 2012a; Liu et al., 2012; citados en CABI, 2021).

De acuerdo con Bujanos y Ramos (2015, p.35), los insectos depredadores de *Bactericera cockerelli* constityen las especies: *Crysopa* spp., *Hippodamia convergens*, *Nabis ferus* (L.), *Geocorisdecoratus* Uhler, *Orius* spp.; y los parasitoides se respecta a: *Tamarixia triozae* y *Methaphycus psyllidis*.

1.1.11. Entomopatógenos

Dentro de los entomopatógenos que afectan a *Bactericera cockerelli* se incluyen:

La paratrioza es afectada de manera natural por los entomopatógenos entomopatógenos *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*; por los depredadores león de los áfidos (*Chrysoperla carnea*.), la catarinita roja (*Hippodamia convergens*) y por las larvas de la avispa *Tamarixia triozae* (MAG, 2010, p.4).

Varios hongos entomopatógenos, incluidos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Isaria fumosorosae*, causan una mortalidad de psílidos de hasta 99 y 78% en condiciones de laboratorio y de campo, respectivamente (Lacey et al., 2009; citado en CABI, 2021).

1.2. Cultivo de Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.)

El cultivo es débil frente a la presencia de heladas y patologías cuando existe alta humedad relativa. En la zona andina es cultivado con lluvias de 600 a 1000 mm al año (Rotundo et al., 1981; Morton, 1982; Prohens y Nuez, 2000; citados en Feicán et al., 2016, p.79).

Se desarrolla óptimamente en suelos de textura franca o migajones arenosos con poca materia orgánica, donde es necesario prevenir los excedentes de humedad ya que puede resultar en la clorosis general de la planta y anaerobiosis (Feicán, 1999; citado en Feicán, 2016, p.79).

El tomate de árbol es una especie frutícola que cuenta con gran aceptación y demanda, debido a que cuenta con múltiples cualidades nutritivas, es de buen sabor y colores atractivos, además de tener alta capacidad en el campo agroindustrial (Lobo, 2006; Lagos et al., 2012; citados en Chañag et al., 2017, p.11).

Esta especie se desarrolla de buena manera en un rango de temperatura de 13 a 24°C, siendo el óptimo entre 16 a 19°C; y en altitudes desde los 1000 a 3000 msnm (Lagos et al., 2012; citado en Chañag et al., 2017, p.11).

En el Ecuador las variedades existentes de tomate de árbol son: anaranjado gigante, anaranjado puntón, anaranjado redondo, morado gigante y morado Neozelandes; siendo las variedades anaranjado gigante y anaranjado puntón las de mayor cultivo (León et al., 2004; citado en INIAP, 2019).

Gracias a la aclimatación de la especie a los diversos pisos climáticos de la sierra ecuatoriana, tiene una mayor producción en esta región que para el año 2017 sostuvo casi el 94% de la superficie cultivada (INEC, 2017; citado en INIAP, 2019).

El tomate de árbol comienza su producción en el primer año de cultivo extendiéndose por dos años, siendo de ciclo semi-perenne (Feicán et al., 2016, p.79). Pertenece a las solanáceas y es llamado también como tomate de palo, tomate cimarrón y contragallinazo (Calvo, 2009, p.2).

1.2.1. Origen y distribución

Solanum betaceum Cav. es una especie nativa de Sudamérica, posiblemente de las selvas y bosques de la reserva Tucumano-Boliviana situada al noroeste argentino y el sur boliviano. Siendo domesticada principalmente en Perú y Ecuador (Díaz et al., 2017).

Feicán et al. (2016, p.79) menciona que el tomate de árbol se originó en los bosques de la zona andina con climas templados y alturas desde los 1500 a 2600 msnm, donde además se han hallado especies silvestres en los países de Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador.

Bohs (1991), Bohs y Nelson (1997) y Lester y Hawkes (2001) citados en Feicán et al. (2016, p.79) acuerdan que el tomate de árbol tiene su origen en la zona andina, siendo posiblemente Bolivia su centro de origen, donde se han identificado varios ecotipos adaptados desde los 1000 a 3000 msnm.

Es una planta autóctona de los Andes, cuyo cultivo data muchos antes del descubrimiento de América (IICA, 2018, p.3). Es posible que su punto de origen esté ubicado en los bosques ubicados entre Argentina y Bolivia, debido a que en dicha zona existe mucha riqueza genética (CCB, 2015, p.10).

Está distribuido en Perú, Chile, Ecuador, Bolivia, Brasil y Colombia, aunque también puede cultivarse en las montañas de África, India y Australia; en Nueva Zelanda los frutos de esta especie son muy apetecidos lo que denota un buen potencial de exportación (Calvo, 2009, p.2). Se cultiva también en Nueva Zelanda y Kenia que constituyen los grandes proveedores de semilla originaria de Colombia hacia a Europa (Lucas et al., 2011, p.9).

En el país los sectores de mayor producción de este cultivo son:

En el Ecuador, en datos porcentuales de superficie, las provincias en que en mayor parte se cultiva el tomate de árbol para 2009 son: Tungurahua (39.2%), Chimborazo (22.2%), Azuay (14.1%), Pichincha (10.0%), e Imbabura (4.8%) (Lucas et al., 2011, p.9).

1.2.2. Importancia

El tomate de árbol es un cultivo de gran rentabilidad en el país, la inversión por cada hectárea plantada tiene un valor máximo de 2000 dólares, teniendo hasta 20000 dólares en ganancias. Se puede cultivar todos los meses del año, es rico en vitaminas, potasio y fibra, y en lo que respecta a temas de salud, puede reducir el colesterol, reducir problemas de garganta y combate la gripe (EL COMERCIO, 2011).

Por otro lado, Caicedo (2011, p.19) menciona que el tomate de árbol es un frutal que ha permanecido en el Ecuador debido a sus cualidades culinarias y nutritivas, y que además puede ser usado en la

medicina alternativa gracias a sus grandes propiedades; se le atribuye una gran importancia económica para el país, localizándose la mayor superficie sembrada en Tungurahua, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Azuay.

Camacho (2011) citado en Caicedo (2021, p.19) el cultivo cuenta con una gran rentabilidad comparado con otros cultivos tradicionales, además es muy atractivo para mercados como Estados Unidos y Europa, donde el tema de exportación se hace complicado debido a la baja producción, restos de agroquímicos y temas legales; sin embargo esta situación ha logrado cambiar con el tiempo, ya que (AGROCALIDAD, 2019) menciona que en el mes de enero del año 2019 se registró la primera exportación de tomate de árbol cosechado en Cotopaxi hacia Estados Unidos, el cargamento constó de 600 Kg de frutos frescos.

Así mismo, a Albornoz y Morales (1992) citados en Perachimba (2018, p.16) acuerdan que el tomate de árbol es un cultivar de gran provecho ya que sus rendimientos dentro de óptimas condiciones, fluctúa entre los 60 a 80 ton/ha/año, identificándose como una especie de alta significancia en la economía del país. MAGAP (2012) citado en Perachimba (2018, p.16) resuelven que la producción ecuatoriana de este importante fruto está vinculada al sector agrícola dominado por pequeños y medianos agricultores, estableciéndose como un cultivo sustancial y significativo en su economía.

El cultivo de *Solanum betaceum* Cav. se ha dispuesto como un factor preponderante en el ámbito económico ya que ha evidenciado un acrecentamiento en la superficie cultivada, producción y rentabilidad (Dávila, 2016, p.1). Los cultivos perennes de frutales en el Ecuador contribuyen en la economía nacional total, por lo que es importante involucrarse y orientarse hacia la producción por competencia (Perachimba, 2018, p.16).

1.2.3. Fenología del cultivo

La fenología del tomate de árbol es variable dependiendo de su ubicación, ya que se ha constatado que en el sub trópico la especie florece de forma constante y fructifica casi todo el año, pero al contrario de ello en zonas templadas estacionales la brotación se da en agosto, la floración y cuaje de octubre a diciembre, y la cosecha desde marzo a junio (IICA, 2018, p.8).

Obando (2012) citado en Mosquera (2020, p.19) deduce de forma resumida que desde los 6 a 8 meses después del trasplante comienza la etapa vegetativa; luego se inicia la etapa reproductiva que dura 4 meses, donde emergen las flores las cuales tienen estancia permanente en la planta; y por último a los 10 meses ocurre la etapa de producción o fructificación que da lugar al cuaje y madurez de los frutos, esta última etapa puede extenderse hasta 44 meses.

De acuerdo a la escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie), el ciclo fenológico del cultivo de tomate de árbol respecta de 8 estadios y complementarios; donde en el estadio 0 tenemos la germinación; en el estadio 1a, 1b y 3 al desarrollo vegetativo; en el estadio 5 y 6 a la floración; y en el estadio 8 a la fructificación (Acosta et al., 2016; citado en Mosquera, 2020, p.19).

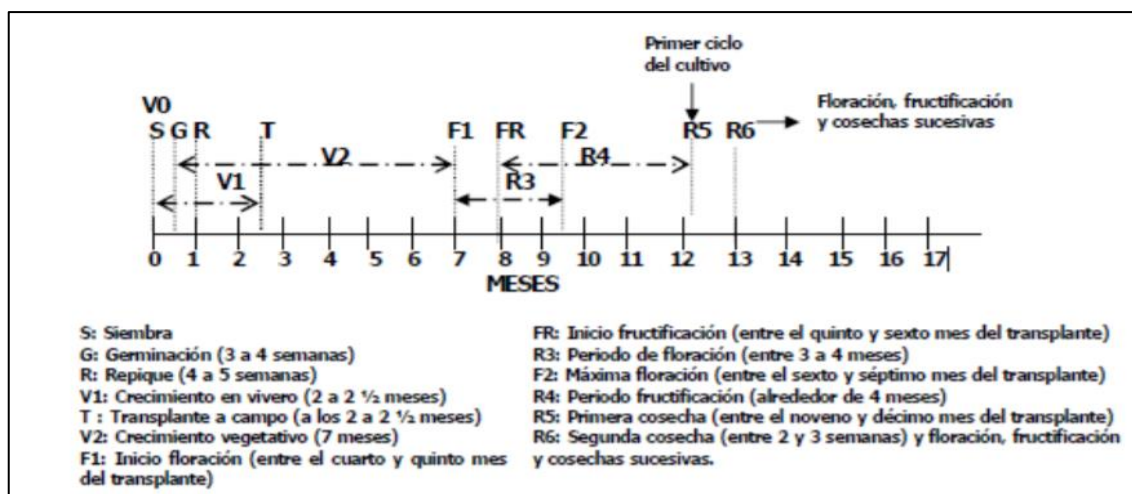


Figura 1-1. Fenología del tomate de árbol

Fuente: Arahana et al., 2010; citado en Mosquera, 2020.

1.2.4. Plagas y enfermedades

1.2.4.1. Plagas

a) Pulgones o áfidos (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)

Son diminutos insectos chupadores de color verde claro transmisores de virus, se establecen en asociaciones en el envés de las hojas y cogollos donde se alimentan de savia, cuando hay alta incidencia la planta sufre alteraciones como deformidades foliares pudiendo perecer (INIAP, 2008, p.23).

Medidas de combate

- Químico

Ya que son vectores de virus, el control debe comenzar en el vivero y durante todo su progreso, donde se recomienda suministrar en rotación las siguientes dosis: 1 cm³/l de deltametrina (Decis), 2 cm³/l de dimetoato (Diabolo), 4 g/L de malathion (Malathion 50 PM), 1 cm³/l de clorpirifos +

cipermetrina (Pyrinox plus), 0,8 cm³/l de lamdacihalotrina (Karate), con una frecuencia de 10 a 14 días (INIAP, 2008, p.23).

b) Chinche foliado o patón (*Leptoglossus zonatus*)

Encontrado en zonas secas y bajas, afecta los frutos independientemente de su estado de madurez realizando un orificio con su estilete para succionar el contenido, con esta acción trasmite una toxina que afecta la fisiología de la planta causando marcas endurecidas hendidas en forma de puntos en la corteza del fruto, y cuando el daño es a las flores o frutos prematuros, estos se caen con brevedad (INIAP, 2008, p.25).

Medidas de combate

- Cultural

Remover especies hospederas como granadilla, taxo, maracuyá, papa, mora, malva, entre otros, y accionar brevemente el acopio y eliminación de frutos contaminados (INIAP, 2008, p.25).

- Químico

El control debe comenzar al momento de la detección del insecto en la plantación cuando esta se encuentra en etapa de fructificación, aplicando en rotación las siguientes dosis: 2 cm³/l de dimetoato (Diabolo), y 0,18 cm³/l de lamdacihalotrina (Karate), con una frecuencia de 10 a 14 días (INIAP, 2008, p.25).

c) Gusanos trozadores (*Agrotis ípsilon*)

Corresponde a una larva de lepidóptero que afecta a los cultivos recién establecidos o luego de que se haya efectuado el control fitosanitario de malezas, nutriéndose de la zona basal del tallo de la planta causando su desplome o derribamiento (INIAP, 2008, p.27).

Medidas de combate

- Químico

El control debe comenzar en la etapa de desarrollo en el vivero y durante todo su progreso, donde se recomienda suministrar en rotación las siguientes dosis: 1 cm³/l de clorpirifos + cipermetrina

(Pyrinox plus) o también 3 g/L de acefato (Orthene 60 PM), con repeticiones cada 10 a 14 días (INIAP, 2008, p.27).

1.2.4.2. Enfermedades

a) Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)

En Ecuador esta es una patología de gran significancia en el cultivo de tomate de árbol debido a las grandes pérdidas de rendimiento que provoca, debido a que perjudica a ramas, hojas y a los frutos independientemente de su estado de madurez, en los cuales se identifica la infección por la presencia de heridas oscuras con márgenes bien definidos y núcleo hundido, que pueden abarcar todo el cuerpo del fruto. Cuando existen lluvias constantes y la humedad relativa se acrecienta, en el núcleo de la magulladura se puede diferenciar la presencia de esporas. El hongo tiene la capacidad de dispersarse por acción del viento o de vectores como algunos insectos (INIAP, 2008, p.5).

Medidas de combate

- Cultural

Realizar podas de saneamiento. Recolectar y eliminar los frutos contaminados con una frecuencia de 7 días, además realizar correctamente las podas de sanidad y cosechar apropiadamente los frutos maduros (INIAP, 2008, p.5).

- Químico

Asperjar las hojas con fungicidas a base de cobre ligados a adherentes y de forma rotada, en las siguientes dosis: 3 g/L de mancozeb + caldo bordelés (Cuprofix) y 1 cm³/l de difenoconazol (Score) (INIAP, 2008, p.5).

b) Lancha o tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Afecta a todas las zonas cultivadas de tomate de árbol, el modo de ataque de este agente fúngico es muy fuerte y si no se controla a tiempo causa grandes pérdidas; específicamente ataca la parte foliar y el tallo de especies jóvenes; y en las adultas, daña la parte foliar, ramas y la parte apical. Se presenta con laceraciones negras y brillantes levemente húmedas en el tallo y manchas de

forma redonda con matices marrones y negros, producidas desde los extremos hacia el centro, denotando halos concéntricos rodeados por un manto blanquecido ligero (INIAP, 2008, p.7).

Medidas de combate

- Cultural

Conservar la aireación de la plantación aplicando distancias de siembra de 2 x 2 m, y evitando las zonas con alta humedad, además se debe inspeccionar cada 7 días el cultivo para localizar brevemente el problema (INIAP, 2008, p.7).

- Químico

Ejecutar el adecuado suministro de fungicidas sistémicos y de contacto, accionando una rotación propicia de los mismos. Dentro de los fungicidas de contacto se recomienda: clorotalonil (Daconil) y mancozeb (Mancozeb) en dosis de 2-3 g/L; y en lo que respecta a los sistémicos se indica: cimoxanil + mancozeb (Curzate), metalaxyl + mancozeb (Ridomil Gold), fosetil aluminio + mancozeb (Rodax), en dosis de 3, 2 y 3 g/L, respectivamente, y ofurace + mancozeb (Patafol) en dosis de 23 g/L (INIAP, 2008, p.7).

c) Mancha negra del tronco (*Fusarium solani*)

Este hongo está presente en todas las zonas cultivadas con tomate de árbol y tiene una gran incidencia al encontrarse en sectores con alta humedad relativa y lluvias constantes. Las advertencias de aparición de esta patología llegan a denotarse en los estados iniciales de su desarrollo y van transformando su aspecto con el tiempo. Inicialmente se muestran como manchas necróticas parduscas en la zona central de la corteza del tronco o en la división de las ramas que luego se presentan como manchas negras y brillantes prolongadas, y que según las condiciones del medio y su edad se pueden cubrir por un polvillo marrón, para luego transformarse en hundimientos y hendiduras del tallo cuando empieza la floración (INIAP, 2008, p.9).

Medidas de combate

- Cultural

Evitar la siembra en zonas de alta humedad y las plantaciones densas, además se debe realizar un continuo control de malezas manteniendo desherbada la zona basal de la planta, y ejecutar un monitoreo constante (INIAP, 2008, p.9).

- Químico

En la época de precipitaciones, realizar aspersiones al tallo y a la bifurcación de ramas con fungicidas a base de cobre, como mancozeb + caldo bordelés (Cuprofix) en dosis de 3 g/L, cada 10 días (INIAP, 2008, p.9).

d) *Conicilla* o mildiu polvoso (*Leveillula taurica*)

Está presente en todas las zonas cultivadas con tomate de árbol y su incidencia sube en la época seca y se la puede denotar en todo el ciclo de cultivo, esta patología se muestra con manchas oscuras delimitadas con un polvo blanquecino en el haz y envés de las hojas, donde dichas manchas siguen acrecentándose y uniéndose unas con otras hasta reducir una buena parte de la hoja provocando su descenso. El hongo se disemina velozmente con el viento (INIAP, 2008 p.11).

Medidas de combate

- Cultural

Evitar las plantaciones con mucha densidad poblacional, eliminar hojas infectadas mediante podas, y monitorear el cultivo frecuentemente (INIAP, 2008, p.11).

- Químico

Luego de la ejecución de las podas de saneamiento se debe proceder con la aspersión foliar de fungicidas preventivos a base de azufre, como: cimoxanil + mancozeb (Curzate), metalaxyl + mancozeb (Ridomil Gold) y fosetil aluminio + mancozeb (Rodax), en dosis de 3, 2 y 3 g/L, respectivamente, con una frecuencia de 8 días, y de 15 días cuando llegan las épocas de lluvia; y de fungicidas curativos, como: penconazol (Topas) y propiconazol (Tomeo), en dosis de 0,5 cm³/l, con una frecuencia de 1 mes (INIAP, 2008, p.11).

e) *Alternariosis* (*Alternaria solani*)

Está presente en todas las zonas cultivadas con tomate de árbol, y es denominada vulgarmente como tizón temprano. Esta patología se revela con una mancha oscura en la hoja donde se acoplan varios halos concéntricos, la cual va extendiendo su tamaño pudiendo llegar a revestir una gran superficie de la hoja, que luego se cae, perjudicando el proceso fotosintético (INIAP, 2008 p.13).

Medidas de combate

- Cultural

Podar las hojas infectadas que se encuentren espaciadas para evitar el exceso de humedad (INIAP, 2008, p.13).

- Químico

Se debe realizar aspersiones foliares cada 7 a 14 días con clorotalonil (Daconil), propineb (Antracol), mancozeb (Oxithane), oxiclورو de cobre, hidróxido de cobre y cimoxanil (Volcán), propineb y cimxanil (Fitoraz), de forma alternada (INIAP, 2008, p.13).

f) Muerte descendente o fusariosis (*Fusarium oxysporum*)

La incidencia de esta patología es de carácter espontáneo. Los primeros síntomas son denotados por la aparición de pudrición radicular seca que emana un olor a moho, causando la marchitez de las hojas; luego la planta presenta clorosis foliar y pierde su vigor. Cuando la enfermedad está muy evolucionada las hojas descienden y las ramas presentan muerte descendente, permaneciendo únicamente los frutos en la planta (INIAP, 2008, p.15).

Medidas de combate

- Cultural

Usar machete para cortar las malezas a la altura del suelo, ya que si se usa azadón o pala se puede lastimar a las raíces dejando la zona expuesta para la entrada del hongo (INIAP, 2008, p.15).

g) Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

La incidencia de esta patología es de carácter espontáneo. El comienzo de la infección no se puede constatar debido a que las hojas no muestran síntomas concisos, la enfermedad se detecta cuando se ha desarrollado por completo causando pudriciones en el tallo recubiertas con un moho blancuzco observándose en el interior la presencia de esclerocios, y el marchitamiento de la zona aérea (INIAP, 2008, p.17).

Medidas de combate

- Cultural

Quitar las plantas infectadas, y proveer un adecuado drenaje en el terreno antes de acentuar el cultivo (INIAP, 2008, p.17).

- Químico

Si la enfermedad está en estado temprano se controla con aplicaciones de fungicidas a base de benomyl como Benlate en dosis de 0,5 g/L; pero en estado avanzado se recomienda eliminar los individuos infectados (INIAP, 2008, p.17).

h) Nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*)

Causada por el nemátodo *Meloidogyne incognita* que está presente en todas las zonas cultivadas con tomate de árbol, atacando todas las variedades, dañando las raíces constituyendo tumoraciones denominadas agallas que obstaculizan la absorción de agua y minerales, así mismo se limita el crecimiento de la planta luego se vuelven cloróticas y por último se marchitan. Dicha sintomatología es apreciable desde el estado de plántula (INIAP, 2008, p.21).

Medidas de combate

- Cultural

Injertar las plantas con la solanácea silvestre (*Solanum hispidum*) que es resistente, es de gran ayuda para la mantención de la plantación libre del nemátodo por dos años; también se debe hacer la aplicación adecuada de abonos orgánicos cada semestre (INIAP, 2008, p.21).

- Químico

En estados avanzados es recomendable aplicar 20 g/planta de ethoprop (Mocap 10 G), con una frecuencia de tres a seis meses (INIAP, 2008, p.21).

i) Virus

Los síntomas característicos de una planta afectada por virus corresponden a: la reducción del crecimiento; enrollamiento de hojas; cambio a tonalidad rojiza, amarillo y presencia de mosaicos; brotes deformados; entrenudos cortos; y frutos pequeños con manchas (INIAP, 2008 p.19). En Ecuador, el virus del amarillamiento del tamarillo (TaMV) es el mayormente presente, y que gracias a su forma, tamaño y método de contagio no persiste en *Myzus persicae*. Dentro de la literatura nacional se mencionan aproximadamente seis virus más, de los cuales cabe destacar el virus TSWV (*Tomato Spotted Wilt Virus*), esta causa la marchitez manchada conocida como bronceado del tomate de árbol, denotando clorosis generalizada y manchas aceitosas oscuras que con el paso del tiempo se vuelven necróticas (INIAP, 2008, p.19).

Medidas de combate

- Cultural

Se recomienda usar plantas certificadas, controlar los insectos vectores y eliminar individuos enfermos (INIAP, 2008, p.19).

1.2.5. Taxonomía

Revelo et al. (2004) citado en Carranza (2017, p.10) la clasificación taxonómica del tomate de árbol es la siguiente:

Tabla 2-1: Taxonomía de *Solanum Betaceum* Cav.

Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Simpétalas
Orden	Tubiflorae
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum betaceum</i> Cav.

Fuente: Revelo et al., 2004.

Realizado por: Maygualema L. 2021.

El denominativo del tomate de árbol es cambiante de acuerdo a su ubicación, por ejemplo: en nuestro país y Colombia se le llama Tomate de árbol, en Portugal es llamado Tomate francés, en

España es conocido como Tomate de ají, Tamarillo en Nueva Zelandia y Estados Unidos como Tamarillo, entre otras denominaciones (INIAP, 2004, p.48).

1.2.6. Descripción botánica

1.2.6.1. Raíz

Es pivotante, y tiene diferentes tamaños de acuerdo al tipo de suelo, es así que en suelos arenosos la mayor proporción de raíces absorbentes se hallan a 40 y 60 cm del tallo y de 0 a 20 cm de profundidad. En plantas provenientes de semilla las raíces llegan a medir 1 m de radio y 1,85 m de profundidad (Maita, 2011; en Carranza, 2017, p.11).

1.2.6.2. Tallo

Es cilíndrico y recto, de color verde oscuro y un poco más claro cuando la planta es joven, al contrario de cuando es adulta, donde el color se torna un poco más grisáceo. Alcanza los 2,5 a 3 m de altura siendo necesario recalcar que cuando las plantas son injertadas llegan a los 2 m; y tiende a ramificarse en tres ramas (Barriga, 2012; en Carranza, 2017, p.10).

1.2.6.3. Hojas

Son simples, y en plantas jóvenes son de tonalidad morado oscuro y estas miden de 30 a 40 cm de ancho, por el contrario, las plantas en producción tienen una coloración verde intensa por el haz y clara por el envés, estas tienen menor dimensión, alcanzando de 20 a 25 cm de largo y de 10 a 15 cm de ancho. Están dispuestas de manera alternada, tienen forma acorazonada y bordes enteros (Maita, 2011; citado en Carranza, 2017, p.10).

1.2.6.4. Inflorescencia y flores

La inflorescencia tiene forma de cimbras escorpioides; por otro lado, las flores son pequeñas, pentámeras con 5 estambres amarillos de anteras biloculares, con una corola de 5 pétalos largos de tonalidad rosada, estas se agrupan en racimos de hasta 40 flores, de las cuales solo 6 logran dar lugar a frutos; su polinización es autógama y alógama (Maita, 2011; Revelo et al., 2004; citado en Carranza, 2017, p.10).

1.2.6.5. *Fruto y semilla*

El fruto es una baya succulenta de forma ovalada y puntiaguda en su polo terminal, tiene coloración variada desde el amarillo, anaranjado, y rojo oscuro; por otro lado, las semillas son dicotiledóneas y miden de 2 a 4 mm, son de color blanco amarillento, estas se hallan en el interior del fruto cubiertas por la carnosidad, existen aproximadamente 186 a 343 unidades por cada fruto (Revelo et al., 2004; citado en Carranza, 2017, p.11).

1.2.7. *Manejo agronómico*

Según INIAP (2014), el correcto manejo agronómico del tomate de árbol en campo se basa en las siguientes directrices:

1.2.7.1. *Control de malezas*

Esta labor se puede ejecutar manualmente de acuerdo a las condiciones de la plantación disminuyendo de ese modo el daño producido hacia las raíces superficiales; así mismo se puede utilizar herbicidas como Glifosato en dosis de 3 L/ha, evitando que el producto se volatilice ya que es riesgoso que cause quemazones foliares, es importante recordar que no es recomendable aplicar un control químico en los dos primeros meses de desarrollo (INIAP, 2014).

1.2.7.2. *Riego*

Son necesarios 1500 a 2000 mm de agua en todo el año. Cuando los suelos son francos, el riego por corona se aplica cada 8 a 10 días y el riego por surcos cada 12 a 15 días; y cuando los suelos son pesados el riego se proporciona con menor frecuencia, pero con mayor suministro de agua (INIAP, 2014).

1.2.7.3. *Tutoreo de ramas*

Se ejecuta como una acción preventiva frente al quiebre de las ramas secundarias cuando comienza el engrosamiento del fruto; el proceso consiste en unir las ramas unas con otras o aplicar tutoreo de las mismas con una altura de 2,8 m (INIAP, 2014).

1.2.7.4. *Incremento del tamaño y número de frutos cuajados*

Para lograr mejorar el cuaje de los frutos y su tamaño, es necesario suministrar una fitohormona como lo es el ácido giberélico (200 ppm de ingrediente activo de GA3), el mismo fomentará el incremento de 2 frutos más por cada racimo floral y 20 g más en el peso de cada fruto (INIAP, 2014).

1.2.7.5. *Podas*

Esta labor es aconsejable para reducir el tamaño de la planta y dar vigor a los tallos; esta actividad principalmente se basa en cortar las yemas terminales al momento que la planta alcance 50 m de longitud, con ello se retarda la etapa de producción casi por un mes. En el tiempo que la planta empieza su desarrollo, es necesario suprimir todo tipo de competencia por ello se debe deshacer la presencia de brotes jóvenes que se posan en el tallo principal; es necesario recordar que la eliminación de las hojas bajas se hará solamente si muestran enfermedad. Es imprescindible recordar que luego de ejecutar la poda, se deben sanear las heridas aplicando fungicidas (INIAP, 2014).

1.2.8. *Cosecha*

Es una actividad que se realiza tradicionalmente de forma manual y cuando el fruto se encuentra en madurez comercial ya que es no climatérico, en este momento es importante recordar que los frutos deben ser manejados con sumo cuidado ya que se pueden generar magulladuras que causarán su deterioro. Para la recolección se deben usar fundas cosechadoras, para luego reunir la fruta en gavetas de plástico y poder trasladarla al centro de clasificación, selección y embalaje (INIAP, 2014).

Los frutos aptos para la cosecha son los que presentan alrededor del 75% del color de madurez total, los mismos se pueden acopiar por un lapso de 1 mes a una temperatura de 7°C con el 90% de humedad relativa, ya que de esa manera se evita la pérdida de peso por diversos factores ambientales. La variedad más resistente a la pérdida de peso en almacenamiento en refrigeración es el gigante anaranjado, por ello se define como un buen prospecto para su producción (INIAP, 2014).

1.3. Fitoplasma y bacteria causal de la enfermedad (*Candidatus phytoplasma* y *Candidatus Liberibacter solanacearum*)

1.3.1. Origen y distribución

Las patologías ligadas a la acción e infección por fitoplasmas se encuentran grandemente esparcidas por el mundo, las mismas muchas de las veces están vinculadas con graves pérdidas económicas (Bertaccini, 2007; Bertaccini y Du-duk, 2009; citados en Ferriol et al., 2016, p.1).

Se ha informado que aproximadamente más de 100 cultivos de interés agrícola son hospederos de fitoplasmas (Bertaccini y Duduk, 2009; citados en Ferriol et al., 2016, p.1). Son considerados organismos fitopatógenos de gran importancia agrícola y sobre todo económica (Bertaccini, 2007; citado en Ferriol et al., 2016). Estos organismos son procariotes sin pared celular que pertenecen a los Mollicutes, estos colonizan el floema y son transmitidos por insectos vectores (Herbario Virtual, 2020, p.1).

En el país se reportan como agentes causales a los fitoplasmas *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* perteneciente al grupo 16SrII y otro perteneciente al subgrupo 16SrI-F (INIAP, 2018, p.6). En investigaciones nuevas también se ha identificado a *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso), que generalmente provoca enfermedades en papa. Este fitoplasma y bacteria se asocian con insectos vectores como los cicadélidos, reportándose como un vector a *Bactericera cockerelli* (Caicedo et al., 2020; citado en INIAP, 2018, p.6).

1.3.2. Taxonomía

La taxonomía de los fitoplasmas respecta en:

Varios análisis filogenéticos realizados independientemente aportaron evidencias de la existencia de un taxón que agrupa a todos los mollicutes fitopatógenos no helicoidales sin ambigüedades de otros organismos. De acuerdo con estas investigaciones los fitoplasmas representan un clado monofilogenético claramente diferenciable dentro de la clase Mollicutes. De este modo, los fitoplasmas se ubican taxonómicamente en el reino Bacteria: Phylum Tenericutes: clase Mollicutes: orden Acholeplasmatales: familia Acholeplasmataceae: género Candidatus Phytoplasma (Ferriol et al., 2016, p.28).

Tabla 3-1: Taxonomía de *Candidatus Phytoplasma*

Reino	Bacteria
Phylum	Tenericutes
Clase	Mollicutes
Orden	Acholeplasmatales
Familia	Acholeplasmataceae
Género	<i>Candidatus Phytoplasma</i>

Fuente: Ferriol et al., 2016.

Realizado por: Maygualema L. 2021.

Tabla 4-1: Taxonomía de *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Reino	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Clase	Alphaproteobacteria
Orden	Rhizobiales
Familia	Rhizobiaceae
Género	<i>Candidatus Liberibacter</i>
Especie	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>

Fuente: IPPC, 2017 citado en Vallejo, 2020.

Realizado por: Maygualema L. 2021.

1.3.3. Características biológicas

Los fitoplasmas constituyen organismos patógenos de gran importancia actualmente, el estudio de los mismos ha permitido que se conozcan mejor las patologías asociadas a estos. Debido a su gran adaptación y extensa gama de cultivos hospederos, representan una amenaza grave para la agricultura (Ferriol et al., 2016 p.1). Se caracterizan por tener un genoma con bajo nivel de GC, y se reproducen por gemación fisión binaria (Bové et al., 2003; Christensen et al., 2005; Arismendi, 2010; citados en Ferriol et al., 2016, p.27).

Las características biológicas de los fitoplasmas, respectan en:

Son microorganismos pleomórficos sin pared celular. La célula del fitoplasma está rodeada por una membrana plasmática trilaminar de aproximadamente 10 nm de grosor. Esta membrana está compuesta de dos tercios de proteínas y un tercio de lípidos. Su citoplasma contiene ribosomas para la síntesis de proteínas, y una molécula de ADN doble circular, aunque se ha detectado también la presencia de ADN extracto mosómico (Nishigawa et al., 2001; citado en Ferriol et al., 2016, p.27).

Los fitoplasmas son organismos parásitos sumidos al floema de sus hospederos, estos tienden a transmitirse desde una planta enferma afectado a la sana, a veces por uno o varios vectores (Camarena et al., 2008; citado en Fernández, 2020, p.8).

Candidatus Liberibacter solanacearum (CLso) se define como una bacteria de carácter fitopatogénico Gram-negativa, la cual está obligada al floema de plantas de la familia de las solanáceas, dicho organismo es transmitido por el psílido *B. cockerelli* Sulc. (Delgado et al., 2019). Microscópicamente se detalla como un bacilo de 2-3 μ m de largo y 0.2-0.3 μ m de ancho (Tanaka et al., 2007; citado en Delgado et al., 2019) y se transmite por semillas, injertos e insectos (Liefing et al., 2009a; Secor et al., 2009; Crosslin y Munyaneza, 2009; Camacho-Tapia et al., 2011; Bertolini et al., 2015; citados en Delgado et al., 2019).

1.3.4. Sintomatología

Dentro de los síntomas causados por los fitoplasmas, se detalla:

En general, las enfermedades de las plantas asociadas a la presencia de estos patógenos, se reconocen por un conjunto de síntomas, que sugieren profundas alteraciones en el equilibrio hormonal de la planta; la fotosíntesis; las sustancias de reserva. Los síntomas que presentan las plantas con mayor frecuencia son: amarillamiento o clorosis; enrojecimiento precoz de las hojas; esterilidad de las flores; virescencia, donde los pétalos tienen color verde, sin desarrollo del color característico de la flor; enanismo generalizado; desarreglos vegetativos como el desarrollo de grandes cúmulos de hojas o flores sin desarrollarse, acumulándose generalmente en lugar de las yemas axilares, enrollamiento de hojas; decaimiento general; filodio, cuando sucede la transformación de los órganos florales en estructuras foliares (Camarena y De la Torre, 2008, p.82).

La sintomatología que se denota en las plantas afectadas por CLso se determinan por la aparición de clorosis, crecimiento lento, descenso prematuro, entre otros (Vereijssen et al., 2018; Liefing et al., 2008; citados en Rea, 2020, p.8). Melgoza et al. (2018) citado en Rea (2020, p.8) incluyen síntomas como márgenes purpuras, tallos delgados y frutos pequeños.

1.3.5. Modo de infección y movimiento en la planta

Los fitoplasmas tienen la capacidad de multiplicarse en el insecto hospedero y con ello también infectar a sus huevos, estas infecciones pueden suceder de forma persistente en plantas perennes de ciclo largo, en estas plantas los fitoplasmas se multiplican velozmente y se movilizan en la

planta en la etapa de incubación en donde los mismos pueden ser identificados en plantas asintomáticas. La acción de los síntomas puede aparecer cuando el hospedero infectado está bajo estrés o en condiciones poco favorables para su desarrollo (Aljanabi et al., 2001; Constable et al., 2003; Tran-Nguyen et al., 2000; citados en Ferriol et al., 2016, p.28).

El proceso de infección de la CLso se basa en:

CLso utiliza fuentes extracelulares de ADP/ATP mediante un transportador tipo NttA (COG3202) (Linnet et al., 2011; citado en Delgado et al., 2019), que le permite utilizar las moléculas de energía del hospedante, ya que carece de un sistema fosfotransferasa para el transporte de azúcares en la membrana interna, pero codifica un transportador de la familia de las permeasas de fucosa (COG0738), que le permite introducir azúcares desde que la bacteria coloniza los tejidos del floema de la planta, donde tiene acceso a sacarosa, fructosa y glucosa (Viola, 2001; Karley, Douglas & Parker, 2002; citados en Delgado et al., 2019).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de la investigación

El cantón Penipe, se ubica entre las coordenadas 1° 26'00" y 1° 41'45" de latitud sur entre los 78° 21'30" y 78° 32'45" de longitud oeste, contando con 26000 m de largo y 14000 m de ancho. Fue creado en 1984, cuenta con una extensión de 37.094,68 ha y una población total de 7032 habitantes. Está limitado hacia el norte por los cantones de Baños de Agua santa y San Pedro de Pelileo, al sur con los cantones de Riobamba y Pablo Sexto, al este con el cantón Palora y finalmente al oeste con el Río Chambo. Su rango altitudinal va desde los 2160 hasta los 5319 msnm. (SENPLADES, 2014; citado en Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Penipe, 2014).

La parroquia Puela, cuenta con 622 habitantes y una extensión de 7293,81 ha, distribuidas en 7 comunidades/sectores, como lo son: Ganshi, Centro Parroquial Altar, Palictahua, Pachanillay, Ayanquil, Asacucho y Utuñag; limita al norte con la parroquia Bilbao y la provincia de Tungurahua, al sur con la parroquia El Altar, al este con la provincia de Morona Santiago, y al oeste con el Río Chambo y el cantón Guano. Su rango altitudinal fluctúa dentro de los 2280 msnm. hasta los 5023 msnm. La temperatura media anual varía desde los 12 a 15 °C (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Puela, 2015).

La parroquia El Altar, cuenta con 1822 habitantes y una extensión de 7419 ha, distribuidas en 4 comunidades/sectores, como lo son: Pungal de Puela, El Manzano, Centro Parroquial Puela y Anaba; limita al norte con la parroquia Puela y Río Puela, al sur con la parroquia Matus y los ríos Asacucho y Cubillin, al este con Cerros Flautas y al oeste con los ríos Chambo y Badcahuan. Su rango altitudinal fluctúa en los 2400 msnm. La temperatura media anual es de 14 °C (Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia El Altar, 2021).

En la parroquia El Altar, la precipitación anual que rige dentro de sus comunidades es la siguiente: de 500 a 700 mm en las comunidades Ganshi y Centro Parroquial El Altar, de 750 a 1000 mm en las comunidades Palictahua y Pachanillay, y de 100 a 759 mm en la comunidad Utuñag. Por otro lado, en lo que respecta a la parroquia Puela, la precipitación anual que rige dentro de sus comunidades es la siguiente: de 100 a 759 mm en la comunidad Pungal de Puela, de 500 a 700 mm en las comunidades El Manzano y Centro Parroquial Puela, y de 750 a 1000 mm en la comunidad Anaba (SIN 2014; citado en Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Penipe, 2014).

Los pisos climáticos que dominan el cantón corresponden a Ecuatorial Frío Semi Húmedo Alta Montaña en un 29, 51%, dominante en las comunidades Pungal de Puela, Utuñag, Matus, Tarau, Candelaria y Releche; y en un 70,48% a Ecuatorial Frío Alta Montaña, en las demás comunidades. La humedad relativa está entre el 65 al 85% en el clima Ecuatorial Frío Semi Húmedo de Alta Montaña, y por arriba del 80% para Ecuatorial Frío de Alta Montaña (SIN, 2014; citado en Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Penipe, 2014).

En lo que respecta al campo de la agricultura, el tomate de árbol es mayormente cultivado por la población de la parroquia El Altar en las comunidades de Pachanillay y Palictahua estableciendo una superficie de 6.40 ha cultivadas; y por la parroquia de Puela en la comunidad Pungal de Puela con una superficie de 9,08 ha (Visitas parroquias; 2015; PDOT Parroquiales 2015; MAGAP, 2014; citado en Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Penipe, 2014).

2.1.1. *Ubicación Geográfica*

2.1.1.1. *Zona alta*

- Puela

Tabla 5-2: Ubicación geográfica de la zona alta (Puela)

Lote 1			Lote 2			Lote 3		
Altitud	Latitud	Longitud	Altitud	Latitud	Longitud	Altitud	Latitud	Longitud
2800 a	9833652	781030	2766 a	9833345	780375	2651 a	9833169	780072
2819			2838			2666		
msnm			msnm			msnm		

Realizado por: Maygualema L. 2021.

2.1.1.2. *Zona baja*

- Puela

Tabla 6-2: Ubicación geográfica de la zona baja (Puela)

Lote 1		
Altitud	Latitud	Longitud
2386 a 2395 msnm	9832057	778974

Realizado por: Maygualema L. 2021.

- El Altar

Tabla 7-2: Ubicación geográfica de la zona baja (El Altar)

Lote 2			Lote 3		
Altitud	Latitud	Longitud	Altitud	Latitud	Longitud
2374 a	9831559	777706	2466 a	9831043	777706
2381			2478		
msnm			msnm		

Realizado por: Maygualema L. 2021.

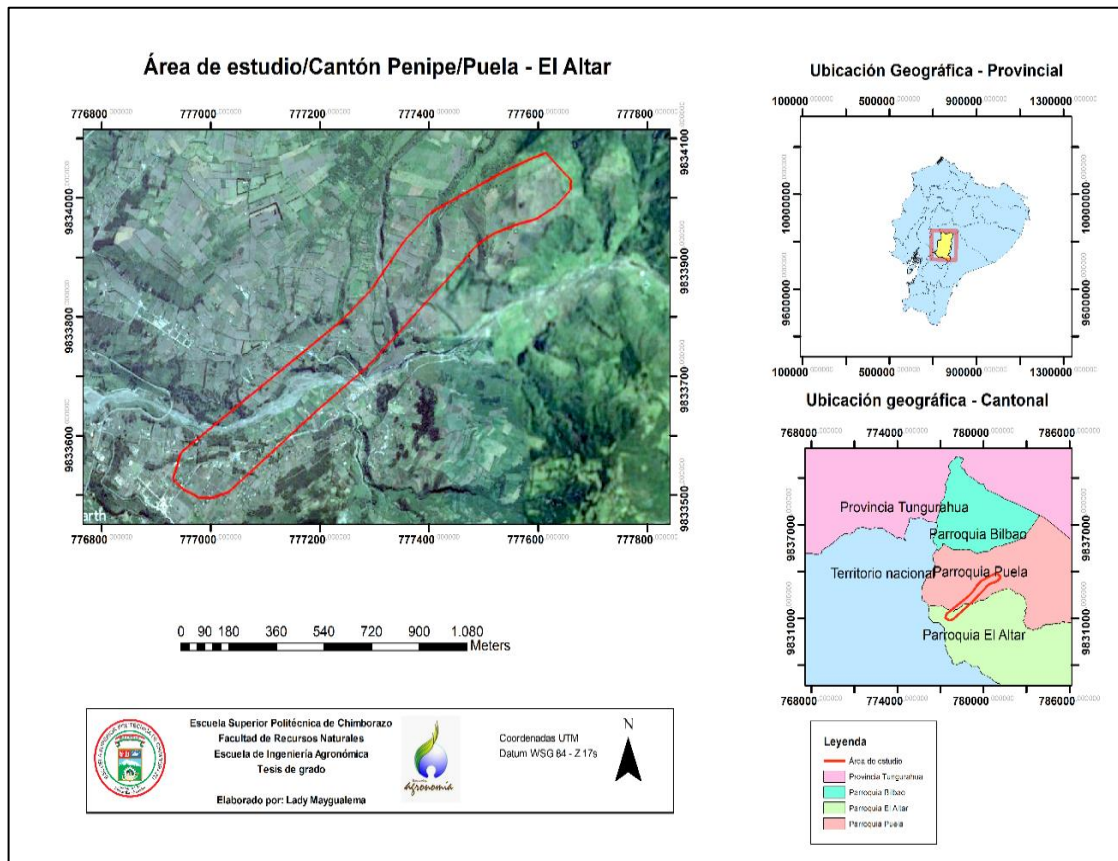


Figura 1-2. Ubicación geográfica del área de estudio/Cantón Penipe/Puela-El Altar

Realizado por: Maygualema L. 2021.

2.2. Monitoreo de paratrioza

El monitoreo de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) se realizó en el cantón Penipe, en una zona alta y una zona baja, en tres lotes establecidos de cultivo de tomate de árbol para cada zona; dichas zonas son correspondientes al sector de las parroquias Puela (Zona alta (Lote 1, Lote 2, Lote 3) y Zona baja (Lote 1)) y El Altar (Zona baja (Lote 2 y Lote 3)). Es decir, 4 lotes ubicados en la parroquia Puela, y 2 lotes situados en la parroquia El Altar.

2.3. Recolección e Identificación de enemigos naturales

La recolección de posibles enemigos naturales de paratrioza se realizó en el cantón Penipe, en una zona alta y una zona baja, en tres lotes establecidos de cultivo de tomate de árbol para cada zona; dichas zonas son correspondientes al sector de las parroquias Puela (Zona alta (Lote 1, Lote 2, Lote 3) y Zona baja (Lote 1)) y El Altar (Zona baja (Lote 2 y Lote 3)); y la identificación de los mismos fue llevada a cabo por los Laboratorios de Entomología de AGROCALIDAD, en Tumbaco y Tungurahua.

2.4. Registro de entomopatógenos

El registro de entomopatógenos de paratrioza se realizó en el cantón Penipe, en una zona alta y una zona baja, en tres lotes establecidos de cultivo de tomate de árbol para cada zona; dichas zonas son correspondientes al sector de las parroquias Puela (Zona alta (Lote 1, Lote 2, Lote 3) y Zona baja (Lote 1)) y El Altar (Zona baja (Lote 2 y Lote 3)).

2.5. Materiales y equipos

2.5.1. *Materiales*

Lupa con luz led, cinta plástica amarilla, frascos de vidrio, alcohol a 70°, etiquetas adhesivas, jama entomológica, pinzas entomológicas, trampas amarillas de polipropileno adhesivas, marcador permanente, fundas plásticas ziploc y tubos Eppendorf.

2.5.2. *Equipos*

GPS, cámara fotográfica y computador.

2.6. Tipo de Investigación

2.6.1. *Identificación de Variables*

2.6.1.1. *Variables dependientes*

- Población de paratrioza en cultivos establecidos de tomate de árbol
- Presencia de insectos benéficos
- Presencia de entomopatógenos

2.6.1.2. Variables independientes

- Temperatura
- Humedad relativa
- Altitud

2.7. Métodos y técnicas

2.7.1. Muestreo e identificación de los lotes en estudio

Para lograr establecer o descartar una diferencia entre el rango altitudinal y la fluctuación del psílido, se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

2.7.1.1. Criterios de selección de los sitios de muestreo

Lotes cultivados con tomate de árbol

Todos los lotes de estudio estuvieron establecidos con cultivos de tomate de árbol, evitando las diferencias muy significativas en superficie, teniendo 1 ha como base.

Edad de los lotes

Se trató que todos los lotes en estudio tuvieran la misma edad para hacer un muestreo más homogéneo, sin embargo, de acuerdo a que las condiciones de altitud debían ser estrictas y en las mismas no se encontró campos que coincidieran en edades, se tuvo que adaptar el experimento a la situación de cada zona. En la zona alta los lotes tuvieron las siguientes edades: Lote 1 (4 meses), lote 2 (6 meses) y lote 3 (18 meses); y en la zona baja: Lote 1 (8 meses), lote 2 (7 meses) y lote 3 (4 meses).

Rango altitudinal

Toda el área de estudio donde se ubicaron los lotes tuvo diferencias altitudinales, es decir se diferenció una zona alta y una zona baja. La zona alta tuvo un rango de 2651 a 2838 msnm, y la zona baja tuvo un rango de 2381 a 2478 msnm.

2.7.1.2. *Determinación de los lotes de cultivo*

Con la ayuda y gestión de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario AGROCALIDAD de la provincia de Chimborazo, se determinaron 3 lotes de cultivo para cada zona altitudinal, es decir, 3 lotes para la zona alta y 3 lotes para la zona baja, todos ellos con la misma superficie (1 ha); estos se distribuyeron en el área de estudio en concordancia con la diferencia altitudinal. Para la determinación de cada uno de los lotes se ubicó los lotes aledaños que tenían cultivos establecidos de tomate de árbol, luego utilizando un GPS se señaló las alturas y se los clasificó dentro de la zona alta o la zona baja. Al ser un experimento realizado en propiedades privadas fue dificultoso el hecho de señalar los bordes de cada lote o instalar letreros de identificación.

2.7.1.3. *Muestreo de plantas*

El muestreo de las plantas en cada lote de las zonas altitudinales se llevó a cabo en 5 muestreos en un período de 15 días (desde el 14/04/21 a 16/06/21), y se realizó de acuerdo con Robles (2017) citado en Alvarenga et al. (2020, pp.5-6) en un estudio de la dinámica poblacional del psílido *Diaphorina citri*. Esta metodología permite realizar un muestreo adecuado de plantas, logrando englobar toda la condición de la plantación; esta técnica señala que el muestreo se realiza en los primeros surcos en los bordes del cultivo, en forma de “T” simple para el caso de superficies menores a 7 mz (4,9 ha), y en “T” doble en extensiones mayores a 7 mz. Con ello es más sencillo y prioritario tomar una decisión frente a la amplitud de los lotes de cada zona altitudinal, ya que cada uno de los mismos posee un área de 1 ha, por lo cual se toma en consideración el muestreo en “T” simple, escogiéndose 12 plantas en totalidad por cada lote de cada zona. Cada una de las plantas se enumeró y señaló con una cinta amarilla rodeando su tallo.

Además, para detectar de forma oportuna y uniforme la presencia de adultos de paratíoxa en cada zona, se empleó el uso de trampas amarillas de polipropileno de la marca NATURTRAP, en láminas de 10 x 30 cm inyectadas con cola en ambas carillas, ubicadas en 3 de las 12 plantas seleccionadas en cada lote, tomando como referencia para su ubicación cada extremo de la “T” y el centro del cuerpo. El monitoreo de las trampas se llevó a la par en el mismo período de 15 días, y de acuerdo al tiempo de vida útil de cada trampa el cambio o renovación de las mismas fue a las 6 semanas (por cada cara), teniendo un total de 18 trampas usadas.

2.7.1.4. Muestreo de hojas

En cada una de las 12 plantas seleccionadas para el monitoreo en cada lote, se escogieron 6 hojas en distintos sectores de la planta con la finalidad de incluir y cubrir todos los vértices que conforman el follaje del cultivo, siendo así mismo estas hojas el sitio donde se realizó la observación y conteo de los individuos (huevos, ninfas y adultos). Es necesario recalcar que fue importante hacer esta selección numérica homogénea debido a que el estado fenológico del cultivo fue relativamente diferente en cada lote, esto se realizó tomando en cuenta la cantidad mínima y máxima de hojas existentes en las plantas de cada lote; y a que el tomate de árbol posee una abundante cantidad de hojas lo cual impide el hacer un monitoreo total. Cada una de las hojas se enumeró y señaló con una cinta amarilla rodeando su peciolo. Dichas acciones permitieron ahorrar tiempo y por ende sumar calidad a la investigación.

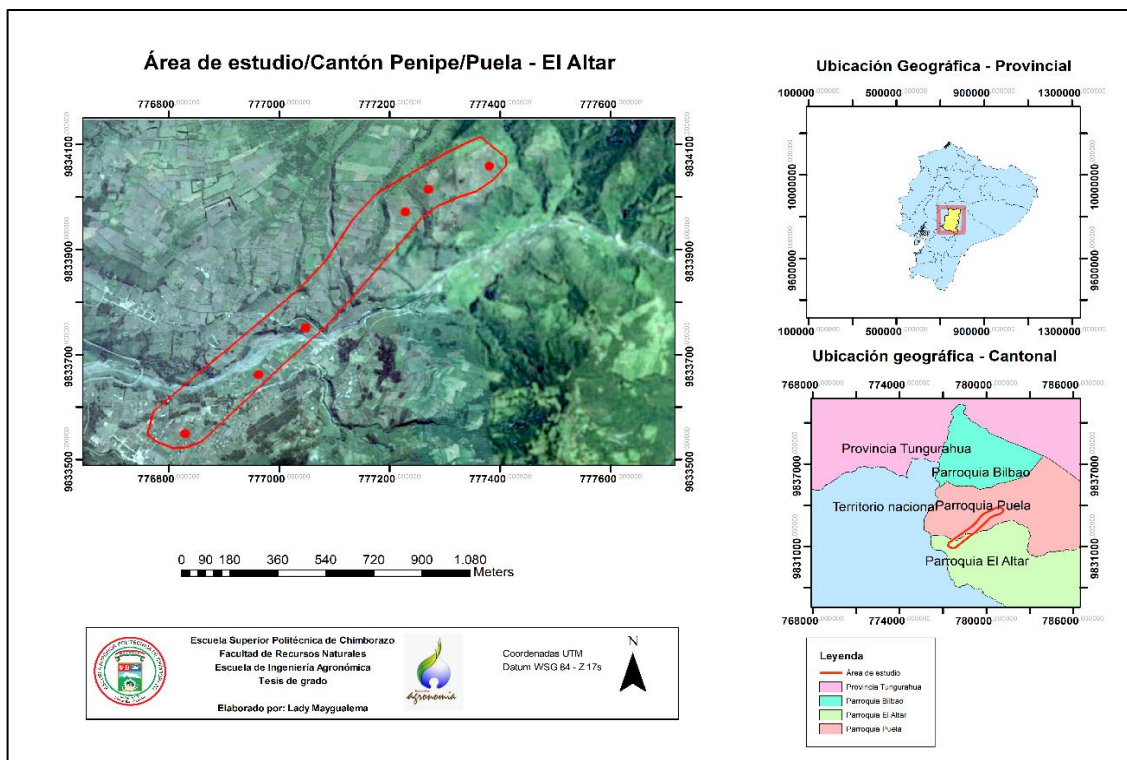


Figura 2-2. Ubicación geográfica de los lotes de monitoreo

Realizado por: Maygualema L. 2021.

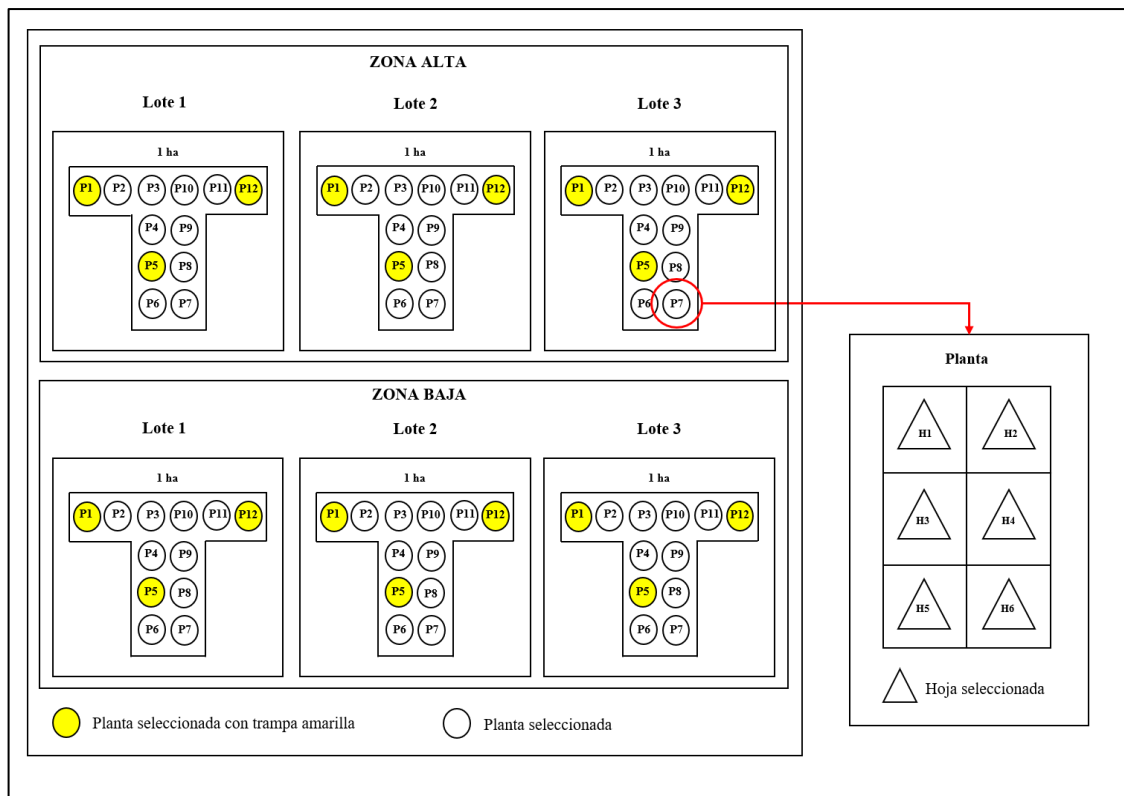


Figura 3-2. Esquema de las plantas muestreadas en los lotes de la zona alta y baja

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Una vez establecidos los lotes de monitoreo en cada zona altitudinal, se procedió a la observación y conteo de los individuos de paratrioza para cada caso como son huevos, ninfas y adultos, dicho proceso se realizó verificando el haz y envés de cada una de las hojas seleccionadas, empleando la observación directa junto con la ayuda de una lupa y un libro digital (EPICOLLECT) de apuntes para el registro de los individuos encontrados. Es importante mencionar que no se pudo ejecutar el arranque o extracción de hojas de cada planta para el conteo de paratrioza frente a un estereoscopio, ya que en primera instancia a dichas hojas se las seleccionaron previamente y junto con ello se debe tomar en cuenta que de acuerdo al cultivo como lo es el tomate de árbol se torna una labor imposible el hecho del arranque foliar en cada monitoreo, más que nada cuando se tienen plantas en fases fenológicas iniciales donde se cuenta con poca abundancia foliar.

Por otro lado, la sola detección de la presencia de adultos de paratrioza se llevó a cabo mediante la visualización y examinación de las trampas amarillas colocadas en cada una de las 3 plantas seleccionadas por lote, con la ayuda de una lupa. Dichas trampas cuentan con 2 caras de pegamento adherente resistente, para lo cual primero se usó una cara y viceversa, estas fueron cambiadas cada 6 semanas de acuerdo a sus recomendaciones de uso.



Figura 4-2. Conteo de huevos, ninfas y adultos de paratrioza en el área de estudio

Realizado por: Maygualema L. 2021.



Figura 5-2. Observación de trampas amarillas en el área de estudio

Realizado por: Maygualema L. 2021.

La recolección de los enemigos naturales, se llevó a cabo utilizando una jama entomológica la cual se flameo por los bordes de cada lote, tratando de hacer una pausa en cada planta de cada borde sacudiendo la jama por debajo del follaje de esta, todo ello para abarcar la mayor cantidad de individuos. Posterior a ello, se procedió al traspaso de los insectos recolectados hacia fundas plásticas llenas de aire, para luego resguardarlos en frascos de vidrio en un medio de alcohol a 70° adecuando su mantenimiento, por último en el proceso de identificación se procedió en primer instar a clasificar los insectos que mostraban características similares en envases comunes de acuerdo para cada lote, con esto luego se enviaron estas muestras hacia los laboratorios de entomología de AGROCALIDAD en el cantón Tumbaco, provincia de Pichincha, y en Tungurahua, donde se ejecutó el protocolo de identificación taxonómica.



Figura 6-2. Recolección de posibles enemigos naturales en el área de estudio

Realizado por: Maygalema L. 2021.



Figura 7-2. Traslado de posibles enemigos naturales a fundas plásticas

Realizado por: Maygualema L. 2021.



Figura 8-2. Resguardo y mantenimiento de posibles enemigos naturales en alcohol a 70° en el área de estudio

Realizado por: Maygualema L. 2021.



Figura 9-2. Clasificación de muestras en el laboratorio de AGROCALIDAD, en Riobamba

Realizado por: Maygualema L. 2021.

La identificación para el posterior registro de organismos entomopatógenos se realizó mediante la observación ardua y eficiente del follaje de cada planta seleccionada con la ayuda de una lupa, con la idea de encontrar huevos, ninfas o adultos de paratífo que presenten síntomas de infección por algún tipo de organismo, para consiguientemente resguardarlos en frascos de vidrio con agua destilada hasta su posterior inoculación en el laboratorio.



Figura 10-2. Búsqueda de organismos entomopatógenos en el área de estudio

Realizado por: Maygualema L. 2021.

2.7.2. *Diseño experimental monitoreo de paratrioza (Bactericera cockerelli Sulc.)*

La fluctuación de paratrioza dentro de cada una de las dos zonas altitudinales del área de estudio se puede determinar a partir del empleo de estadística no paramétrica. Esto debido a que se detalla un estudio comparativo entre 2 grupos heterogéneos o independientes, en donde se hallan variables cuantitativas discontinuas, es decir en este caso la cantidad o el número de huevos, ninfas y adultos de paratrioza presentes en cada zona. Cuando nos acentuamos en este tipo de variables necesariamente se tiene que incluir la ejecución de estadística no paramétrica (Flores et al., 2017, pp.365-368).

Cabe recalcar de sobremanera que para todo esto en primer lugar se debe cumplir un requisito primordial, el cual se basa en conocer la distribución de los datos, ya que solamente cuando estos tengan distribución no normal se puede usar este tipo de estadística (Flores et al., 2017, pp.365-368). Es importante recalcar que, debido a la experiencia y lógica, cuando se cuenta con datos que a simple observación no denotan normalidad (ejemplo: presencia de muchos datos de “0”) es necesario ahorrar tiempo y aplicar pruebas no paramétricas.

Con ello, como se mencionó sobre el incumplimiento de la normalidad, existen pruebas estadísticas oportunas para el análisis de los datos comparando las medianas, como es la prueba de U de Mann-Withney, la cual es la más acertada ya que nos permite hacer la comparación de dos grupos independientes o diferentes (Flores et al., 2017, pp.365-368).

Según Balzarini et al. (2008, pp.70-72), la prueba de U Mann-Withney permite probar la hipótesis que dos muestras aleatorias independientes ($[X_1 \dots X_{n1}]$ & $[Y_1 \dots Y_{n2}]$), provienen de la misma población, usando el estadístico de Wilcoxon. Es una propuesta no paramétrica basada en los rangos de las observaciones originales.

El supuesto que se quiere demostrar se basa en que las funciones $F(x)$ y $G(y)$, tienen la misma posición. En otro instar, en el supuesto alternante existe deslizamiento de una distribución de acuerdo a la otra. Esto es: $H_0: F(x) = G(y)$, y las opciones probables se basan en la fórmula: $G(y) = F(x-d)$, donde d es el parámetro de deslizamiento cuando la hipótesis nula es: $d=0$ (Balzarini et al., 2008, pp.70-72).

De acuerdo con Quispe et al. (2019, pp.15-16), la prueba de U Mann-Withney se emplea con el fin de corroborar el grado de variedad o diferenciación de dos muestras con datos de carácter ordinal, donde para poder establecer el valor estadístico “U” se le concede a cada dato de cada muestra un rango para poder componer la siguiente ecuación:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_2$$

(Ecuación 1)

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_1$$

(Ecuación 2)

Donde:

U1 y U2: Estadístico U de cada muestra

n1 y n2= Tamaños de cada muestra

R1 y R2= Suma de los rangos de las observaciones de cada muestra

Con respecto al nivel de significancia, cuando el valor de la probabilidad sea igual o menor que 0,05 se acepta la hipótesis alternante (Ha) y se rechaza hipótesis nula (Ho). Y cuando el valor sea mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula (Ho) y se rechaza la hipótesis alternante (Ho) (Quispe et al., 2019, p.16).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Población de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en la zona alta (2651 a 2838 msnm) y baja (2374 a 2478 msnm) del cantón Penipe (Puela – El Altar)

3.1.1. Huevos, ninfas y adultos de paratrioza en la zona alta (2651 a 2838 msnm)

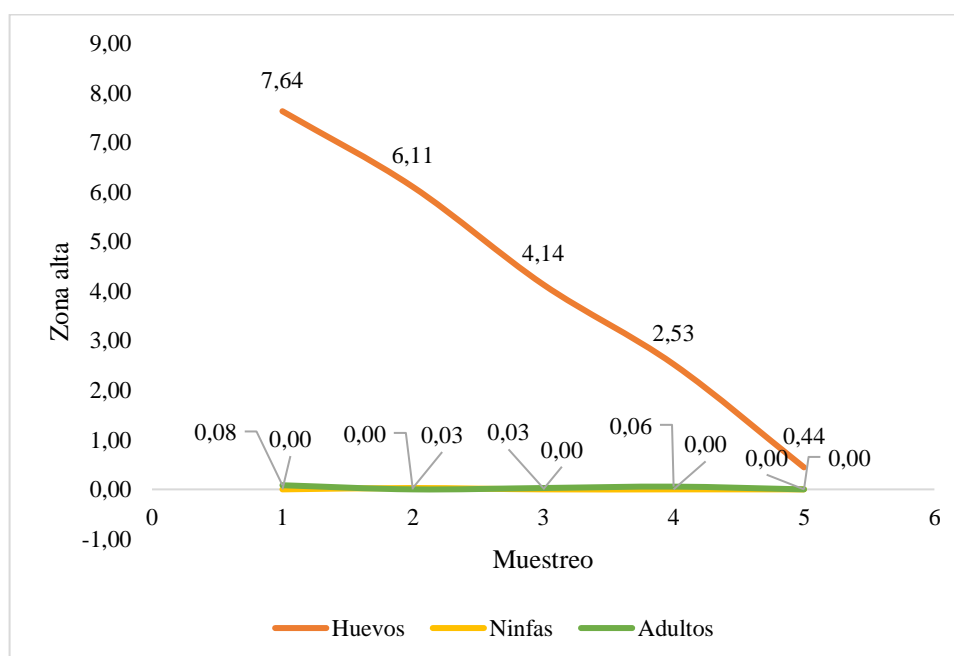


Gráfico 1-3. Población de paratrioza en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

En el gráfico 1-3 se puede observar que en el lugar de estudio correspondiente a la zona alta (sector Puela) existió presencia de *Bactericera cockerelli* Sulc. en estado de huevo, ninfa y adulto. Se denotó una mayor cantidad del psílido en estado de huevo, encontrándose en un promedio máximo de 7,64, dato correspondiente al primer muestreo realizado; a diferencia de los estados de ninfa con un promedio máximo de 0,03, correspondiente al segundo muestreo, y de adulto con 0,08, correspondiente al primer muestreo, donde se detallan cantidades muy ínfimas.

3.1.2. Huevos, ninfas y adultos de paratrioza en la zona baja (2374 a 2478 msnm)

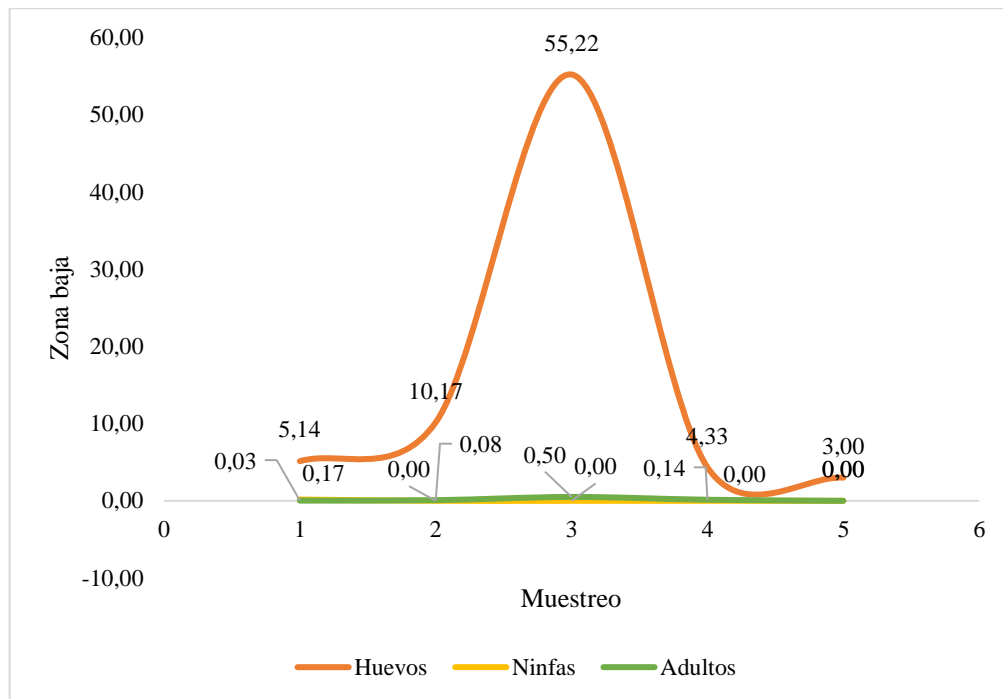


Gráfico 2-3. Fluctuación de paratrioza en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En el gráfico 2-3 se puede observar que en el lugar de estudio correspondiente a la zona baja (sector Puela – El Altar) existió presencia de *Bactericera cockerelli* Sulc. en estado de huevo, ninfa y adulto. Se denotó una mayor cantidad del psílido en estado de huevo, encontrándose en un promedio máximo de 55,22, dato correspondiente al tercer muestreo realizado; a diferencia de los estados de ninfa con un promedio máximo de 0,17, correspondiente al primer muestreo, y de adulto con 0,50, correspondiente al tercer muestreo, donde se detallan cantidades muy ínfimas.

3.2. Temperatura, humedad relativa y altitud en cada zona altitudinal del cantón Penipe (Puela – El Altar)

a. Zona alta

Tabla 8-3. Temperatura y humedad relativa en la zona alta (2651 a 2838 msnm) del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Fecha de muestreo	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
14/4/2021	11,09	89,62
28/4/2021	11,08	88,75
12/5/2021	10,51	85,88
26/5/2021	11,07	87,69
9/6/2021	10,51	87,69

Fuente: NASA POWER, 2021.

Realizado por: Maygalema L. 2021.

b. Zona baja

Tabla 9-3. Temperatura y humedad relativa en la zona baja (2374 a 2478 msnm) 21 de abril al 16 de junio de 2021

Fecha de muestreo	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
21/4/2021	11,62	87,81
5/5/2021	11,34	88,38
19/5/2021	10,8	86,31
2/6/2021	11,69	84,56
16/6/2021	10,11	88,19

Fuente: NASA POWER, 2021.

Realizado por: Maygalema L. 2021.

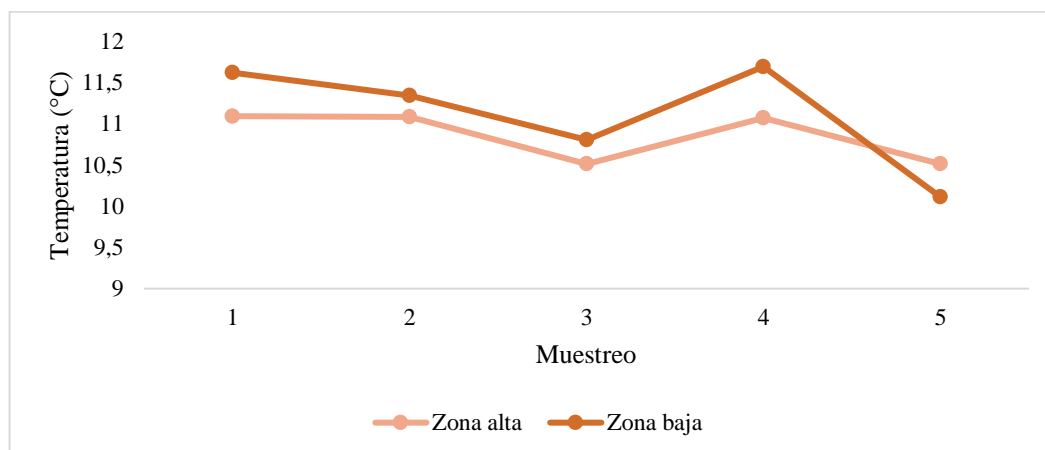


Gráfico 3-3. Temperatura en la zona alta y zona baja del 14 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En el gráfico 3-3 se puede observar las diferencias intrínsecas en temperatura de la zona alta frente a la zona baja y viceversa, correspondiendo los datos a cada una de las fechas de ejecución de los muestreos. En la zona alta la máxima temperatura se registró en el primer muestreo con un valor de 11,09 °C en el mes de abril, y la mínima se colocó en el tercer y quinto monitoreo respectivamente con un valor de 10,51 °C fijada en el mes de mayo y junio. Por otro lado, en la zona baja la máxima temperatura se dio en el cuarto muestreo con un valor de 11,69 °C correspondiente al mes de junio, y la mínima se registró en el último muestreo con un valor de 10,11 °C situada de igual forma en el mes de junio. Se detalla que mayormente los valores de temperatura registrados en la zona baja tienden a ser más altos que en la zona alta, exceptuando el quinto muestreo.

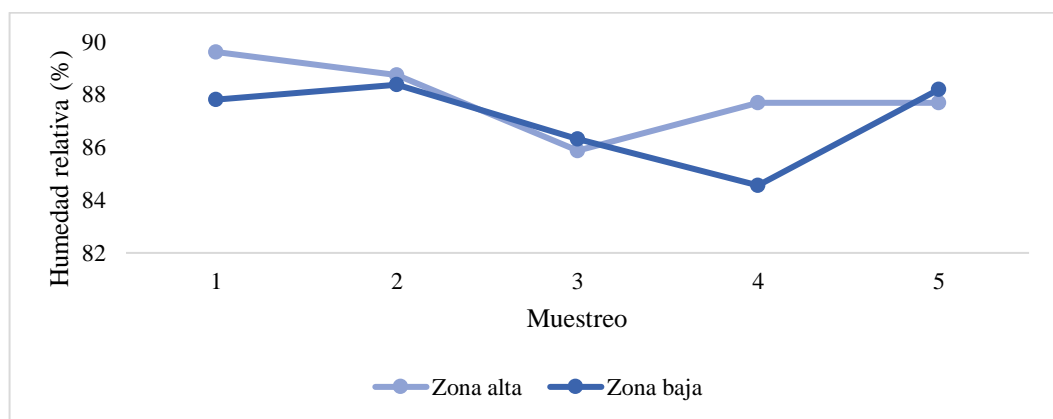


Gráfico 4-3. Humedad relativa en la zona alta y zona baja del 14 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

En el gráfico 4-3 se puede observar las diferencias en cuanto a humedad relativa de la zona alta frente a la zona baja y viceversa, correspondiendo los datos a cada una de las fechas de ejecución de los muestreos. En la zona alta el mayor porcentaje de humedad relativa se registró en el primer muestreo con un valor de 89,62% en el mes de abril, y la mínima se colocó en el tercer muestreo con un valor de 85,88% fijada en el mes de mayo. Por otro lado, en la zona baja la máxima humedad relativa se dio en el último muestreo con un valor de 88,19% correspondiente al mes de junio, y la mínima se registró en el cuarto muestreo con un valor de 84,56% situada de igual forma en el mes de junio. Se detalla que los valores de humedad relativa registrados en la zona alta son más altos que en la zona baja, exceptuando el tercer y quinto monitoreo.

3.2.1. Influencia de la temperatura y humedad relativa frente a la presencia de paratrioza en cada zona altitudinal del cantón Penipe (Puela – El Altar)

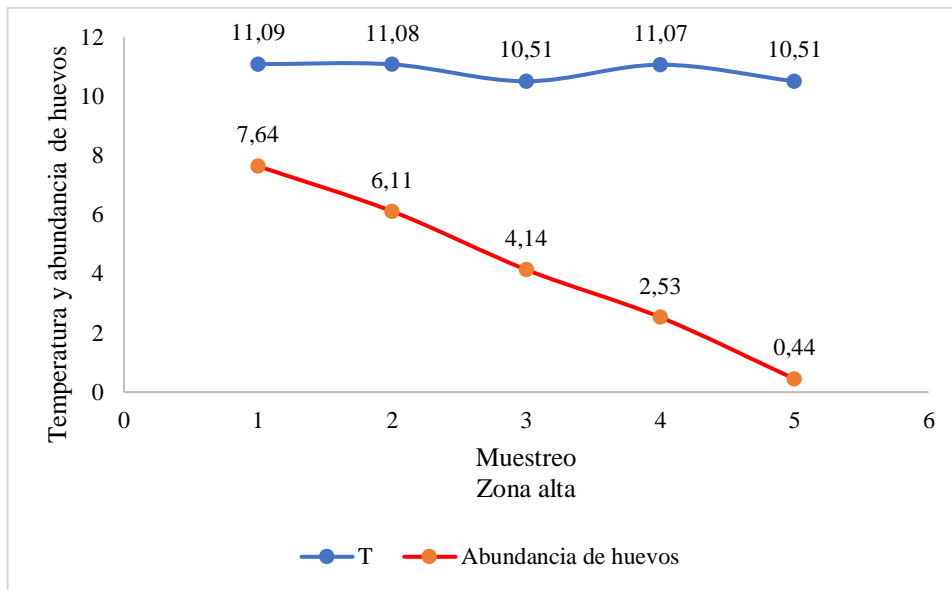


Gráfico 5-3. Fluctuación de huevos frente a la temperatura en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

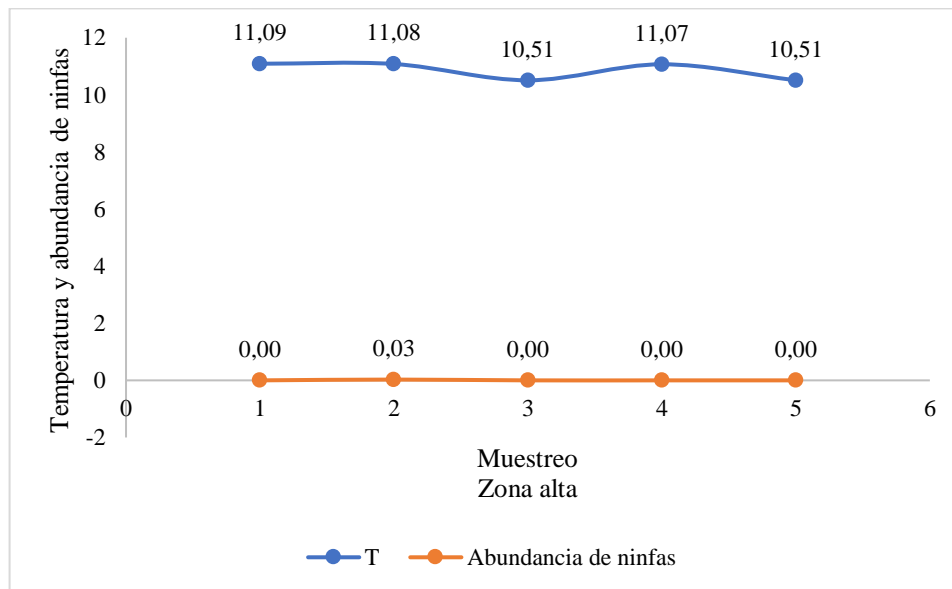


Gráfico 6-3. Fluctuación de ninfas frente a la temperatura en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

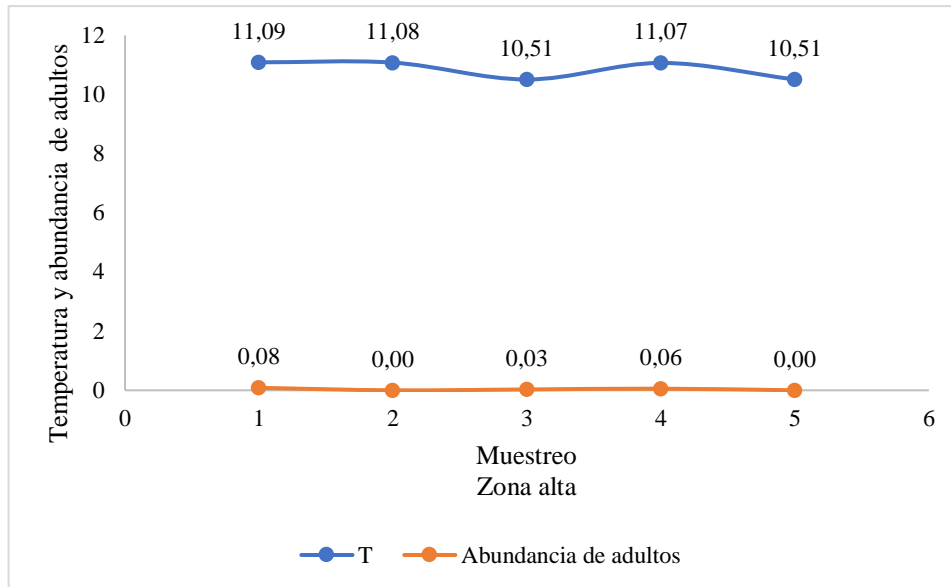


Gráfico 7-3. Fluctuación de adultos frente a la temperatura en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

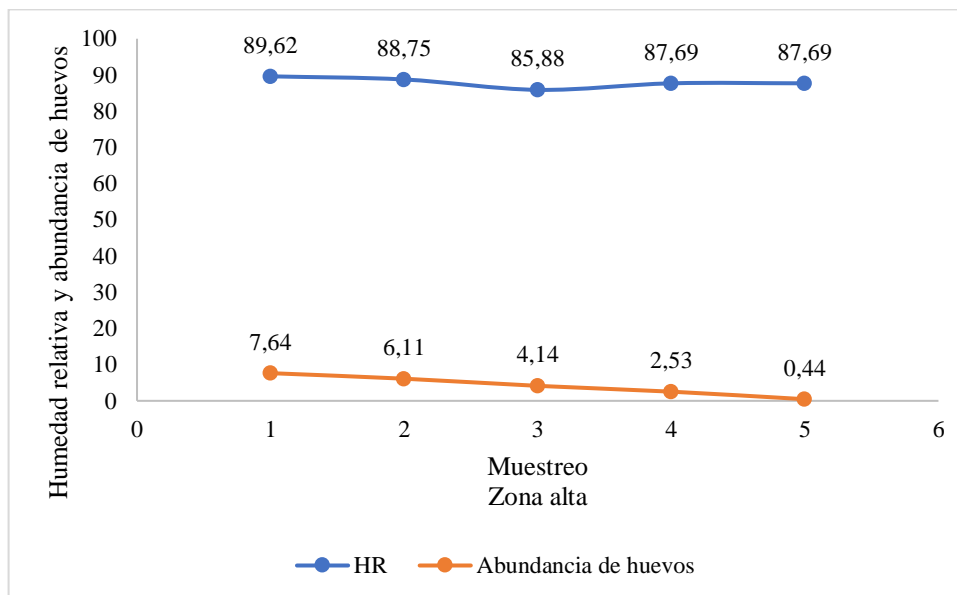


Gráfico 8-3. Fluctuación de huevos frente a la humedad relativa en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

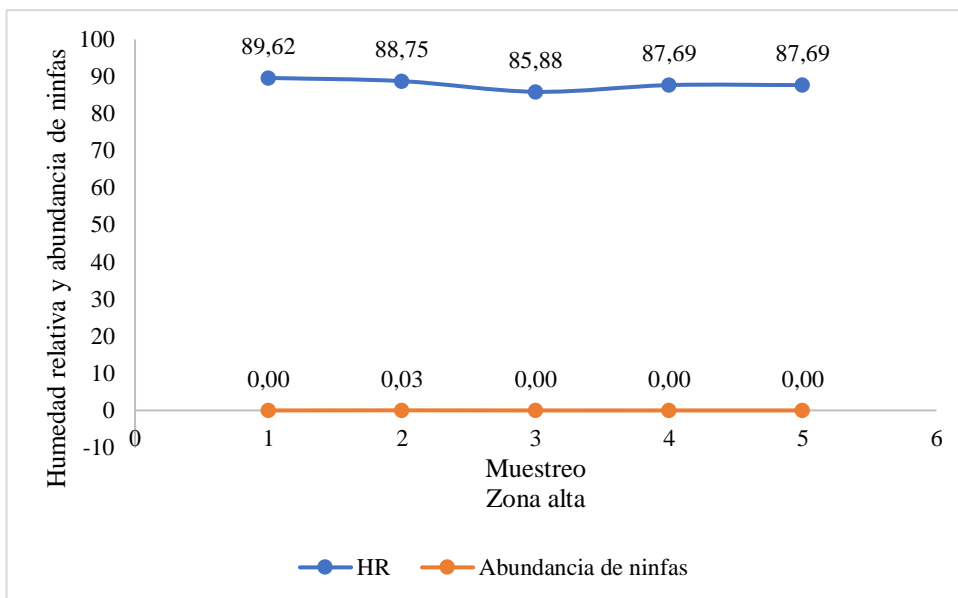


Gráfico 9-3. Fluctuación de ninfas frente a la humedad relativa en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

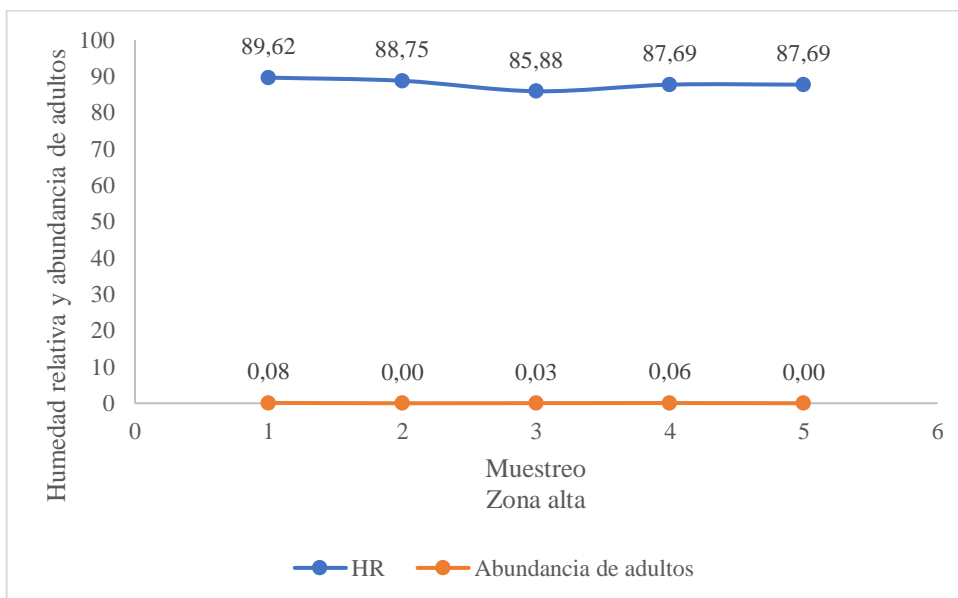


Gráfico 10-3. Fluctuación de adultos frente a la humedad relativa en la zona alta del 14 de abril al 9 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

En los gráficos 5-3, 6-3, 7-3, 8-3, 9-3 y 10-3 se puede observar la acción de factores como la temperatura y la humedad relativa frente a la cantidad de individuos de paratirozo en estado de huevo, ninfa y adulto en la zona alta. Como se había detallado con anterioridad, se encontró una mayor cantidad de huevos frente a ninfas y adultos. La mayor cantidad de huevos fue registrada en el primer muestreo con un promedio de 7,64, donde se denotó de igual forma un mayor

incremento de la temperatura con un valor máximo de 11,09 °C y de humedad relativa con un valor máximo de 89,62%. En cuanto a la cantidad de ninfas, esta cifra fue ínfima siendo el valor máximo 0,03 encontrado únicamente en el segundo muestreo, donde se denotó una temperatura de 11,08 °C y 88,75% de humedad relativa, siendo estos últimos valores altos y relativamente semejantes a los máximos. Por otro lado, la cantidad de adultos fue máxima en el primer muestreo con un valor de 0,08, donde encontramos el valor máximo de la temperatura con 11,09 °C y de humedad relativa con 89,62%, al igual que el momento de la mayor presencia de huevos.

En la zona alta con un rango de 2651 a 2838 msnm, ejecutados los cinco muestreos de los lotes seleccionados, se registró una mayor presencia de huevos de paratíroza a diferencia de la cantidad de individuos en estado ninfal y adultos. Así mismo es necesario recalcar que el pico más alto de la temperatura con 11,09 °C y humedad relativa de 89,62% tuvo lugar en el momento del primer muestreo donde fue encontrado la mayor cantidad de huevos con un valor de 7,64. Las medias de ninfas y adultos son netamente insignificantes, con valores de 0,03 y 0,08 respectivamente. Cabe destacar que la mayor cantidad de huevos y de adultos tiene lugar en el primer monitoreo.

Capinera (2001) y Munyaneza (2010) citados en Bujanos y Ramos (2015, p.13) afirman que el rango óptimo para el desarrollo de paratíroza va de los 21 a 27 °C siendo ideal los 27°C y perjudiciales las temperaturas que sobrepasen los 32 °C, resaltando que es netamente letal un valor de 38,8 °C como lo afirma Abdullah (2008) citado en Medina et al. (2016, p.18-19). Por otro lado, Monares (2015, p.33) establece que paratíroza necesita un valor mínimo de 7 °C para poder desarrollarse. Con ello se afirma que la temperatura registrada de 11,09 °C se encuentra dentro del rango de 7 °C (mínimo) a 27 °C (óptimo), siendo un valor muy lejano del ideal, pero en concordancia para observar la presencia de huevos paratíroza de forma limitada. Aunque según los autores, el rango también incluya el desarrollo de ninfas y adultos, la cantidad encontrada es mucho más mínima que la de los huevos a pesar de estar en la condición adecuada con valores de 11,08 °C en ninfas y 11,09 °C en adultos. Además este último autor en su estudio sobre la fluctuación poblacional de insectos-plaga en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) variedad Aníbal en tres sistemas de control de plagas menciona por el contrario que para el caso de ninfas y adultos, las temperaturas por debajo de los 15 °C afectan de forma importante su desarrollo y sobre todo su sobrevivencia, razón por la cual se asume y se justifica generalmente la escasa y nula presencia de ninfas y adultos en el rango de 10,51 °C a 11,09 °C destacado en la zona alta.

Abdullah (2008) citado en Vásquez y Villatoro (2019, p.61) de forma general respecta que el psílido se desenvuelve bien y completa su ciclo biológico de buena manera a una humedad relativa de 60 a 70%, en este caso el porcentaje registrado en humedad relativa de 89,62% en la zona alta es mucho mayor al citado, lo que puede decaer en un factor contrastante para evitar el rápido

desarrollo de paratirozo. Además, Vásquez y Villatoro (2019, p.61) en su análisis de distribución espacial, comportamiento de *Bactericera cockerelli* y presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, en Quetzaltenango, define de una forma más específica que la temperatura ideal para encontrar mayor presencia de huevos y ninfas es de 10 a 18 °C con una humedad relativa de 50 a 70%, donde el valor registrado en temperatura se acopla en el rango aferrándose al valor mínimo, pero igual a lo mencionado con anterioridad el valor de la humedad relativa es mayor, tornándose en un factor contrastante.

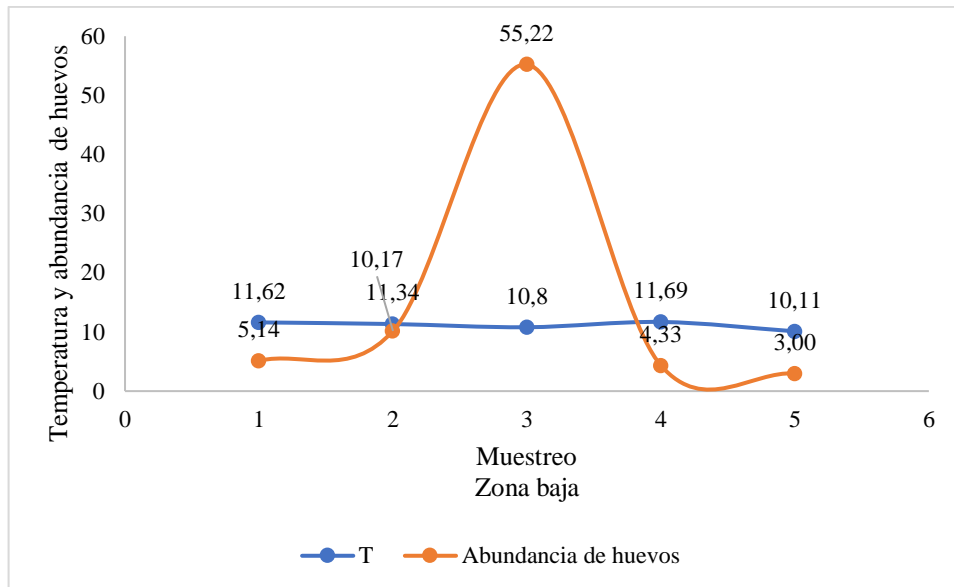


Gráfico 11-3. Fluctuación de huevos frente a la temperatura en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

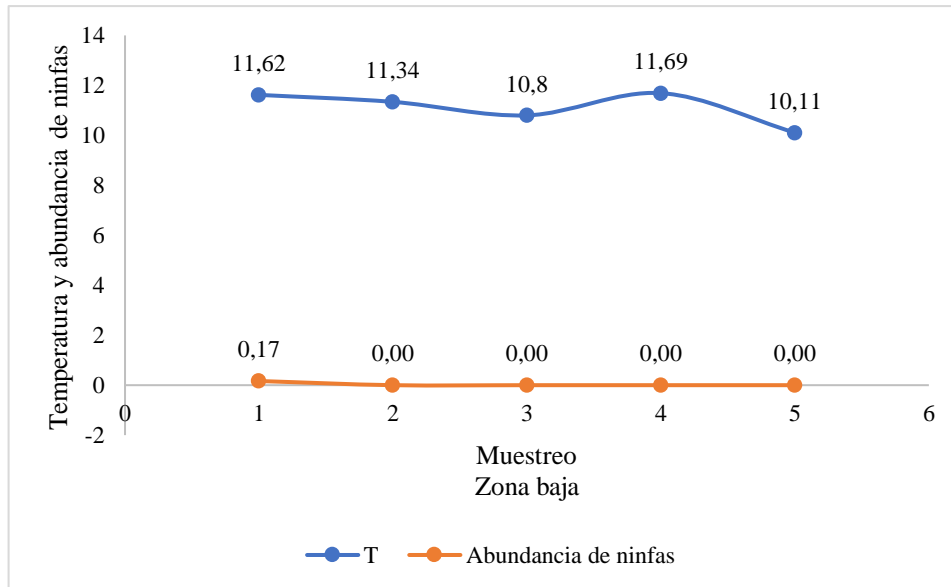


Gráfico 12-3. Fluctuación de ninfas frente a la temperatura en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

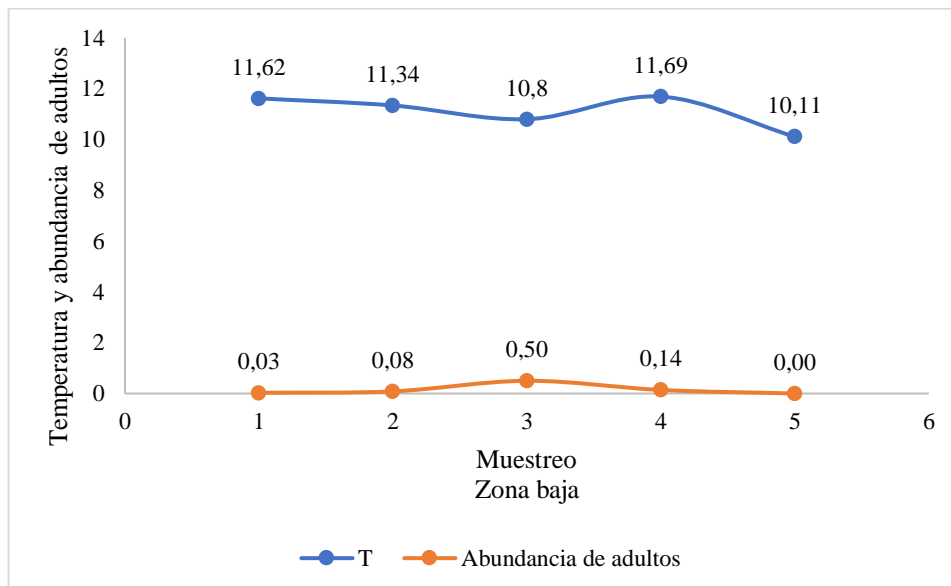


Gráfico 13-3. Fluctuación de adultos frente a la temperatura en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

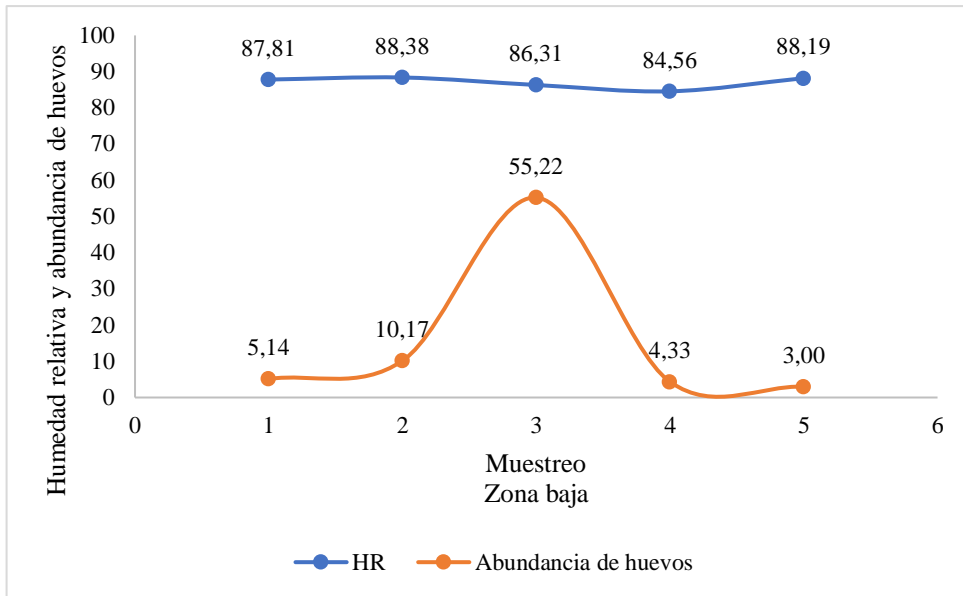


Gráfico 14-3. Fluctuación de huevos frente a la humedad relativa en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

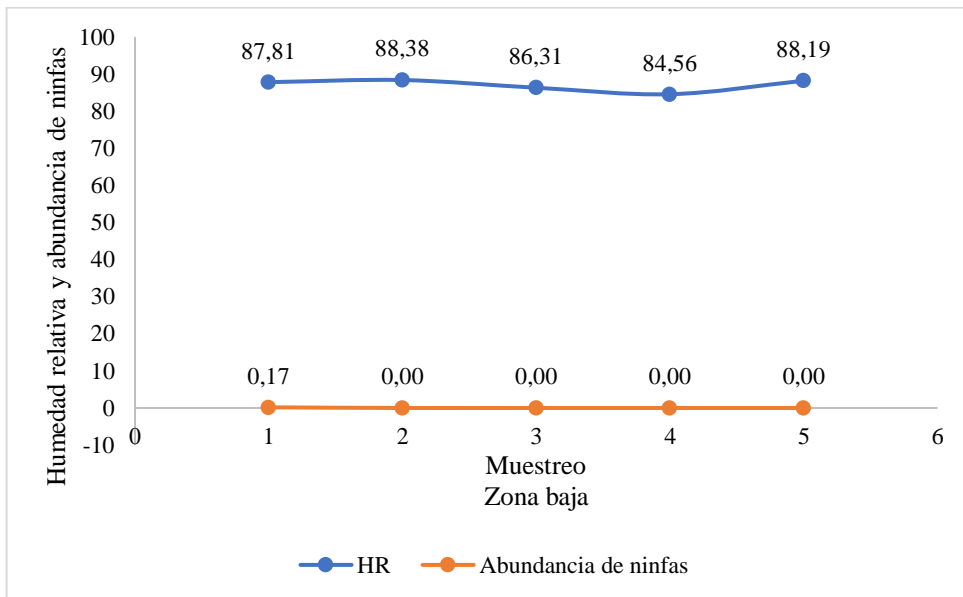


Gráfico 15-3. Fluctuación de ninfas frente a la humedad relativa en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

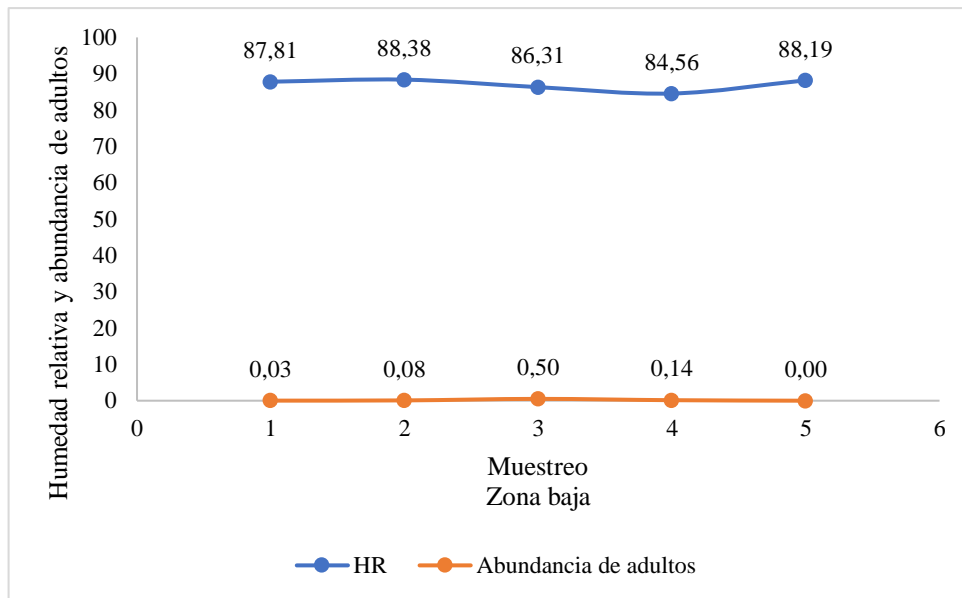


Gráfico 16-3. Fluctuación de adultos frente a la humedad relativa en la zona baja del 21 de abril al 16 de junio de 2021

Realizado por: Maygualema L. 2021.

En los gráficos 11-3, 12-3, 13-3, 14-3, 15-3 y 16-3 se puede observar la acción de factores como la temperatura y la humedad relativa frente a la cantidad de individuos de paratiroza en estado de huevo, ninfa y adulto en la zona baja. Como se había detallado con anterioridad, se encontró una mayor cantidad de huevos frente a ninfas y adultos. La mayor cantidad de huevos se encontró en el tercer muestreo con un promedio de 55,22, con un valor de temperatura de 10,80 °C y humedad relativa de 86,31 %. En cuanto a la cantidad de ninfas, esta cifra fue ínfima siendo el valor máximo 0,17 encontrado únicamente en el primer muestreo, donde se denotó una temperatura de 11,62 °C y 87,81% de humedad relativa. Por otro lado, la cantidad de adultos fue máxima en el tercer muestreo con un valor de 0,50, donde la temperatura con un valor de 10,80 °C y humedad relativa con 86,31%, al igual que el momento de la mayor presencia de huevos.

En la zona baja con un rango de 2374 a 2478 msnm, ejecutados los cinco muestreos de los lotes seleccionados, se registró una mayor presencia de huevos de paratiroza a diferencia de la cantidad de individuos en estado ninfal y adultos. Así mismo es necesario recalcar que el pico más alto de la temperatura con 11,69 °C tuvo lugar en el momento del cuarto muestreo y de humedad relativa con 88,38% en el segundo monitoreo. La mayor cantidad de huevos fue encontrada en el tercer monitoreo con un valor de 55,22 donde la temperatura fue de 10,80 °C y se registró un 86,31% de humedad relativa. Las medias de ninfas y adultos son netamente insignificantes, con valores de 0,17 y 0,50 respectivamente. Cabe destacar que la mayor cantidad de huevos y de adultos tiene lugar en el tercer monitoreo.

Como también se había mencionado en la zona alta, la temperatura ideal radica en los 27 °C según Capinera (2001) y Munyaneza (2010) citados en Bujanos y Ramos (2015, p.13) y la mínima en los 7 °C según Monares (2015, p.33) para el correcto desarrollo de paratrioza. Con ello se afirma que la temperatura registrada de 10,80 °C se encuentra dentro del rango de 7 °C (mínimo) a 27 °C (óptimo), siendo un valor muy lejano del ideal, pero en concordancia para observar la presencia de huevos de paratrioza de forma disminuida. Aunque este según los autores, el rango también incluya el desarrollo de ninfas y adultos, la cantidad encontrada es mucho más mínima que la de los huevos a pesar de estar en la condición adecuada con valores de 11,62 °C en ninfas y 10,80 °C en adultos. Así mismo, Monares (2015, p.33) manifiesta que las temperaturas por debajo de los 15 °C resultan perniciosas para el desarrollo y sobrevivencia de ninfas y adultos, razón por la cual de igual forma que en la zona alta se asume y se justifica la escasa presencia de ninfas y adultos en el rango de 10,11 °C a 11,69 °C destacado en la zona baja.

De igual forma como se había declarado anteriormente, paratrioza completa normalmente su ciclo de vida con una humedad relativa de 60 a 70% como lo enuncia Abdullah (2008) citado en Vásquez y Villatoro (2019 p.61), en este caso la humedad relativa recae sobre el 86,31%, siendo un valor mucho mayor al mencionado, lo que como se había dicho puede residir en un factor chocante frente al rápido acrecentamiento de paratrioza. De una forma particular Vásquez y Villatoro (2019, p.61) atestiguan que que la temperatura ideal para encontrar mayor presencia de huevos y ninfas es de 10 a 18 °C con una humedad relativa de 50 a 70%, donde el valor registrado de temperatura se acopla en el rango inclinándose al valor mínimo, pero igual a lo mencionado con anterioridad el valor de la humedad relativa es mayor, tornándose en un factor chocante.

Generalmente, en lo que respecta a los casos de la zona alta y baja, y como mencionan los autores que a mayor temperatura mejor se desarrolla y sobrevive paratrioza, razón que tiene validez hasta los 32 °C. Es fundamental tomar en cuenta que, aunque los valores de la temperatura en los 5 muestreos precisen en la mayoría de los casos que en la zona baja existe una mayor temperatura que en la zona alta y que se presencie mayor cantidad de paratrioza, eso no ocurre, debido a que según los resultados la cresta más alta de huevos en la zona alta (7,64) se halla a una mayor temperatura (11,09 °C) que la registrada en la zona baja (10.80 °C) en donde se presencia de igual forma la mayor cantidad de huevos (55.22). El caso tiende a ser el mismo para el caso de los adultos, aunque su valor sea insignificante.

En lo que concierne al muestreo 3, donde se encontró la máxima cantidad de huevos y adultos, cabe recalcar que en esta fecha se encontró una alta concentración de malezas típicas de la zona destacándose en mayor medida el chamico (*Datura stramonium* L.), el cual es una de las muchas

especies solanáceas hospederas del psílido, el cual constituyó un problema importante frente a la fácil atracción y diseminación del psílido.

La relación de la temperatura y humedad relativa frente a la abundancia de huevos, ninfas y adultos tanto en la zona alta como en la zona baja se comprobó de manera estadística pero lamentablemente con ningún modelo de regresión pudo dar explicación a dichas relaciones, esto presumiendo también la inferencia de la poca cantidad de datos que se manejan.

Con ello se puede rescatar que a pesar que los rangos de humedad y temperatura confrontan de manera importante la cantidad de huevos, ninfas y adultos tal sea el caso en cada zona, la aplicación indiscriminada de agroquímicos como los insecticidas que son los más aplicados juegan un papel fundamental en la fluctuación de la población de paratíoz, debido a que imposibilitan el hecho de saber la influencia real de estas variables climáticas a campo abierto. Además de este componente, también se hace mención nuevamente a las especies silvestres hospederas de paratíoz que crecen alrededor de las plantaciones de la zona alta y baja, como lo es el caso del chamico (*Datura stramonium* L.) que es una especie comúnmente presente en ambas zonas, que en la mayoría de los casos no es retirado de los alrededores de los lotes convirtiéndose en un foco de infección que pasa inadvertido.

Dentro de los agroquímicos aplicados en ambas zonas detallan principalmente insecticidas como “AGRESOR”, “ALPHACOR” y “SINODAFEN”.

Teniendo AGRESOR como ingrediente activo a Imidacloprid, el cual es un insecticida sistémico de contacto, que ejerce control sobre insectos chupadores vectores de virus. Este producto interviene como adversario del sistema nervioso incitando las membranas postsinápticas y luego paraliza la transmisión nerviosa. El mismo no inhibe la colinesterasa. El mismo no inhibe la colinesterasa (EDIFARM, 2021b).

ALPHACOR, tiene como ingrediente activo a Alfa Cipermetrina, el cual es un piretroide de naturaleza sintética, no es sistémico e ingresa a la plaga por contacto e ingesta, teniendo elevado efecto sobre larvas y adultos. Este insecticida actúa estimulando el sistema nervioso provocando descargas constantes y parálisis eventual (EDIFARM, 2021a).

Por último, SINODAFEN, tiene como ingrediente activo a Diafenthiuron que es un repelente de insectos y ácaros controlando a estos agentes en el envés de las hojas, en sí actúa sobre ácaros, mosca blanca, áfidos y algunos lepidópteros. Este insecticida actúa en las mitocondrias de la plaga, limitando la síntesis de ATP, causando inmovilidad en sus miembros y de su aparato bucal impidiendo la ingesta causando la muerte (AGROTA, 2021).

3.3. Abundancia de huevos, ninfas y adultos en la zona alta y zona baja del cantón Penipe (Puela – El Altar)

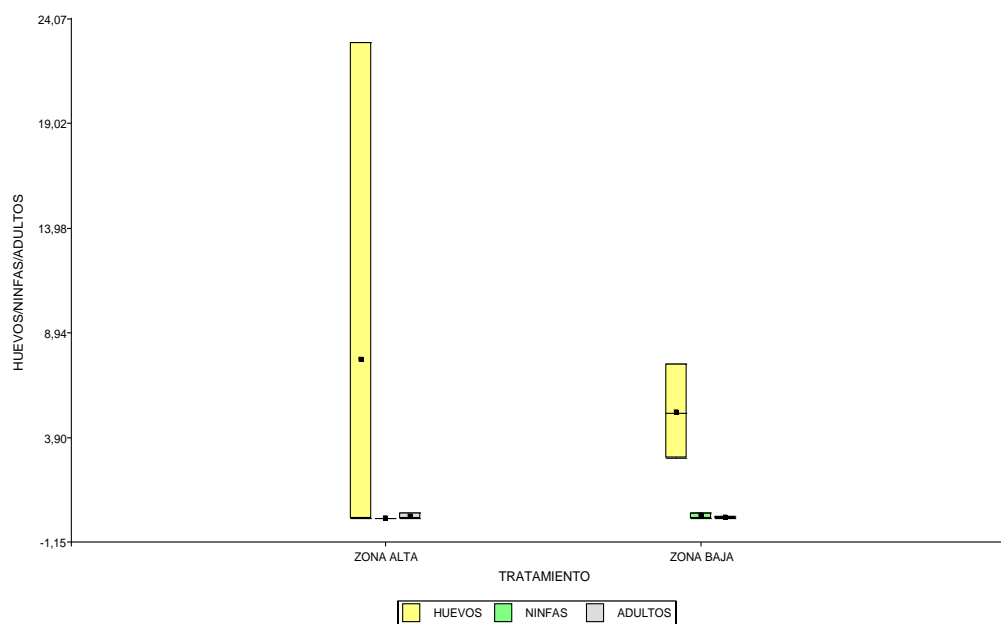


Gráfico 17-3. Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el primer muestreo

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 10-3. Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el primer muestreo

Tratamiento	N° Muestreo	Bloque	Huevos	Ninfas	Adultos
Zona alta	1	1	0	0	0
Zona alta	1	2	0	0	0
Zona alta	1	3	22,92	0	0,25
Zona baja	1	1	5,08	0,25	0
Zona baja	1	2	7,42	0,25	0,08
Zona baja	1	3	2,92	0	0

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 11-3. Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el primer muestreo

Clasificación	Variable	Grupo		n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
		1	2								
		Zona	Zona								
Tratamiento	Huevos	alta	baja	3	3	7,64	5,14	13,23	2,25	9	0,6
		Zona	Zona								
Tratamiento	Ninfas	alta	baja	3	3	0	0,17	0	0,14	7,5	0,4
		Zona	Zona								
Tratamiento	Adultos	alta	baja	3	3	0,08	0,03	0,14	0,05	11	>0,9999

Realizado por: Maygualema L. 2021.

En el primer muestreo al aplicar la prueba de U Mann-Whitney no se encontraron diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja para huevos, ninfas y adultos de Paratrioza (Gráfico 17-3).

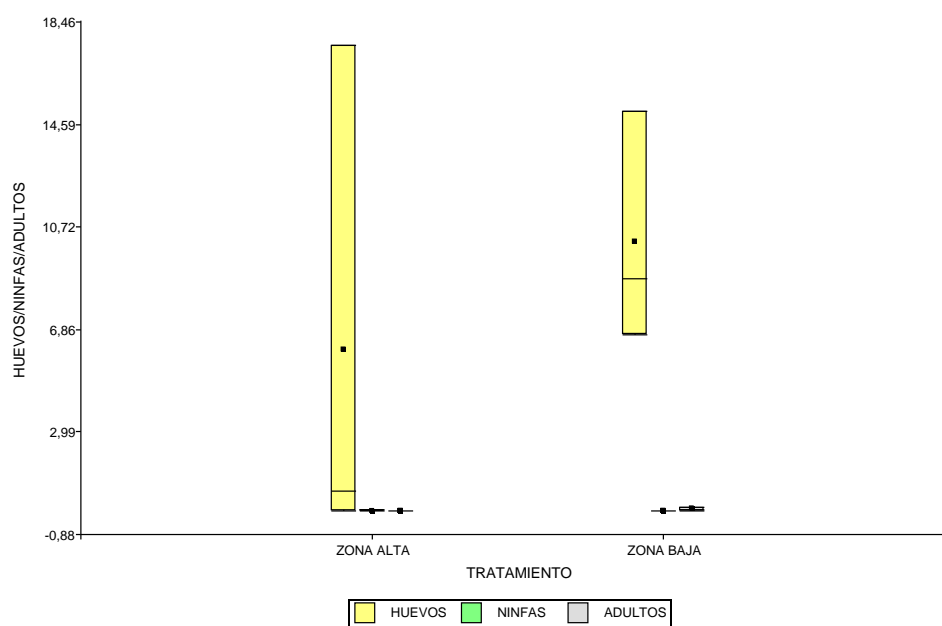


Gráfico 18-3. Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el segundo muestreo

Realizado por: Maygualema L. 2021.

Tabla 12-3. Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el segundo muestreo

Tratamiento	N° Muestreo	Bloque	Huevos	Ninfas	Adultos
Zona alta	2	1	0,75	0,08	0
Zona alta	2	2	0	0	0
Zona alta	2	3	17,58	0	0
Zona baja	2	1	8,75	0	0,08
Zona baja	2	2	6,67	0	0
Zona baja	2	3	15,08	0	0,17

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 13-3. Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el segundo muestreo

Clasificación	Variable	Grupo		n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
		1	2								
Tratamiento	Huevos	Zona alta	Zona baja	3	3	6,11	10,17	9,94	4,38	9	0,7
		Zona alta	Zona baja	3	3	0,03	0	0,05	0	12	>0,9999
Tratamiento	Adultos	Zona alta	Zona baja	3	3	0	0,08	0	0,09	7,5	0,4
		Zona alta	Zona baja	3	3	0	0,08	0	0,09	7,5	0,4

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En el segundo muestreo al aplicar la prueba de U Mann-Whitney no se encontraron diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja para huevos, ninfas y adultos de Paratrioza (Gráfico 18-3).

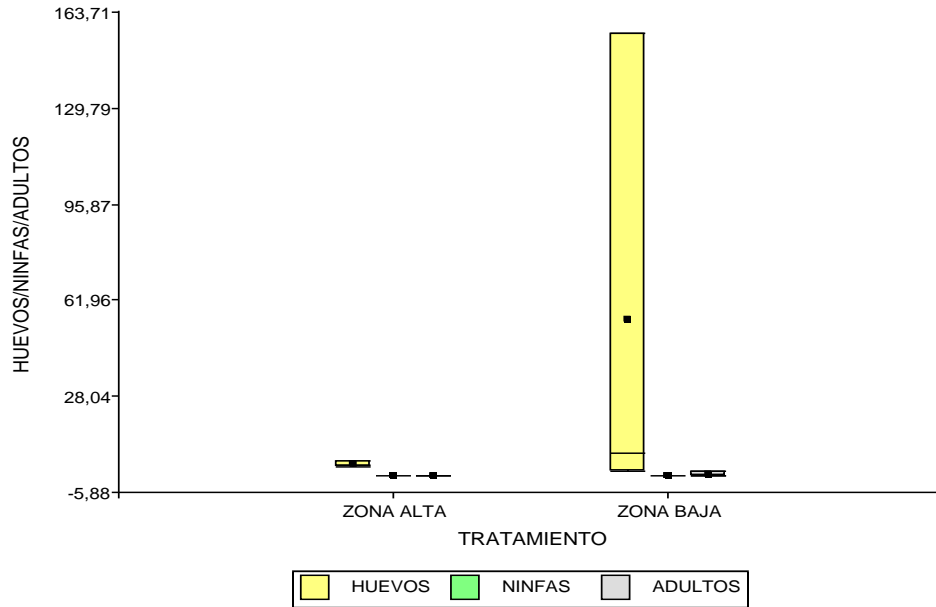


Gráfico 19-3. Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrozoa en el tercer muestreo

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 14-3. Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el tercer muestreo

Tratamiento	N° Muestreo	Bloque	Huevos	Ninfas	Adultos
Zona alta	3	1	3,83	0	0
Zona alta	3	2	5,17	0	0
Zona alta	3	3	3,42	0	0,08
Zona baja	3	1	7,83	0	0,08
Zona baja	3	2	1,83	0	0
Zona baja	3	3	156	0	1,42

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 15-3. Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el tercer muestreo

Clasificación	Variable	Grupo		n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
		1	2								
Tratamiento	Huevos	Zona alta	Zona baja	3	3	4,14	55,22	0,92	87,33	9	0,7
Tratamiento	Ninfas	Zona alta	Zona baja	3	3	0	0	0	0	9	0,7
Tratamiento	Adultos	Zona alta	Zona baja	3	3	0,03	0,5	0,05	0,8	8,5	0,7

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En el tercer muestreo al aplicar la prueba de U Mann-Whitney no se encontraron diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja para huevos, ninfas y adultos de Paratrioza (Gráfico 19-3).

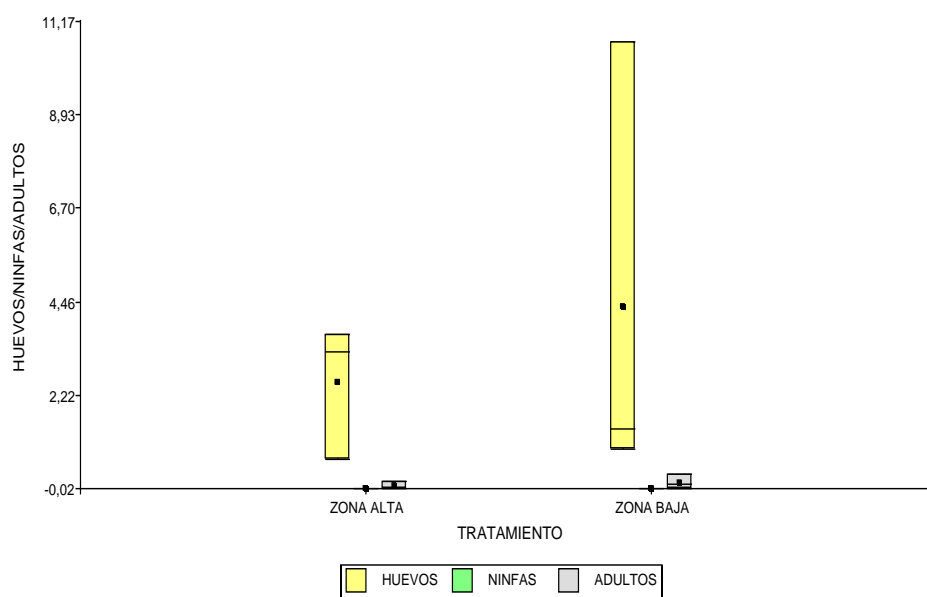


Gráfico 20-3. Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrioza en el cuarto muestreo

Realizado por: Maygualema L. 2021.

Tabla 16-3. Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el cuarto muestreo

Tratamiento	Nº Muestreo	Bloque	Huevos	Ninfas	Adultos
Zona alta	4	1	3,67	0	0,17
Zona alta	4	2	0,67	0	0
Zona alta	4	3	3,25	0	0
Zona baja	4	1	1,42	0	0,08
Zona baja	4	2	0,92	0	0
Zona baja	4	3	10,67	0	0,33

Realizado por: Maygualema L. 2021.

Tabla 17-3. Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el cuarto muestreo

Clasificación	Variable	Grupo		n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
		1	2								
Tratamiento	Huevos	Zona alta	Zona baja	3	3	2,53	4,34	1,62	5,49	10	>0,9999
		Zona alta	Zona baja	3	3	0	0	0	0	10	>0,9999
Tratamiento	Adultos	Zona alta	Zona baja	3	3	0,06	0,14	0,1	0,17	9	0,7

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En el cuarto muestreo al aplicar la prueba de U Mann-Whitney no se encontraron diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja para huevos, ninfas y adultos de Paratrypana (Gráfico 20-3).

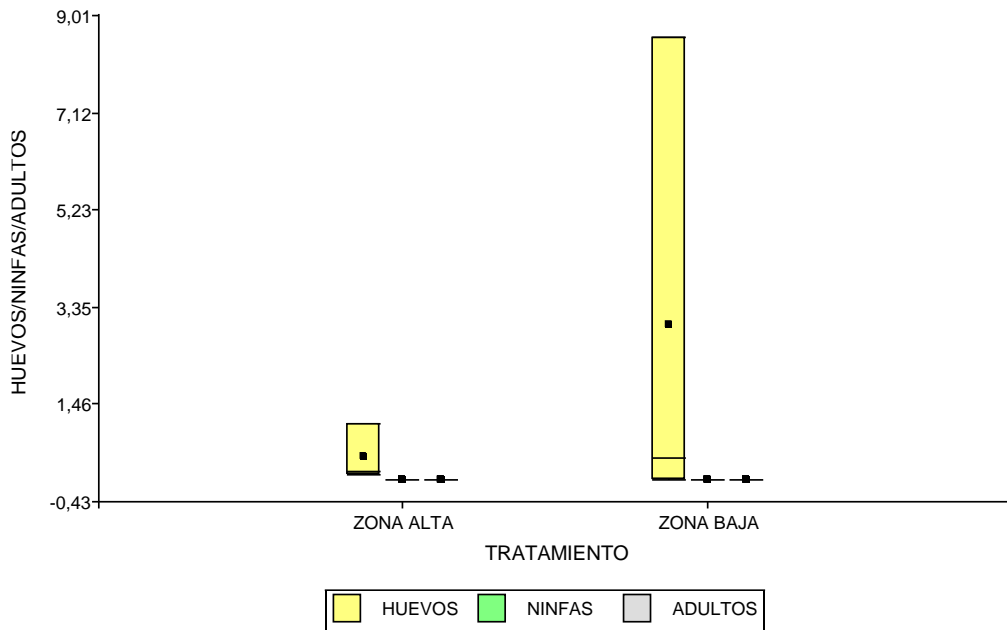


Gráfico 21-3. Diagrama de cajas y bigotes del promedio de la abundancia de los estadios de paratrypana en el quinto muestreo

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 18-3. Promedio de huevos, ninfas y adultos en los lotes de las zonas altitudinales en el quinto muestreo

Tratamiento	N° Muestreo	Bloque	Huevos	Ninfas	Adultos
Zona alta	5	1	0,17	0	0
Zona alta	5	2	0,08	0	0
Zona alta	5	3	1,08	0	0
Zona baja	5	1	0,42	0	0
Zona baja	5	2	0	0	0
Zona baja	5	3	8,58	0	0

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Tabla 19-3. Prueba de U Mann-Withney para muestras independientes en el quinto muestreo

Clasificación	Variable	Grupo		n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	DE(1)	DE(2)	W	p(2 colas)
		1	2								
Tratamiento	Huevos	Zona alta	Zona baja	3	3	0,44	3	0,55	4,84	10	>0,9999
		Zona alta	Zona baja	3	3	0	0	0	0	10	>0,9999
Tratamiento	Ninfas	Zona alta	Zona baja	3	3	0	0	0	0	10	>0,9999
		Zona alta	Zona baja	3	3	0	0	0	0	10	>0,9999

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En el quinto muestreo al aplicar la prueba de U Mann-Whitney no se encontraron diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja para huevos, ninfas y adultos de Paratrioza (Gráfico 21-3).

En todos los cinco muestreos realizados a las 6 hojas dentro de cada una de las 12 plantas seleccionadas en cada uno de los 3 lotes para cada zona altitudinal del cantón Penipe (Puela – El Altar), no se encontraron diferencias significativas entre la zona alta y la zona baja para huevos, ninfas y adultos. En este caso se acepta la hipótesis nula, que hace referencia a que en ninguna de las 2 zonas altitudinales de estudio se observa la diferencia de fluctuación de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en cultivos establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).

Dicha hipótesis tiende a aceptarse debido a que los resultados de la presencia de paratrioza dentro de los cinco muestreos realizados en la zona alta y baja del cantón Penipe (Puela – El Altar) tienden a no seguir un modelo diferenciado en cada muestreo donde se detalle que en una zona exista más o menos presencia constante del psílido. Como se observa en la tabla 19-3, en el primer muestreo la cantidad de huevos en la zona alta es mucho mayor a la zona baja pero procede a ser menor en los muestreos restantes, así mismo en el caso de ninfas en el primer muestreo esta

cantidad es menor en la zona alta sobre la zona baja, pero en el segundo muestreo tiende a ser mayor y en los muestreos restantes las dos zonas se mantienen iguales, por último en el caso de los adultos, su presencia es mayor en la zona alta solamente en el primer muestreo al igual que la presencia de huevos, y tiende a ser menor en el segundo, tercero y cuarto muestreo, mientras que en el quinto se mantienen iguales. En los muestreos donde ambas zonas se mantienen iguales se determina nula presencia de paratrioza.

Tabla 20-3. Comparación de la presencia de paratrioza en la zona alta y baja en los cinco muestreos

N° muestreo	Huevos	Ninfas	Adultos
1	ZA > ZB	ZA < ZB	ZA > ZB
2	ZA < ZB	ZA > ZB	ZA < ZB
3	ZA < ZB	ZA = ZB	ZA < ZB
4	ZA < ZB	ZA = ZB	ZA < ZB
5	ZA < ZB	ZA = ZB	ZA = ZB

Realizado por: Maygalema L. 2021.

3.4. Máxima concentración de individuos de paratrioza en la “T” de plantas seleccionadas en cada lote de las zonas de estudio

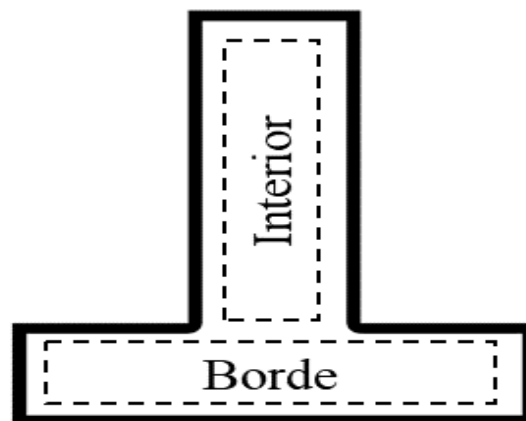


Figura 11-3. Modelo referencial de la zona "T" de muestreo

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En cuanto a la acentuación de huevos, ninfas y adultos de paratrioza en cada zona altitudinal, podemos describir dos zonas en la “T” de muestreo, el borde y el interior de cada lote. Con ello, se tiene un grupo de plantas seleccionadas en el grupo 1 (borde) y otro en el grupo 2 (interior).

Tabla 21-3. Promedio de la abundancia de huevos, ninfas y adultos en la "T" de la zona alta

Zona alta	Abundancia de huevos	Abundancia de ninfas	Abundancia de adultos
Grupo 1 (Borde)	2,62	0,00	0,03
Grupo 2 (Interior)	3,18	0,00	0,05

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En lo que respecta a la zona alta, en promedio de su abundancia, la mayor concentración de huevos, ninfas y adultos se acentúa en el interior de la plantación ya que es donde se revelan los valores más altos, con una media de 3,18 en el grupo 2 frente a 2,62 en el grupo 1 para huevos y 0,05 en el grupo 2 frente a 0,03 en el grupo 1 para adultos, como se detalla en la tabla 21-3.

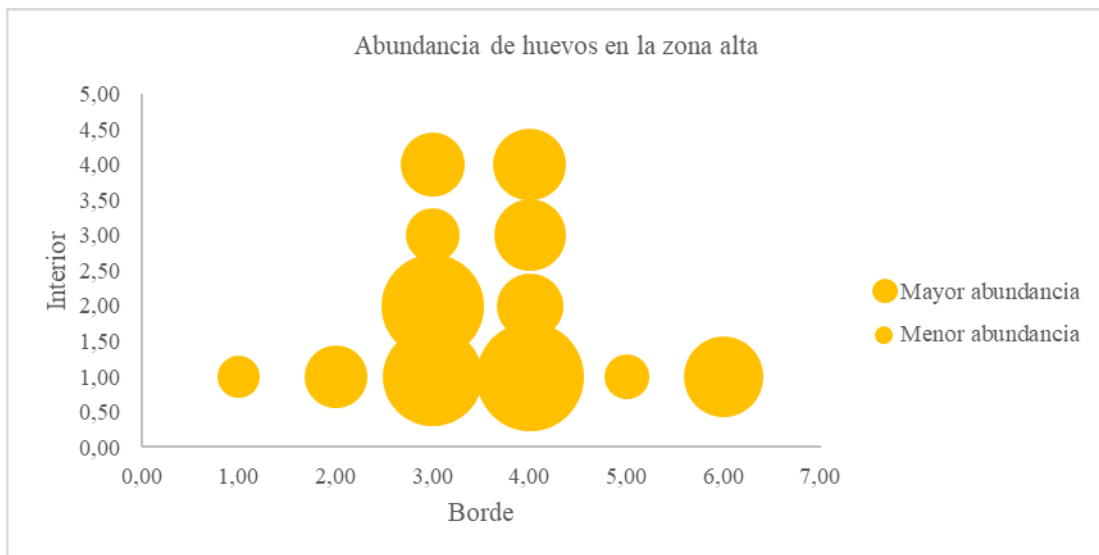


Gráfico 22-3. Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de huevos en la "T" en la zona alta

Realizado por: Maygalema L. 2021.

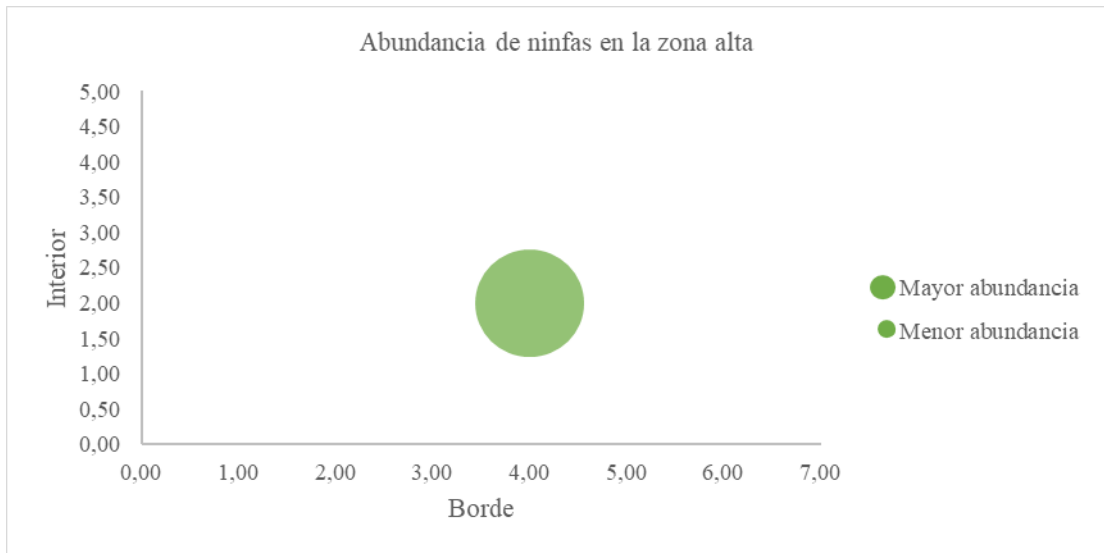


Gráfico 23-3. Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de ninfas en la "T" en la zona alta

Realizado por: Maygalema L. 2021.

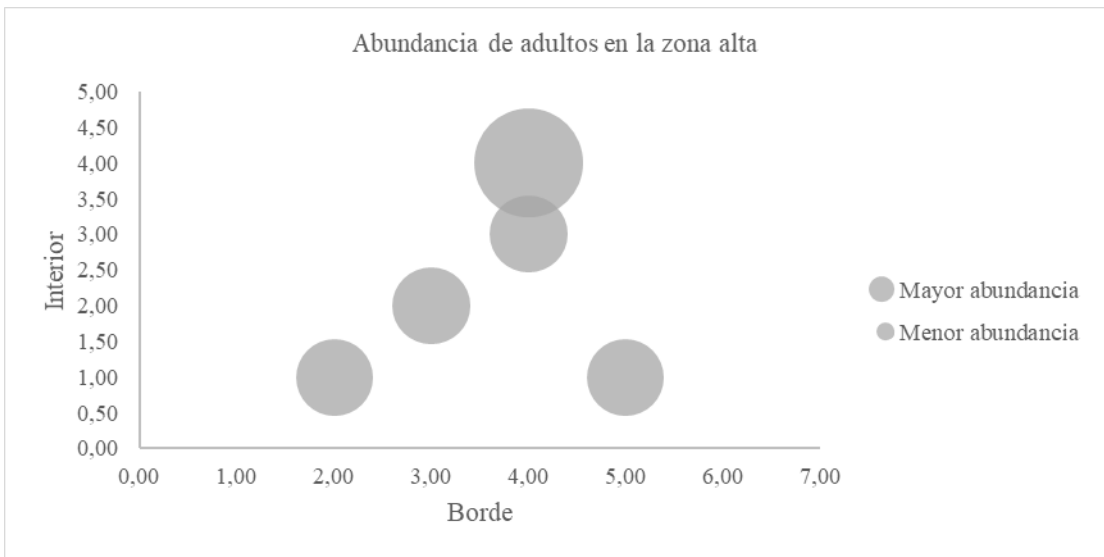


Gráfico 24-3. Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de adultos encontrados en la "T" en la zona alta

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Como se detalla en el gráfico 22-3, 23-3 y 24-3, la mayor abundancia de huevos, ninfas y adultos de paratrioza en la zona alta se concentró en las plantas correspondientes al grupo del interior de la plantación.

Tabla 22-3. Promedio de la abundancia de huevos, ninfas y adultos en la "T" de la zona baja

Zona baja	Abundancia de huevos	Abundancia de ninfas	Abundancia de adultos
Grupo 1 (Borde)	5,32	0,00	1,50
Grupo 2 (Interior)	13,53	0,07	2,36

Realizado por: Maygualema L. 2021.

En lo que respecta a la zona baja, en promedio de su abundancia, la mayor concentración de huevos, ninfas y adultos se presentó en el interior de la plantación donde se describen los valores más altos, con una media de 13,53 en el grupo 2 frente a 5,32 en el grupo 1 para huevos, 0,07 en el grupo 2 frente a 0 para ninfas y 2,36 en el grupo 2 frente a 1,50 en el grupo 1 para adultos, como se detalla en la tabla 22-3.

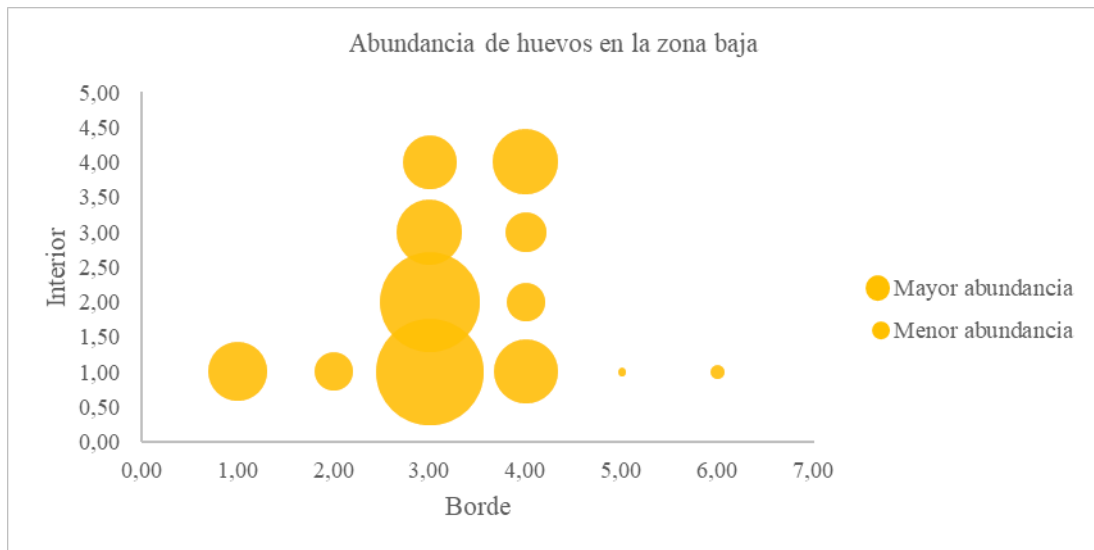


Gráfico 25-3. Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de huevos encontrados en la "T" en la zona baja

Realizado por: Maygualema L. 2021.

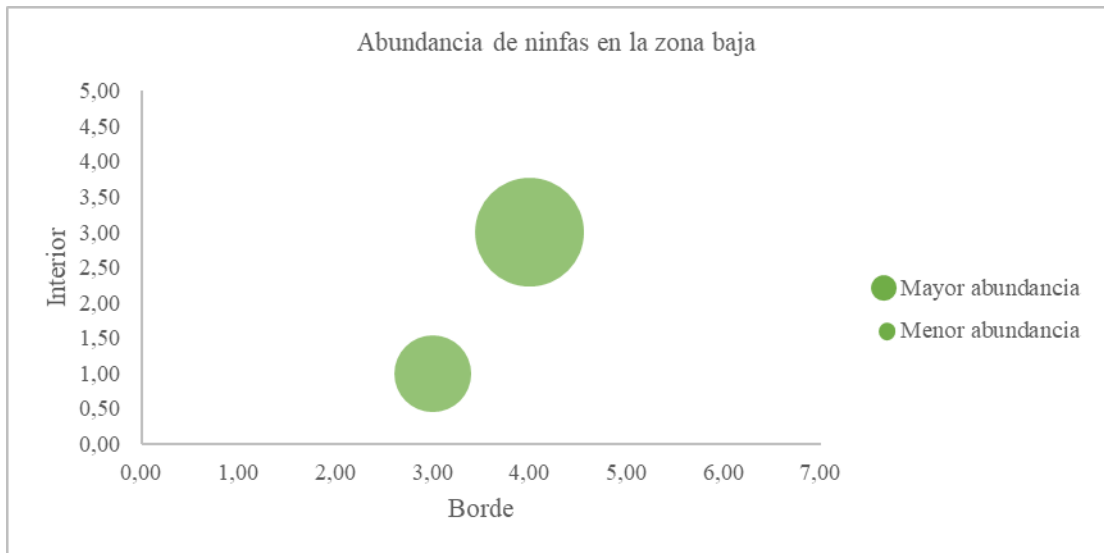


Gráfico 26-3. Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de ninfas encontrados en la "T" en la zona baja

Realizado por: Maygalema L. 2021.

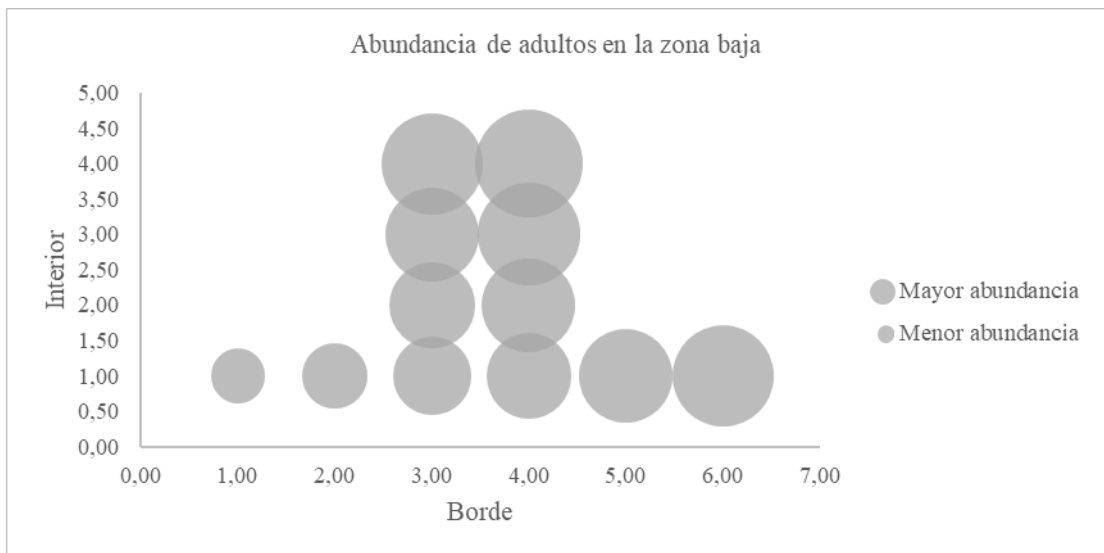


Gráfico 27-3. Gráfico de burbujas del promedio de la abundancia de adultos encontrados en la "T" en la zona baja

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Como se detalla en el gráfico 25-3, 26-3 y 27-3, la mayor abundancia de huevos, ninfas y adultos de paratrioza en la zona baja se concentró en las plantas correspondientes al grupo del interior de la plantación.

Con esto se describe que en la zona alta como en la zona baja, la mayor concentración del psílido en estado de huevo, ninfa y adulto se acentúa en el interior de la plantación. Como es visto paratrioza en el cultivo de tomate de árbol se acentúa principalmente en el interior de la

plantación, caso contrario a su presencia en el cultivo de papa el cual es otro hospedero crucial donde según Marín et al. (2002) citado en Guacán (2021, p.17) se establece en los bordes, de la misma manera es importante tomar el caso de otro de los psílicos importantes en la agricultura el cual es el Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) el cual afecta principalmente a especies de *Citrus* spp. y que según MAPA (2015, p.14) al igual que la papa se acentúa prioritariamente en el borde de la plantación. Con ello es necesario mencionar que son imprescindibles estudios específicos para conocer el comportamiento real de los psílicos plaga que afectan la agricultura, ya que no siempre se concentran de la misma manera dentro de las plantaciones de cultivos hospederos, lo que resulta en un obstáculo dentro del manejo generalizado que se le da al insecto en los cultivares.

Tabla 23-3. Prueba T para muestras independientes en la zona "T" en la zona alta

Clasificación		Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media (1)- Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Posición	Abundancia de huevos {B}		{I}		4	4	2,62	3,18	-0,57	-2,73	1,6	0,3171	-0,64	0,5449	Bilateral
Posición	Abundancia de adultos {B}		{I}		4	4	0,04	0,05	-0,02	-0,11	0,08	0,4893	-0,4	0,7015	Bilateral

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En la zona alta al aplicar la prueba de T, se detalla el valor $p > 0,0001$ indica que no existieron diferencias significativas entre la concentración de huevos y adultos paratrioza en el borde y en el interior de la plantación. Las medias muestrales sugieren una menor concentración de huevos y adultos en el borde del lote (Tabla 23-3). Los valores de la concentración de ninfas no se tomaron en cuenta ya que los mismos en totalidad radican en 0.

Tabla 24-3. Prueba T para muestras independientes en la zona "T" en la zona baja

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	Media (1)- Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Posición	Abundancia de adultos	{B}	{I}	4	4	1,50	2,36	-0,86	-1,88	0,17	0,1184	-2,04	0,0874	Bilateral
Posición	Abundancia de ninfas	{B}	{I}	4	4	0	0,07	-0,07	-0,28	0,15	<0,0001	-1	0,391	Bilateral
Posición	Abundancia de huevos	{B}	{I}	4	4	5,32	13,54	-8,22	-18,38	1,95	0,7347	-1,98	0,0952	Bilateral

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En la zona baja al aplicar la prueba de T, se detalla el valor $p > 0,0001$ indica que no existieron diferencias significativas entre la concentración de huevos y adultos paratrioza en el borde y en el interior de la plantación. Las medias muestrales sugieren una menor concentración de huevos, ninfas y adultos en el borde del lote (Tabla 23-3).

Mediante la aplicación de la prueba de T para muestras independientes en la "T" de la zona alta y baja, se determinó que no existieron diferencias significativas entre la concentración de los diferentes estadios de paratrioza en el borde y en el interior de la plantación. Sin embargo, las medias muestrales denotan una menor concentración de huevos, ninfas y adultos en el borde del lote, en ambas zonas.

3.5. Trampas amarillas

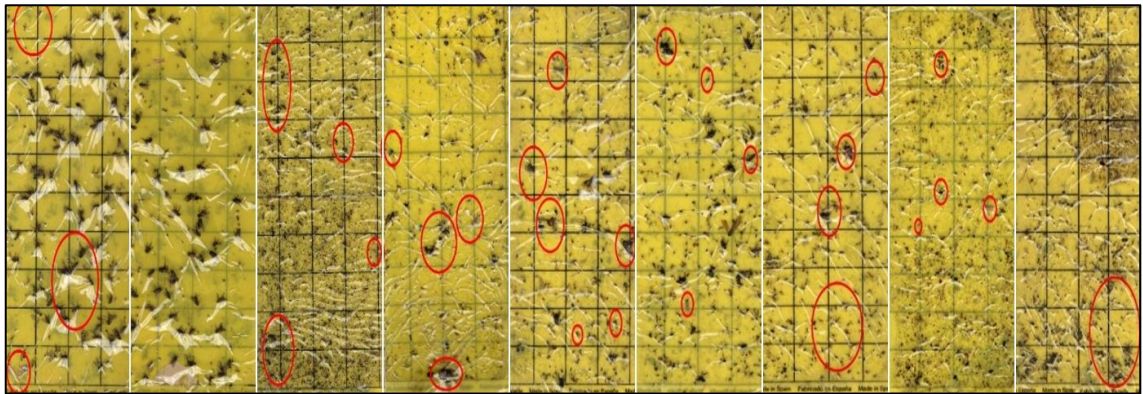


Figura 12-3. Trampas amarillas colocadas en la zona alta

Realizado por: Maygualema L. 2021.

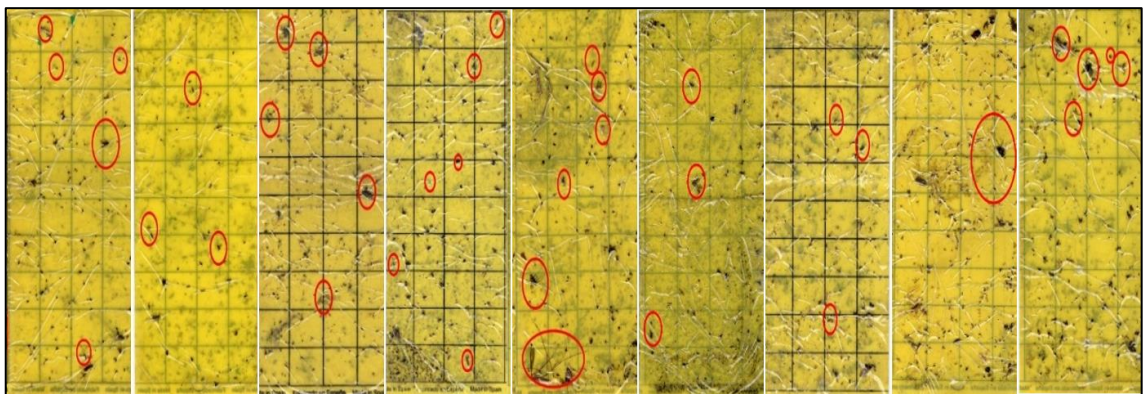


Figura 13-3. Trampas amarillas colocadas en la zona baja

Realizado por: Maygualema L. 2021.

Las trampas amarillas evidenciaron mayormente la presencia de otros insectos existentes en las plantaciones de cada zona altitudinal que de lo que se esperaba como lo son los adultos de paratrioza. Entre los insectos encontrados se puede detallar mayoritariamente a moscas domésticas (Díptera), a mosquitos no picadores (Díptera), crisopas (Neuroptera), polillas (lepidóptera), moscas del vinagre (Díptera), moscas de la fruta (Díptera), escarabajos (coleópteros), moscas de la corteza (Díptera), abejas (Himenóptera), efímeras (Ephemeroptera), mosquillas negras (Díptera), chicharritas verdes (Díptera) y típulas (Díptera). En todas las trampas colocadas se encontró tan solo una vez la presencia de un adulto de paratrioza (Hemíptera) en buen estado para reconocimiento.

En el caso del tomate de árbol el uso de este tipo de trampas etológicas para poder identificar adultos de paratrioza resulta una acción difícil y laboriosa, ya que en las plantaciones seleccionadas podemos identificar gran variedad y sobre todo abundancia de insectos que tienden

a volar alto como los órdenes mencionados, los cuales ocupan en mayoría el espacio destinado a detectar paratrioza, con lo cual al pasar el tiempo entre monitoreos (15 días) se observa una acumulación de estos haciendo complicado el hecho de identificar adultos ya que además los mismos tienen un tamaño muy ínfimo como lo afirma Bujanos y Ramos (2015, p.13) el cual va de 2,8 a 2,9 mm para machos y de 2,8 a 3,2 mm para hembras respectivamente, con respecto a la mayoría de antes mencionados insectos.

Además, otro impedimento presenciar adultos, radica en que las trampas también suelen llenarse de desechos típicos del sitio de cultivo como polvo, restos vegetales secos o de materiales plásticos, por acción del viento.

Respecto a la cantidad de insectos encontrados en la zona alta y baja, las trampas situadas dentro de la zona alta denotaron mayor diversidad de individuos debido al posicionamiento de los lotes linderando predominantemente con vegetación de montaña, cascadas, pastos y zonas de crianza de ganado bovino, siendo este último factor fundamental en la abundancia de moscas domésticas. En cuanto a la zona baja, no se encontró amplia diversidad y cantidad como en la zona alta, debido a que los agentes con los que limitan los lotes fueron poco influyentes ya que a diferencia de la zona alta, estos mayoritariamente limitaban con la vía asfaltada y con cultivos cercanos como fresas y otros típicos de la zona siendo estos sitios donde la aplicación de agroquímicos es constante y radical, y en menor medida confinaban con fuentes de agua o vegetación nativa. Es importante recalcar que el adulto de paratrioza identificado se situó en la zona baja, donde la menor densidad de insectos en las trampas permitió visualizarlo de mejor manera. En este punto es preciso mencionar que en las dos zonas altitudinales se encontró en 1 de los 3 lotes la cercanía a plantaciones abandonadas de tomate de árbol y junto con esto plantaciones donde se cultivaba a la par papas en los caminos y también como cultivo independiente pero en cercanía al tomate de árbol cultivado, haciendo énfasis que en este caso las papas no eran tratadas frente a plagas ya que los propietarios mencionaban que era una pequeña porción.

Otro factor obstaculizante se establece en la altura en la que se ubicaron las trampas, debido a que el tomate de árbol es una especie que alcanza hasta los 3 m de altura, sobrepasando las indicaciones mencionadas por MAG (2010, p.3) donde se detalla que las trampas deben colocarse a una altura de 1,50 m desde el suelo ya que dicho valor corresponde al rango de vuelo del psílido.

3.6. Entomofauna registrada en las dos zonas altitudinales del cantón Penipe (Puela – El Altar)

Tabla 25-3. Entomofauna registrada en los lotes de la zona alta y baja

Zona	Lote	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	
ALTA	1	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Gastrophysa</i>	<i>Gastrophysa sp</i>	Tortuguillas o vaquitas	
						<i>Thaumatomyia sp.</i>	Moscas de la hierba	
	Insecta	Diptera	Chloropidae	<i>Thaumatomyia</i>	<i>cf.</i>			Saltahojas o chicharritas
	Insecta	Diptera	Cicadellidae	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Efímeras
	Insecta	Ephemeroptera	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Negrita del tomate
	Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	<i>Prodiplosis</i>	<i>Prodiplosis</i>	<i>Prodiplosis longifila</i>		Indeterminado
	Insecta	Hymenoptera	Platygasteridae	<i>Synospeas</i>	<i>Synospeas</i>	<i>Synospeas sp</i>		Indeterminado
	Insecta	Hymenoptera	Eulophidae	<i>Necremnus</i>	<i>Necremnus</i>	<i>artynes</i>		Indeterminado
	2	Insecta	Psocoptera	Lachesillidae	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Moscas de la corteza
Insecta	Hemiptera	Triozidae	<i>Bactericera</i>	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>		Paratrioza	
Insecta	Diptera	Chironomidae	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Mosquitos no picadores	
Insecta	Ephemeroptera	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Efímeras	
Insecta	Coleoptera	Cleroidae	<i>Trichoides</i>	<i>Trichoides</i>	<i>apiarus</i>		Escarabajo ajedrezado	
Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus</i>	<i>Scymnus</i>	<i>sp.</i>		Larva depredadora de pulgón	
Insecta	Hymenoptera	Braconidae	<i>Lisiphlebus</i>	<i>Lisiphlebus</i>	<i>testacaipes</i>		Indeterminado	
3	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Naupactini</i>	<i>Naupactini</i>	<i>sp.</i>	Gorgojos	
Insecta	Hemiptera	Miridae	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Chinche de las plantas	
Insecta	Diptera	Sciridae	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Mosquilla negra	
Insecta	Diptera	Sciridae	<i>Rhynchosciara</i>	<i>Rhynchosciara</i>	<i>sp.</i>		Mosquilla negra	
Insecta	Psocoptera	Lachesillidae	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Moscas de la corteza	
Insecta	Diptera	Agromyzidae	<i>Lyriomyza</i>	<i>Lyriomyza</i>	<i>sp</i>		Mosca minadora	

	Insecta	Diptera	Drosophilidae	<i>Drasophila</i>	<i>Drasophila melanogaster</i>	Mosca del vinagre
					<i>Bactericera</i>	
	Insecta	Hemiptera	Psyllidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
						Mosca del botón floral
1	Insecta	Diptera	Lonchaeidae	<i>Dasiops</i>	<i>Dasiops spp.</i>	Indeterminado
	Insecta	Neuroptera	Coniopterygidae	<i>Indeterminado</i>	<i>Indeterminado</i>	
					<i>Bactericera</i>	
	Insecta	Hemiptera	Trioziidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
	Insecta	Ephemeroptera	Indeterminado	<i>Indeterminado</i>	<i>Indeterminado</i>	Efímeras
					<i>Lisiphlebus</i>	
	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	<i>Lisiphlebus</i>	<i>testacaipe</i>	Indeterminado
					<i>Bactericera</i>	
	Insecta	Hemiptera	Psyllidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
	Insecta	Homoptera	Aphididae	<i>Myzus</i>	<i>Myzus persicae</i> .	Pulgón
2	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	<i>Naupactini</i>	<i>Naupactini sp.</i>	Gorgojos
						Tortuguillas o vaquitas
	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Gastrophysa</i>	<i>Gastrophysa sp.</i>	Mosquilla negra
	Insecta	Diptera	Sciridae	<i>Indeterminado</i>	<i>Indeterminado</i>	
					<i>Bactericera</i>	
	Insecta	Hemiptera	Trioziidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
					<i>Drasophila</i>	Mosca del vinagre
	Insecta	Diptera	Drosophilidae	<i>Drasophila</i>	<i>melanogaster</i>	
					<i>Bactericera</i>	
	Insecta	Hemiptera	Psyllidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
					<i>Bactericera</i>	
3	Insecta	Hemiptera	Trioziidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
						Mosquilla negra
	Insecta	Diptera	Sciridae	<i>Indeterminado</i>	<i>Indeterminado</i>	
					<i>Lisiphlebus</i>	
	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	<i>Lisiphlebus</i>	<i>testacaipe</i>	Indeterminado
					<i>Bactericera</i>	
	Insecta	Hemiptera	Psyllidae	<i>Bactericera</i>	<i>cockerelli</i>	ParatRIOZA
	Insecta	Homoptera	Aphididae	<i>Myzus</i>	<i>Myzus persicae</i>	Pulgón

Fuente: AGROCALIDAD, 2021.

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En la tabla 25-3 se observa el listado de los insectos recolectados en cada zona altitudinal, el cual fue recuperado de los reportes generados a partir de las muestras enviadas a los laboratorios entomológicos de AGROCALIDAD en Tumbaco y Latacunga. Identificándose en total, 1 clase, 8 órdenes, 24 familias, 27 géneros y 40 especies, mediante la técnica de observación directa al estereó microscopio y el uso de claves taxonómicas.

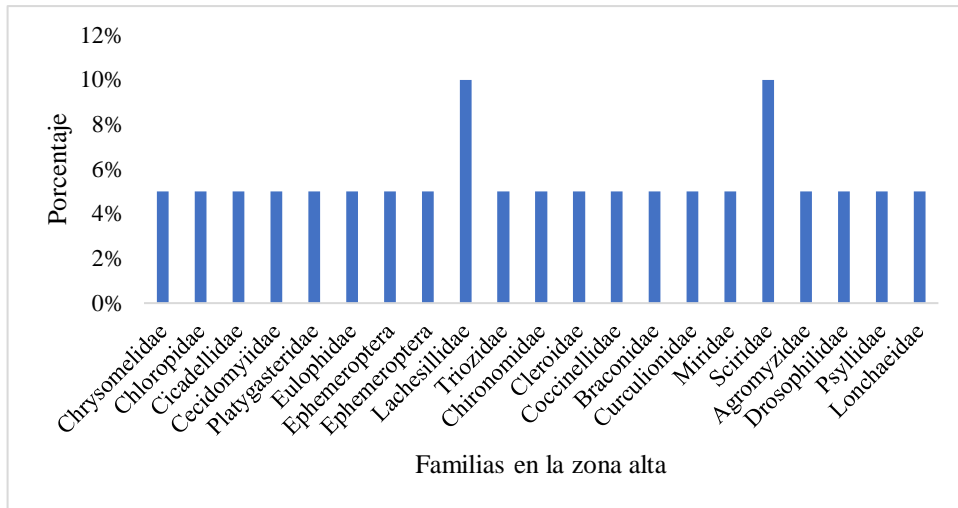


Gráfico 28-3. Familias de insectos encontradas en la zona alta

Fuente: AGROCALIDAD, 2021.

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Se puede detallar que en lo que corresponde a los 3 lotes de la zona alta se identificaron familias como: Agromyzidae, Braconidae, Cecidomyiidae, Chironomidae, Chloropidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Cleroidae, Coccinellidae, Curculionidae, Drosophilidae, Eulophidae, Lachesillidae, Lonchaeidae, Miridae, Platygasteridae, Psyllidae, Sciridae y Triozidae. Cabe mencionar que hubo 2 familias que no se pudieron identificar, las cuales pertenecen al orden Ephemeroptera. En cuanto a la reincidencia de estas en la zona, la familia Lachesillidae y Sciridae denotan el valor más alto con un 10% cada una frente a las demás familias a las que corresponde el 5% (Gráfico 28-3).

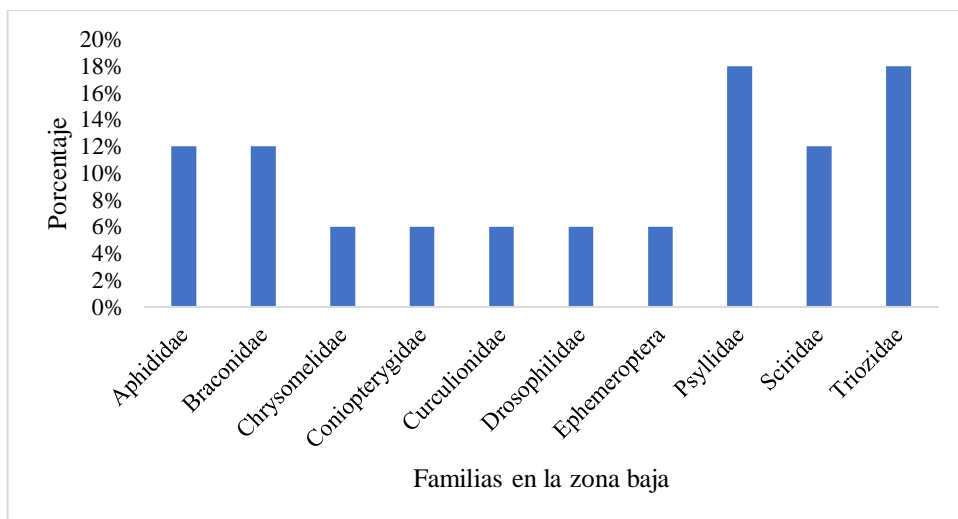


Gráfico 29-3. Familias de insectos encontradas en la zona baja

Fuente: AGROCALIDAD, 2021.

Realizado por: Maygalema L. 2021.

En lo que respecta a la zona baja, se identificaron familias como: Aphididae, Braconidae, Chrysomelidae, Coniopterygidae, Curculionidae, Drosophilidae, Psyllidae, Sciridae y Triozidae. Donde de igual forma es necesario recalcar que como en la zona alta, hubo 1 familia que no se pudo identificar del orden Ephemeroptera. En cuanto a la reincidencia en la zona se denota que las familias Psyllidae y Triozidae denotan el valor porcentual más alto con un 18% cada una, seguidas por las familias Aphididae, Braconidae y Sciridae con un valor de 12%, frente a las demás familias a las que corresponde el 6% (Gráfico 29-3).

Dentro de la proporción de diversidad de especies encontradas en cada zona, es necesario hacer énfasis en que en la zona alta se encuentra mayor cantidad de especies en cuanto a la zona baja, diferencia que se denota fuertemente en el número de familias, hallándose un total de 20 familias para la zona alta y 10 familias para la zona baja. Cabe destacar que dicho resultado se evidencia también en el apartado de las trampas amarillas.

De las familias de insectos encontradas en la zona alta, las que cumplen con rol funcional como parasitoides o depredadoras frente a plagas se detallan a continuación en la Tabla 26-3.

Tabla 26-3. Entomofauna encontrada en la zona alta

Zona	Lote	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Rol funcional
						<i>Thaumatomyia</i>	Depredador
Alta	1	Insecta	Diptera	Chloropidae	<i>Thaumatomyia</i>	sp. cf.	
Alta	1	Insecta	Hymenoptera	Platygasteridae	<i>Synospeas</i>	<i>Synospeas</i> sp.	Parasitoide
						<i>Necremnus</i>	Parasitoide
Alta	1	Insecta	Hymenoptera	Eulophidae	<i>Necremnus</i>	<i>artynes</i>	
						<i>Trichoides</i>	Parasitoide
Alta	2	Insecta	Coleoptera	Cleroidae	<i>Trichoides</i>	<i>apiarus</i>	
Alta	2	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus</i>	<i>Scymnus</i> sp.	Depredador
						<i>Lisiphlebus</i>	Parasitoide
Alta	2	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	<i>Lisiphlebus</i>	<i>testacaipes</i>	
							Depredadores y
Alta	3	Insecta	Hemiptera	Miridae	<i>Indeterminado</i>	Indeterminado	fitófagos

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Según Cuesta et al. (2014, p.56) *Thaumatomyia* sp. cf. perteneciente a la familia Chloropidae es un insecto depredador que habita en la zona radical de gramíneas donde devora pulgones; de igual forma la especie *Synospeas* sp. de la familia Platygasteridae de acuerdo a lo mencionado por Redagrícola (2017) esta corresponde un insecto parasitoide de gran importancia para la plaga *Prodidiplosis longifila*; en cuanto a la especie *Necremnus artynes*, esta tiene cualidades parasitoides frente a la plaga denominada *Tuta absoluta*; por otro lado en el caso de *Trichoides apiarus* de la

familia Cleroidae, como lo afirma El medi natural del Bages (2021) es un excelente parasitoide frente a himenópteros y especialmente en tártanos de *Apis mellifica*; de igual manera *Scymnus sp.* de la familia Coccinellidae, como lo refiere IVIA (2021a) este resulta ser un insecto depredador en estado adulto y larva, es más bien generalista pero prefiere pulgones; por consiguiente la especie *Lisiphlebus testaceipes* la cual pertenece a la familia Braconidae, es un insecto parasitoide solitario, inclinado esencialmente a parasitar géneros de pulgones como *Aphis*, *Brachycaudus* y *Myzus* (IVIA, 2021b); por ultimo dentro de la familia Miridae se rescata según Zumbardo y Azofeifa (2018, p.64) que sí existen especies depredadoras pero en menor medida, ya que generalmente son fitófagos, dichas especies tienden a alimentarse de huevos, larvas y ninfas de varias plagas como mosca blanca.

Dentro de estos, se destacan varias familias que se constituyen enemigos naturales de *Bactericera cockerelli* Sulc., detallándose la familia Coccinellidae y Miridae según lo afirmado por Pletsch (1947); Wallis (1955); Cranshaw (1993); Al-Jabar (1999); Butler et al. (2010); Butler y Trumble (2012a); Liu et al. (2012); citados en CABI (2021) donde se menciona que paratrioza es afectada generalmente por larvas de coccinélidos, míridos, nábidos, geocóridos, entre otros. Siendo *Tamarixia triozae* y *Methaphycus psyllidus* parasitoides y *Crysopa spp.*, *Hippodamia convergens*, *Nabis ferus* (L.), *Geocorisdecoratus* Uhler, *Orius spp.* depredadores confirmados (Bujanos y Ramos, 2015, p.35).

En cuanto a las familias de insectos encontradas en la zona baja, las que cumplen con rol funcional como parasitoides o depredadoras frente a plagas se detallan a continuación en la Tabla 27-3.

Tabla 27-3. Entomofauna encontrada en la zona baja

Zona	Lote	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Rol funcional
Baja	1	Insecta	Neuroptera	Coniopterygidae	<i>Indeterminado</i>	Indeterminado	Depredador
						<i>Lisiphlebus</i>	Parasitoide
Baja	1	Insecta	Hymenoptera	Braconidae	<i>Lisiphlebus</i>	<i>testaceipes</i>	

Realizado por: Maygalema L. 2021.

Al igual que en la zona alta, la especie *Lisiphlebus testaceipes* está presente en la zona baja, como se había mencionado esta pertenece a la familia Braconidae, parasita pulgones especialmente géneros como *Aphis*, *Brachycaudus* y *Myzus* (IVIA, 2021b). Por otro lado, dentro de la familia Coniopterygidae, tenemos especies netamente depredadoras de huevos de áfidos y cóccidos, ácaros y cochinillas (Contreras y Rosas, 2013, p.264).

Dentro de estas especies encontradas en la zona baja, no se registra la presencia de alguna especie o familia que constituya un enemigo natural de paratrioza, como los antes mencionados.

3.7. Entomopatógenos de paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en las dos zonas altitudinales del cantón Penipe (Puela – El Altar)

Luego del monitoreo respectivo en las dos zonas altitudinales del cantón Penipe (Puela – El Altar), para identificar la comparecencia de organismos con cualidades entomopatógenas, se encontró que la presencia de estos fue nula para y en cada uno de los 3 lotes de cada zona en estudio, ya que en las plantas seleccionadas no se pudieron hallar individuos (huevos, ninfas y adultos) de *Bactericera cockerelli* Sulc. que presenten síntomas de infección típicos causados por microorganismos en su mayoría fúngicos, específicamente *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, como lo menciona el MAG (2010, p.4) los cuales son entomopatógenos de paratrioza.

Dichos hongos se presentan de una forma particular en los individuos que infectan, como lo es el caso de *Beauveria bassiana* que como lo menciona SENASA (2014, p.7) los insectos que son colonizados por este entomopatógeno presentan una cobertura corporal de coloración blancuzca con textura algodonosa lo cual representa el micelio y esporas. En el caso de insectos afectados por *Metarhizium anisopliae*, según SENASA (2014, p.8) estos deberán presentar una cobertura corporal verde oscura la cual es propia y típica de esta especie, donde cabe recalcar que la misma presenta sus conidios basipétalos, de matiz blanco en un inicio y tornándose de color verde oscuro cuando maduran. Por último, para *Isaria fumosorosea*, según Bustillo (2001) citado en Wilberth (2009 p.16) las infecciones que produce en insectos hospederos se reconocen eficaz y rápidamente ya que los mismos deben mostrar una coloración rosa pálido en su cuerpo. Dicho todo esto, cabe mencionar que la infección fúngica de estos microorganismos en los insectos comienza cuando sus esporas son impregnadas en el tegumento del insecto, por consiguiente, las mismas examinan una zona óptima para poder instaurarse y constituir estructuras importantes que posibilitaran su colonización total, como lo son los túmulos germinativos y el apresorio (Wilberth, 2009, p.14).

Con ello, al no encontrar individuos de paratrioza que cumplan con estas cualidades notorias frente a la colonización de dichas especies o de otros entomopatógenos no registrados con otras características, fue nula la posibilidad de establecer cultivos en laboratorio para definir el microorganismo causal ya que no se contó con muestras en ninguna zona altitudinal.

Como lo menciona Hajek (1997) citado en Pucheta et al. (2006), en situación de campo abierto, hay algunos agentes de naturaleza abiótica que perjudican la viabilidad y constancia de las especies de hongos entomopatógenos, entre ellos se considera a los rayos UV, temperatura, humedad relativa y los productos agroquímicos como los fungicidas; en cuanto a la situación del hospedero

existe un fuerte factor limitante como lo es la cantidad nutricional que posea el insecto, ya que de esta dependerá netamente la persistencia del atacante.

Resaltado esto último, es óptimo detallar que los valores de temperatura y humedad relativa registrados en las dos zonas altitudinales no fueron óptimos para el correcto desarrollo de organismos fúngicos mencionados como entomopatógenos de *Bactericera cockerelli*. La temperatura en la zona alta se desarrolló en un rango de 10,51°C a 11,09 °C y de 85,88% a 89,62% de humedad relativa; en la zona baja la temperatura se acentuó en 10,11°C a 11,69°C y de 84,56% a 88,38% de humedad relativa.

Isaria fumosorosea, según Hall (1993) citado en Ortiz et al. (2011, p.43) menciona que este hongo completa su desarrollo de una forma oportuna en un rango de temperatura de 23°C a 25 °C, teniendo como valores mínimos de desarrollo a 15°C y 30°C, junto con esto el porcentaje de humedad relativa condicional para su germinación y esporulación se acentúa en el 100%, con una base del 92%. *Beauveria bassiana*, según Godoy et al. (2007) requiere del 90% de humedad relativa junto con un rango de temperatura de 15°C a 30°C. Así mismo, Berlanga et al. (2002, p.53) menciona que la temperatura ideal para el crecimiento de *B. bassiana* se determina en un rango de 24°C a 27°C, con un valor ideal de 25°C. Fargues et al. (1992) citado en Berlanga et al. (2002, p.53) afirma que *Metarhizium anisopliae* necesita un rango de temperatura de 25°C a 28°C para lograr un crecimiento óptimo, en cuanto a la humedad relativa como lo manifiesta Walstad et al. (1970) citado en Salvador (2006, p.20), es efectivo un 100% y valores de 0% a 85% tienden a mermar el desarrollo. Con ello, se puede determinar que los valores de temperatura y humedad relativa de ambas zonas no fueron adecuados para el desarrollo de los mencionados entomopatógenos ya que en comparación a los niveles adecuados estos fueron insuficientes o muy bajos.

Complementando esto, la total inexistencia de microorganismos entomopatógenos en las dos zonas altitudinales del cantón Penipe (Puela – El Altar), también se involucra con la indiscriminada aplicación de agroquímicos sin restricciones e irrespetando la frecuencia sugerida, en ambas zonas altitudinales, entre ellos destacándose fungicidas como “EURO”, “PROMESS” y “TITL”.

Teniendo EURO como ingrediente activo a Mancozeb y Dimethomorph, es un fungicida de carácter sistémico con acción protectante (Del Monte, 2020); y que según la FRAC (2019, pp.16-18) para el caso de Mancozeb, este pertenece al grupo de los ditiocarbamatos y su modo de acción esta determinado en productos químicos con actividad multisitio, por otro lado Dimethomorph pertenece al grupo de los fungicidas CAA (Amidas del Ácido Carboxílico) y su modo de acción radica en la biosíntesis de la pared celular.

Por otro lado, PROMESS, teniendo como ingrediente activo a Propamocarb clorhidrato, es un fungicida de carácter sistémico con acción preventiva (EDIFARM, 2018), y que como menciona la FRAC (2019, p.15) pertenece al grupo de los carbamatos y su modo de acción se establece en la síntesis de lípidos e integridad de la membrana.

TILT, tiene como ingrediente activo a Propiconazol, el cual es un fungicida sistémico (SYNGENTA, 2017), y según la FRAC (2019, p.16) pertenece al grupo de los triazoles y su modo de acción se basa en la biosíntesis de esterol en las membranas.

Cada uno de los entomopatógenos mencionados que controlan paratrioza, como lo son *Isaria fumosorosea*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* pertenecen a la división Ascomycota, por lo cual dentro de los tres productos que se aplica en la zona de estudio el único que afecta su óptimo desarrollo de estos hongos es “TILT” teniendo Propiconazol como ingrediente activo, y como menciona la FRAC (2019, p.4) el mismo que se encuentra dentro del grupo de los triazoles y su modo de acción radica en la inhibición de la biosíntesis de esterol en las membranas, dentro de la división Ascomycota y Basidiomycota los esteroides son compuestos que les otorgan estabilidad y un dominio de su permeabilidad. Por otro lado, los ingredientes activos de “EURO” Y “PROMESS” como lo son Dimethomorph y Propamocarb clorhidrato según Gepp et al. (2011, p.6) corresponden a fungicidas de acción específica para Oomycetes.

El producto “TILT” sugiere una frecuencia de aplicación de 18 a 21 días (SYNGENTA, 2017), situación que se ve incumplida por los agricultores de los lotes en estudio que según sus relatos estos se aplican cada semana y a veces hasta menos, factor que hace muy fácil el hecho de la nula presencia de hongos con actividad beneficiosa en las plantaciones.

CONCLUSIONES

En la zona alta, la mayor población de paratíoxa (*Bactericera cockerelli* Sulc.) se denotó en estado de huevo a diferencia de ninfas y adultos, encontrándose en el primer muestreo con un promedio máximo de 7,64, donde se registró de igual forma un mayor incremento de la temperatura con un valor máximo de 11,09 °C y de humedad relativa con un valor máximo de 89,62%. En cuanto a la cantidad de ninfas, esta cifra fue ínfima siendo el valor máximo 0,03 encontrado únicamente en el segundo muestreo, donde se denotó una temperatura de 11,08 °C y 88,75% de humedad relativa, siendo estos últimos valores altos y relativamente semejantes a los máximos. Por otro lado, la cantidad de adultos fue máxima en el primer muestreo con un valor de 0,08, donde encontramos el valor máximo de la temperatura con 11,09 °C y de humedad relativa con 89,62%, al igual que el momento de la mayor presencia de huevos.

En la zona baja al igual que en la zona alta la mayor población del vector se denota en estado de huevo a diferencia de ninfas y adultos, encontrándose en el tercer muestreo con un promedio máximo de 55,22, con un valor de temperatura de 10,80 °C y humedad relativa de 86,31 %. En cuanto a la cantidad de ninfas, esta cifra fue ínfima siendo el valor máximo 0,17 encontrado únicamente en el primer muestreo, donde se denotó una temperatura de 11,62 °C y 87,81% de humedad relativa. Por otro lado, la cantidad de adultos fue máxima en el tercer muestreo con un valor de 0,50, donde la temperatura con un valor de 10,80 °C y humedad relativa con 86,31%, al igual que el momento de la mayor presencia de huevos.

Tanto en la zona alta como en la zona baja se encontraron factores externos como la presencia de malezas hospederas como fue el chamico y la aplicación constante de insecticidas sistémicos y de contacto, que impidieron conocer la influencia real de las variables climáticas (temperatura y humedad relativa) frente la variación poblacional de paratíoxa.

La prueba de U Mann-Withney para muestras independientes aplicada con el 95% de confianza y 5% de error en los cinco muestreos realizados a los tres lotes en cada zona altitudinal para huevos, ninfas y adultos de paratíoxa respectivamente; en el caso de huevos en la zona alta y baja la prueba arrojó valores de $p < 0,05$, resultando lo mismo para ninfas y adultos, lo que indicó que en las zonas altitudinales no se encontraron diferencias significativas para individuos de paratíoxa, lo que respecta en la aceptación de la hipótesis nula y rechazo de la hipótesis alternante. La mayor concentración de huevos de paratíoxa (*Bactericera cockerelli* Sulc.) dentro de la "T" delimitada en cada uno de los lotes en la zona alta y baja se acentuó en el interior de la plantación.

Al contrario de lo que se esperaba, en las trampas amarillas se logró reconocer únicamente en la zona baja la presencia de un adulto de paratrioza y en mayor conglomeración a insectos especialmente de la familia Diptera, seguidos por las familias Neuroptera, Lepidóptera, Coleoptera, Himenóptera, Ephemeroptera y Hemiptera constatadas en ambas zonas, siendo predominantes en mayor medida en la zona alta.

En la zona alta y baja se registró en total 8 órdenes, 24 familias, 27 géneros y 40 especies de insectos, encontrándose su mayor diversidad en la zona alta. Dentro de las cuales, en la zona alta se verificó especies depredadoras pertenecientes a las familias Chloropidae, Coccinellidae y Miridae; y parasitoides de las familias Platygasteridae, Eulophidae, Cleroidae y Braconidae. En la zona baja, se presencié únicamente a depredadores de la familia Coniopterygidae y parasitoides de la familia Braconidae. Aunque se haya detectado la presencia de familias parasitoides y depredadoras, no se logró revelar la presencia de enemigos naturales de paratrioza avalados como son los parasitoides *Tamarixia triozae* y *Methaphycus psyllidus*, y depredadores como *Crysopa* spp., *Hippodamia convergens*, *Nabis ferus* (L.), *Geocorisdecoratus* Uhler y *Orius* spp.

En ambas zonas altitudinales no se halló la existencia de huevos, ninfas y adultos que presenten síntomas de infección típicos de organismos entomopatógenos de paratrioza.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que los muestreos de la población de paratrioza dentro de la zona de estudio en el cantón Penipe (Puela – El Altar) deben seguir siendo ejecutados de forma semanal para evaluar de forma más precisa la variación de la población del psílido.

Se sugiere considerar el hecho de ejecutar ensayos empleando un manejo orgánico del cultivo frente al vector, para no tener la influencia de la aplicación de los insecticidas durante los muestreos.

Se recomienda replicar el ensayo en períodos diferenciados, es decir tanto en épocas lluviosas y en épocas secas, para conocer de una forma más específica la fluctuación del psílido.

Se aconseja efectuar la identificación de la vegetación nativa presente en las zonas ya que podría estimarse como un agente atractivo e importante dentro de la fluctuación del insecto. En sí, se recomienda estudiar todos los factores que complementan la plantación ya que cada uno puede tener algún grado de significancia dentro de los resultados.

Se recomienda en estudios posteriores probar trampas amarillas que posean un área mayor ya que en este estudio no se obtuvieron resultados favorables con dicho procedimiento, aunque este método práctico haya sido comprobado según la literatura.

Se recomienda de forma necesaria dentro de cultivos de tomate de árbol comerciales que se procure la nula existencia de plantas silvestres en forma de malezas como el chamico (*Datura stramonium* L.) y la hierba mora (*Solanum nigrum* L.), las cuales son principales hospederas de la plaga; así mismo evitar la cercanía de las plantaciones frente a lotes abandonados del mismo cultivo ya que tienden a ser un foco de infección; y por último evitar cultivar varias especies de la misma familia del tomate de árbol, es decir las solanáceas ya que también son hospederas del vector especialmente la papa, uvilla, ají entre otras más cultivadas.

Es recomendable hacer una búsqueda exhaustiva en toda el área de la plantación al momento de emprender la búsqueda de entomopatógenos y entomofauna benéfica, de igual forma es necesario repetir el proceso varias veces, todo ello ya que es necesario tener datos específicos y confiables.

Es recomendable que se ejecuten los muestreos al interior de las plantaciones, ya que esta es la zona donde más se concentra paratrioza.

GLOSARIO

Depredador: son organismos que atacan a varios ejemplares de insectos, alimentándose de una gran pluralidad de presas en la duración de su vida (Smith y Capinera, 2019, p.1). Mayoritariamente son mas grandes que sus presas y no son específicos en su elección, atacandolas en sus cualquiera de sus estados biológicos. Consumen abundantes insectos durante el transcurso de su desarrollo (Interempresas, 2005).

Entomofauna: es la fauna constituida por insectos y demás artrópodos (SENSAGENT, 2021). Así mismo (Merriam-Webster, 2021) menciona que la entomofauna corresponde a insectos vivos presentes en una determinada región.

Entomopatógenos: Son microorganismos como hongos, bacterias y virus que tienen la capacidad de atacar y afectar insectos, pueden ser obligados o facultativos, poseen una gran habilidad de esporulación, sobrevivencia en diferentes ecosistemas y de impregnación en el tegumento de sus víctimas (Allendes, 2007; citado en García et al., 2008, p.25). Existen alrededor de 100 géneros de organismos entomopatógenos, entre ellos están: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Hirsutella*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, entre otras (Monzón, 2001; Asaff et al., 2002; Pucheta, 2006; citados en García et al., 2008, p.25).

Fluctuación: corresponde al hecho y consecuencia de fluctuar, definiéndose, así como la modificación o variación de datos (ConceptoDefinición, 2021).

Parasitoide: son insectos que en su período de larva se nutren y se desenvuelven en el interior de su hospedero el cual es otro organismo invertebrado el cual generalmente muere. Cuando los parasitoides son adultos, solamente se sostienen de agua o néctar (Ríos, 2011, p.20). Su función inicia cuando la hembra oviposita al interior o cerca del organismo hospedante (Jofre, 2011, p.4).

Paratrioza: la paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es un insecto del orden Hemiptera considerada plaga ya que se alimenta de las plantas hospederas (Solanáceas) y ocasiona afecciones directa e indirectamente, de manera directa a través de la inyección de toxinas por parte de ninfas causando afecciones como clorosis y pérdida de vigor, y de forma indirecta por la transmisión de fitoplasmas y bacterias (MAG, 2010, p. 2).

Trampa etológica: es un instrumento empleado para verificar la comparecencia de insectos de interés o para definir su incidencia y afluencia en cada época, todo ello para precisar el efectivo control (PSI SIERRA, 2016).

BIBLIOGRAFÍA

AGROCALIDAD. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. Agrocalidad certificó el primer envío de tomate de árbol hacia Estados Unidos. [En línea] 2019. [Consulta: 2 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/tomate-de-arbol/>

AGROCALIDAD. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. Agrocalidad detecta plaga en Loja. [En línea] 2020. [Consulta: 31 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad-detecta-plaga-en-loja/>

AGROCALIDAD. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. Experiencias en el manejo de PMP y del psílido de la papa en Ecuador. [En línea] 2020. [Consulta: 31 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2020/01/V.-Tipan-Day-2.pdf>

AGROTA. Insecticida SINODAFEN – Diafenturon 25% EC (Emulsión Concentrada). [En línea] 2021. [Consulta: 7 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://agrota.com.ec/linea-plaguicidas/sinodafen/>

ALVARENGA, Luis; et al. Estudio de la dinámica poblacional del psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*: Hemiptera:Psyllidae) en el cultivo de Limón Pérsico (*Citrus latifolia Tanaka*) en tres fincas comerciales del municipio de San Juan Opico, La Libertad en El Salvador. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad de El Salvador (El Salvador). 2020. pp. 5-6. [Consulta: 28 de septiembre de 2021.] Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/22010/2/Articulo%20cient%20C3%ADfico.pdf>

BALZARINI, Mónica; et al. Infostat: manual del usuario. [En línea] 2008. [Consulta: 7 de diciembre de 2021.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_del_usuario

BERLANGA, Angélica & HERNÁNDEZ, Víctor. “Efecto de la temperatura sobre el crecimiento y la virulencia de *Metarhizium anisopliae*, *M. a.* var. *acridum* y *Beauveria bassiana* en *Schistocerca piceifrons piceifrons*”. *Manejo Integrado de Plagas*. [En línea], 2002, (Costa Rica) (63), p. 53. [Consulta: 23 de febrero de 2022.]. Disponible en: http://www.sidalc.net/repdoc/A2101E/A2101E.PDF?fbclid=IwAR2BPGGGrmg00jeb5Anjzen6Jf355wHuyAorLZbC9M_abkhLKEY6ZPuOoGNU

BUJANOS, Rafael & RAMOS, César. *El psílido de la papa y tomate Bactericera (=Paratrioza) cockerelli (Sulc) (Hemiptera: Triozidae): ciclo biológico; la relación con las enfermedades de las plantas y la estrategia del manejo integrado de plagas en la región del OIRSA* [En línea]. Organismo internacional regional de sanidad agropecuaria, México: Corporativo Editorial Tauro S.A. de C.V., 2015. [Consulta: 30 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://www.oirsa.org/contenido/Manual%20Bactericera%20Cockerelli%20version%201.3.pdf>

CABI. *Bactericera cockerelli* (psílido del tomate / papa). [En línea] 2021. [Consulta: 31 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643#tohistoryOfIntroductionAndSpread>

CAICEDO, Carolina. Evaluación de la presencia de alcaloides en tres estados fenológicos del fruto de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) injerto en palo bobo (*Nicotiana glauca*), en Tungurahua. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Ambato (Ecuador). 2021. p. 13. [Consulta: 2 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32424/1/Tesis-269%20%20Ingenier%3%ada%20Agron%3%b3mica%20-%20Mishell%20Caicedo.pdf>

CALVO, Iván. Cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*). [En línea] 2009. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0982.pdf>

CAMARENA, Gonzalo & DE LA TORRE, Rafael. “Fitoplasmas: síntomas y características moleculares”. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* [En línea], 2008, (México) 14 (2), pp. 82-83. [Consulta: 24 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v14n2/v14n2a2.pdf>

CARRANZA, Galo. Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de cinco extractos vegetales (ev) contra *Colletotrichum* spp. aislado de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Ambato (Ecuador). 2017. p. 10. [Consulta: 3 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25210/1/Tesis-156%20%20Ingenier%3%ada%20Agron%3%b3mica%20-CD%20477.pdf>

CCB. Cámara de Comercio de Bogotá. Manual tomate de árbol. [En línea] 2015. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14308/Tomate%20de%20arbol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHAÑAG, Harold; et al. “Evaluación de genotipos de tomate de árbol [*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.] frente al ataque de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary sensu lato”. *Revista colombiana de Ciencias Hortícolas* [En línea], 2017, (Colombia) 11 (1), p. 11. [Consulta: 1 de septiembre de 2021.] Disponible en:

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/4725/pdf

CONCEPTODEFINICIÓN. Fluctuación. [En línea] 2021. [Citado el: 10 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/fluctuacion/>

CONTRERAS, Atilano & ROSAS, María. “Biodiversidad de Neuroptera en México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad* [En línea], 2013, (México), p. 267. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v85sene/v85senea32.pdf>

CUESTA, A; et al. “Diversidad y abundancia de la entomofauna auxiliar en la parcela ecológica del campo de experiencias de ANECOOP, S.Coop en la Masía del doctor en Museros (Valencia)”. *PHYTOMA* [En línea], 2014, (España), p. 56. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: https://www.phytoma.com/images/pdf/257_Hortícolas_ANECOOP.pdf

DÁVILA, María. Estudio de factibilidad para la producción de tomate de árbol en la provincia de Imbabura y su comercialización en los mercados del distrito metropolitano de Quito. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Ecuador). 2016. p. 3-4. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9992/1/T-UCE-0003-AE021-2016.pdf>

DEL MONTE. EURO. [En línea] 2020. [Consulta: 29 de noviembre de 2021.] Disponible en: <https://www.delmontecuador.com/tienda/producto/euro/>

DELGADO, Juan; e al. “*Candidatus Liberibacter solanacearum* patógeno vascular de solanáceas: Diagnóstico y control”. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*. [En línea], 2019, (México) 22. [Consulta: 23 de febrero de 2022.] ISSN: 1405-888X. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405888X2019000100206&script=sci_arttext&fbclid=IwAR3nBJ-UKaJdegSDYTKnqqYNkEoSzPXw7Xd7cmtOQhu2GZBk8VFOxFsip6c

DÍAZ, Lourdes; et al. “Sostenibilidad social de los subsistemas productivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en el Cantón Guachapala, Provincia de Azuay – Ecuador”. *Ecología Aplicada*. [En línea], 2017, (Perú) 16 (2). [Consulta: 1 de septiembre de 2021.] ISSN: 1726-2216.

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162017000200004&script=sci_arttext&tlng=pt

EDIFARM. AGRESOR. [En línea] 2021. [Consulta: 7 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://quickagro.edifarm.com.ec/quickagro/indexframe.php>

EDIFARM. ALPHACOR. [En línea] 2021a. [Consulta: 7 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://quickagro.edifarm.com.ec/quickagro/indexframe.php>

EL COMERCIO. Todo el año hay tomate de árbol. [En línea] 2011. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ano-hay-tomate-de-arbol.html>

EL MEDI NATURAL DEL BAGES. Escarabajo ajedrezado. [En línea] 2021. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://elmedinaturaldelbages.cat/es/species/escarabajo-ajedrezado-trichodes-apiarius-es/>

EL PRODUCTOR. Cultivo de tomate de árbol. [En línea] 2017. [Consulta: 1 de febrero de 2022.] Disponible en: <https://elproductor.com/2017/07/cultivo-de-tomate-de-arbol/>

ESPINOZA QUISAGUANO, Julio David. Evaluación de tres estrategias de manejo de Punta Morada de la Papa en dos categorías de semilla en Tumbaco Pichincha. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Ecuador). 2020. p. 8. [Consulta: 30 de agosto de 2021.] Disponible en: <http://200.12.169.19:8080/bitstream/25000/21456/1/T-UCE-0004-CAG-245.pdf>

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Presencia de *Bactericera cockerelli* en Ecuador. [En línea] 2019. [Consulta: 22 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.ippc.int/es/countries/ecuador/pestreports/2019/03/presencia-de-bactericera-cockerelli-en-ecuador/>

FEICÁN, C; et al. “Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.)”. *AGROPRODUCTIVIDAD*. [En línea], 2016, 9 (8), pp. 78-86. [Consulta: 1 de septiembre de 2021.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/312938646_DESCRIPCION_AGRONOMICA_DEL_CULTIVO_DE_TOMATE_DE_ARBOL_Solanum_betaceum_Cav

FERNÁNDEZ, Elsie. Estudio y manejo de escoba de brujas y clorosis letal en líneas de tomate de árbol en Tumbaco-Pichincha. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Ecuador). 2020. p. 6. [Consulta: 24 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21457/1/T-UCE-0004-CAG-246.pdf>

FERRIOL, Xenia; et al. “Los fitoplasmas. características generales y sintomatología que producen en las plantas”. *Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical*. [En línea], 2016, (Cuba) 33 (1). [Consulta: 24 de enero de 2021.] ISSN: 1607-5072. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322398654_LOS_FITOPLASMAS_CHARACTERISTICAS_GENERALES_Y_SINTOMATOLOGIA_QUE_PRODUCEN_EN_LAS_PLANTAS.

FLORES, Eric; et al. “El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada”. *Revista alergia México*. [En línea], 2017, (México) 64 (3). [Consulta: 17 de noviembre de 2021.] ISSN: 2448-9190. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S244891902017000300364&lng=es&nrm=iso

FLORES, Patricia. Proyecto para la producción de tomate de árbol en San Gabriel, provincia del Carchi y su comercialización en los principales mercados de la ciudad de Quito. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Ecuador). 2005. p. 1. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2311>.

FRAC. Grupo de trabajo para la prevención de resistencia a fungicidas. Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción. [En línea] 2019. [Consulta: 28 de noviembre de 2021.] Disponible en: https://fmcagro.es/img/folleto_Clasificaci%C3%B3nde%20fungicidas%20y%20bactericidas%20seg%C3%BAne%20el%20modo%20de%20acci%C3%B3n.pdf.

GAD El Altar. Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia El Altar. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. [En línea] 2021. [Consulta: 27 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://docplayer.es/92404529-Gobierno-autonomo-descentralizado-de-la-parroquia-el-altar-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial.html>.

GAD Puela. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Puela. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. [En línea] 2015. [Consulta: 27 de septiembre de 2021.] Disponible en:
http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660823260001_DIAGNOSTICO_PDYOT_2015_PARROQUIA_PUELA_24-06-2015_14-49-02.pdf.

GADP. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Penipe. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Penipe. [En línea] 2014. [Consulta: 27 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://penipe.gob.ec/index.php/canton/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-penipe>.

GAMARRA, Heidy; et al. Modelo Fenológico de *Bactericera cockerelli* para evaluar el riesgo de su propagación utilizando la herramienta “Insect life cycle modelling (ILCYM)”. [En línea] 2019. [Consulta: 23 de enero de 2021.] Disponible en: <https://nrxms1019hx1xmtstxk3k9sko-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/Phenology-and-pest-risk-Bactericera-cockerelli-Heidy-Gamarra-October-2019.pdf>.

GARCÍA, Manuel; et al. “Hongos Entomopatógenos como una alternativa en el control Biológico”. *Kulxubkab’*. [En línea], 2008, (México) 15 (27), p. 25. [Consulta: 23 de febrero de 2022.] ISSN: 1665-0514. Disponible en:
https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/846/709?fbclid=IwAR2eZO6JIfqnUzkSURmN_OoKFXq1v_R3MYJFwMF4NsDdQDW9NSLXpHHxPTo

GEPP, Vivienne & Mondino, Pedro. Apuntes sobre fungicidas. [En línea] 2011. [Citado el: 23 de febrero de 2022.] Disponible en:
http://www.pv.fagro.edu.uy/cursos/pvh/DocsPVH/Apuntes_Fungicidas.pdf?fbclid=IwAR1mYkR0C0bFxCQ8PyPmPbUOxvgQ-A1J7F47w_CHW5F3QUMdfyEQsU4ZL4Q

GODOY, J; et al. “Determinación de temperatura y humedad óptima para la germinación y esporulación de cinco aislamientos de *Beauveria bassiana*”. *Revista de la Facultad de Agronomía*. [En línea], 2007, (Venezuela) 24 (3). [Consulta: 22 de febrero de 2022.] ISSN: 0378-7818. Disponible en:

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182007000300002&fbclid=IwAR0z5pr0x77zWaBDDFDbOGnNyBq71NvAjdXa1mqGbj50Pyd1jyaVzCCTLkU#:~:text=Los%20hongos%20requieren%20de%20cierta,%25%20\(1%2C2\)](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037878182007000300002&fbclid=IwAR0z5pr0x77zWaBDDFDbOGnNyBq71NvAjdXa1mqGbj50Pyd1jyaVzCCTLkU#:~:text=Los%20hongos%20requieren%20de%20cierta,%25%20(1%2C2))

GUACÁN, Susana. Evaluación de la dinámica poblacional de *Bactericera cockerelli* Šulc. en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la parroquia La Esperanza, Imbabura. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica del Norte (Ecuador). 2021. p. 17. [Consulta: 5 de enero de 2022.] Disponible en:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11427/2/03%20AGP%20294%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Tomate de árbol (*Solanum betaceum*). [En línea] 2018. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: http://www.procisur.org.uy/adjuntos/01e8c39fb854_e-arbol-PROCISUR.pdf.

INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. Enfermedades, nemátodos e insectos plaga del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). [En línea] 2008. [Consulta: 22 de enero de 2021.] Disponible en:

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/513/5/iniapscbt115.pdf>.

INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. Fortalecimiento de la investigación para mejorar la productividad y calidad de la naranjilla y tomate de árbol, en el Ecuador. [En línea] 2019. [Consulta: 1 de septiembre de 2021.] Disponible en: https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2020/08/Proyecto%20Solanaceas_AECID.pdf.

INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. Guía de manejo de la punta morada de la papa. [En línea] 2018. [Consulta: 23 de enero de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5345>.

INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. Introducción: Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). [En línea] 2014. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rtomatea>.

INIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. Manual guía del cultivo de tomate de árbol en Ecuador. [En línea] 2004. [Consulta: 22 de enero de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2753/1/iniapscm65S3.pdf>.

INTEREMPRESAS. Entomofauna. [En línea] 2005. [Citado el: 14 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/77050-Predadores-o-parasitoides.html>

IVIA. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Lysiphlebus testaceipes*. [En línea] 2021. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://gipcitricos.ivia.es/lysiphlebus-testaceipes.html>.

IVIA. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Scymnus spp.* [En línea] 2021. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://gipcitricos.ivia.es/scymnus-spp.html>.

JIMÉNEZ, Edgardo; et al. “*Bactericera cockerelli* Sulc. (Hemíptera: *Triozidae*) causante de punta morada (*Candidatus liberibacter, solanacearum*) en papa (*Solanum tuberosum* L.) en Estelí, Nicaragua”. *La Calera* [En línea], 2021, (Nicaragua) 21 (36). [Consulta: 1 de febrero de 2022.] Disponible en: <https://lamjol.info/index.php/CALERA/article/download/11832/13724/43449>

JOFRÉ, Nélica. “Los insectos parasitoides y su utilización en el control biológico de plagas forestales”. *Manejo Integrado de Plagas Forestales*. [En línea], 2011, (Argentina) (11). [Consulta: 10 de diciembre de 2021.] ISSN 1851-4103. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cuadernillo_11_-_los_insectos_parasitoides_y_s.pdf

KOPPERT. Paratrioza (Pulgón saltador de la papa/tomate). [En línea] 2021. [Consulta: 23 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.koppert.ec/retos/psilidos/paratrioza-pulgón-saltador-de-la-papatomate/>.

LOS ANDES. Productores de papas en proceso de capacitación. [En línea] 2019. [Consulta: 23 de enero de 2021.] Disponible en: <https://www.diariolosandes.com.ec/productores-de-papas-en-proceso-de-capacitacion/>

LUCAS, Katusca; et al. Creación de una empresa de producción, comercialización y exportación de tomate de árbol en el área de Sangolquí, provincia de Pichincha. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador). 2011. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/10689>

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería. SFE desarrolla Plan de Acción ante la cercanía de la Paratrioza (*Bactericera cockerelli* Sulc.). *Actualidad Fitosanitaria*. [En línea], 2010, (Costa Rica) (45), pp. 2-4. [Consulta: 22 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0045.pdf>

MANOBANDA, Alexandra. Bioecología de *Bactericera cockerelli* (sulc.) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato (Ecuador). 2020. p. 6. [Consulta: 15 de septiembre de 2021.] Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31417/1/003%20Tesis%20maestr%C3%ADas%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20-%20Manobanda%20Maribel%20%20.pdf>

MAPA. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Programa nacional para la aplicación de la normativa fitosanitaria. [En línea] 2015. p. 14 [Consulta: 23 de diciembre de 2021.] Disponible en:

https://www.ailimpo.com/documentos/06_PLAN_CONTINGENCIA_MAGRAMA_DIAPHORINA_CITRI.PDF

MASAPANTA, Joselyn. Monitoreo de *Bactericera cockerelli* en dos variedades de papa bajo manejo fitosanitario no químico en el cantón Pedro Moncayo. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Ecuador). 2020. p. 10. [Consulta: 8 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21982/3/T-UCE-0004-CAG-278.pdf>

MEDINA, Guillermo; et al. “Reporte agrometeorológico mayo de 2016”. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*. [En línea], 2016, (México) 1 (152). [Consulta: 3 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://zacatecas.inifap.gob.mx/folletos/Folleto-2016-05.pdf>

MERRIAM-WEBSTER. Entomofauna. [En línea] 2021. [Citado el: 14 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://meaning88.com/dictionary/entomofauna>

MONARES, Jesús. Fluctuación poblacional de insectos-plaga en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) variedad Aníbal en tres sistemas de control de plagas. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (México). 2015. p. 11. [Consulta: 3 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7832/JESUS%20ANDRES%20MONARES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORENO, Carlos; et al. “Cadena de valor en la red de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Ecuador”. *Agronomía Mesoamericana* [En línea], 2020, (Ecuador) 31 (1), pp. 13-29. [Consulta: 1 de febrero de 2022.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43761812002/html/>

MOSQUERA, Jairo. Respuesta fisiológica del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) a diferentes regímenes hídricos y niveles de fertilizante, en un suelo andisol del departamento de Nariño. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de Colombia (Colombia). 2020. pp. 19-20. [Consulta: 2 de septiembre de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78719/12973822.2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NASA POWER. POWER single point. [En línea] 2021. [Consulta: 29 de noviembre de 2021.] Disponible en: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

OLOVACHA, Gustavo. Evaluación de extractos vegetales de zorroyuyo (*Tagetes zypaquirensis*) Higuierilla (*Ricinus communis*) para el control in vitro de paratrypanosoma (*Bactericera cockerelli* Sulc). [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Ambato (Ecuador). 2020. p. 22. [Consulta: 31 de agosto de 2021.] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31552/1/Tesis-258%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20CD%20675%20Olovacha%20Gustavo.pdf>

ORTIZ, M; et al. “Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el desarrollo de los hongos entomopatógenos”. *Revista Biociencias*. [En línea], 2011, (México), p. 43. [Consulta: 23 de febrero de 2022.]. Disponible en: [http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/download/14/12#:~:text=Para%20este%20hongo%20la%20humedad,insecto%20\(Fransen%201987\).&text=a%2027%20B0C%20y,Hern%C3%A1ndez%20et%20al%201995\)](http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/download/14/12#:~:text=Para%20este%20hongo%20la%20humedad,insecto%20(Fransen%201987).&text=a%2027%20B0C%20y,Hern%C3%A1ndez%20et%20al%201995))

OTERO, Carlos; et al. Cambios fisiológicos, texturales, fisicoquímicos y microestructurales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) en poscosecha. *VITAE*. [En línea], 2007, (Colombia) 14 (2). [Consulta: 21 de enero de 2021.] ISSN: 0121-4004. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169815389002.pdf>

PERACHIMBA, Amanda. Evaluación de población segregante de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) con tolerancia/resistencia a *Colletotrichum tamarilloi*. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Ecuador). 2018. p. 16. [Consulta: 21 de enero de 2021.] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15201>

PSI SIERRA. 2016. Guía sobre Manejo Integrado de plagas. Control Etológico. [En línea] 2016. [Citado el: 10 de diciembre de 2021.] https://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Control_etologico.pdf

PUCHETA, Micaela; et al. “Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos”. *Interciencia*. [En línea], 2006, (Venezuela) 31 (12). [Consulta: 24 de noviembre de 2021.] ISSN 0378-1844. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006

QUISPE, Adrián; et al. *Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica* [En línea]. Colombia: Eidec, 2019. [Consulta: 17 de noviembre de 2021.] Disponible en: <https://www.editorialeidec.com/wp-content/uploads/2020/01/Estad%C3%ADstica-no-param%C3%A9trica-aplicada.pdf>

REA, Elsie. Estudio y manejo de escoba de brujas y clorosis letal en líneas de tomate de árbol en Tumbaco-Pichincha. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Quito-Ecuador). 2020. p. 8. [Consulta: 22 de febrero de 2022.] Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21457/1/T-UCE-0004CAG246.pdf?fbclid=IwAR0Z7t9jm3l2eSJ_oq1xsXMAtdl46yZgRvwwwScMapjKWdI0eaxw8BUg9M

REDAGRÍCOLA. Plaga clave en los capsicums en el norte del Perú. [En línea] 2017. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: <https://www.redagricola.com/pe/plaga-clave-en-los-capsicums-en-el-norte-del-peru/>

RIOS, Leticia. “¿Qué son los parasitoides?”. *Revista Ciencia*. [En línea], 2011, (México). [Consulta: 14 de diciembre de 2021.] Disponible en:
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.pdf

RUBIO, Oswaldo; et al. Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México. [En línea] 2013. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/270219398_Manejo_integrado_de_la_punta_morada_de_la_papa_en_el_estado_de_Mexico

SCHAPER, Elida. Proceso de Arribo de *Bactericera cockerelli* (Sulc) y su Relación con la Aparición de Síntomas de Punta Morada en el Cultivo de la Papa *Solanum tuberosum* L. en Coahuila y Nuevo León. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (México). 2012. p. 3. [Consulta: 22 de enero de 2021.] Disponible en:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4357/T19436%20SCHAPER%20SIFUENTES%20%20ELIDA%20BERENICE%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SENASA. Servicio Nacional de Sanidad Agraria Perú. Manual de producción y uso de hongos entomopatógenos. [En línea] 2014. [Consulta: 24 de noviembre de 2021.] Disponible en:
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2017/09/Manual-de-Producci%C3%B3n-y-Uso-de-Hongos-Entomopat%C3%B3genos.pdf>

SYNGENTA. TILT. [En línea] 2017. [Consulta: 29 de noviembre de 2021.] Disponible en:
<https://www.syngenta.com.mx/product/crop-protection/fungicida/tiltr-250-ce>

VALLEJO, Marjorie. Caracterización filogenética y molecular de ‘*Candidatus Liberibacter solanacearum*’ en cuatro especies de la familia Solanáceae. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador (Quito-Ecuador). 2020. p. 7. [Consulta: 22 de febrero de 2022.] Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21454/1/T-UCE-0004-CAG254.pdf?fbclid=IwAR0z2qKYVGPDEOMREYx7oMrKDjBSIPAX8EnDGxj8CeoS39Y9Lm6_XCawU

VÁSQUEZ, Erick & VILLATORO, William. Análisis de distribución espacial, comportamiento de *Bactericera cockerelli* (Sulc), y presencia de *Candidatus liberibacter solanacearum*, en Quetzaltenango. [En línea] 2019. p. 61. [Consulta: 4 de diciembre de 2021.] Disponible en: http://cunori.edu.gt/descargas/Informe_final_bactericera.pdf

WILBERTH, Chan-Cupul. Caracterización fisiológica y molecular de *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith y su patogenicidad en estadios inmaduros de *Bemisia tabaci* (Gennadius). [En línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán (México). 2009. p. 16. [Consulta: 24 de noviembre de 2021.] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328615790_CHARACTERIZACION_FISIOLOGICA_Y_MOLECULAR_DE_Paecilomyces_fumosoroseus_WIZE_BROWN_SMITH_Y_SU_PATOGENICIDAD_EN_ESTADIOS_INMADUROS_DE_Bemisia_tabaci_GENNADIUS

YANCHATIPAN, Doris. Monitoreo del psílido *Bactericera cockerelli* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el campus CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Salache, 2020. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador). 2020. p. 15. [Consulta: 1 de septiembre de 2021.] Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7047>

ZUMBARDO, Manuel & AZOFEIFA, Daniela. *Guía básica de entomología: Insectos de importancia agrícola* [En línea]. Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO), 2018. [Consulta: 2 de diciembre de 2021.] Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-109>


Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: HUEVOS DE *Bactericera cockerelli* Sulc. ENCONTRADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO B: NINFA DE *Bactericera cockerelli* Sulc. ENCONTRADA EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO C: ADULTO DE *Bactericera cockerelli* Sulc. ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



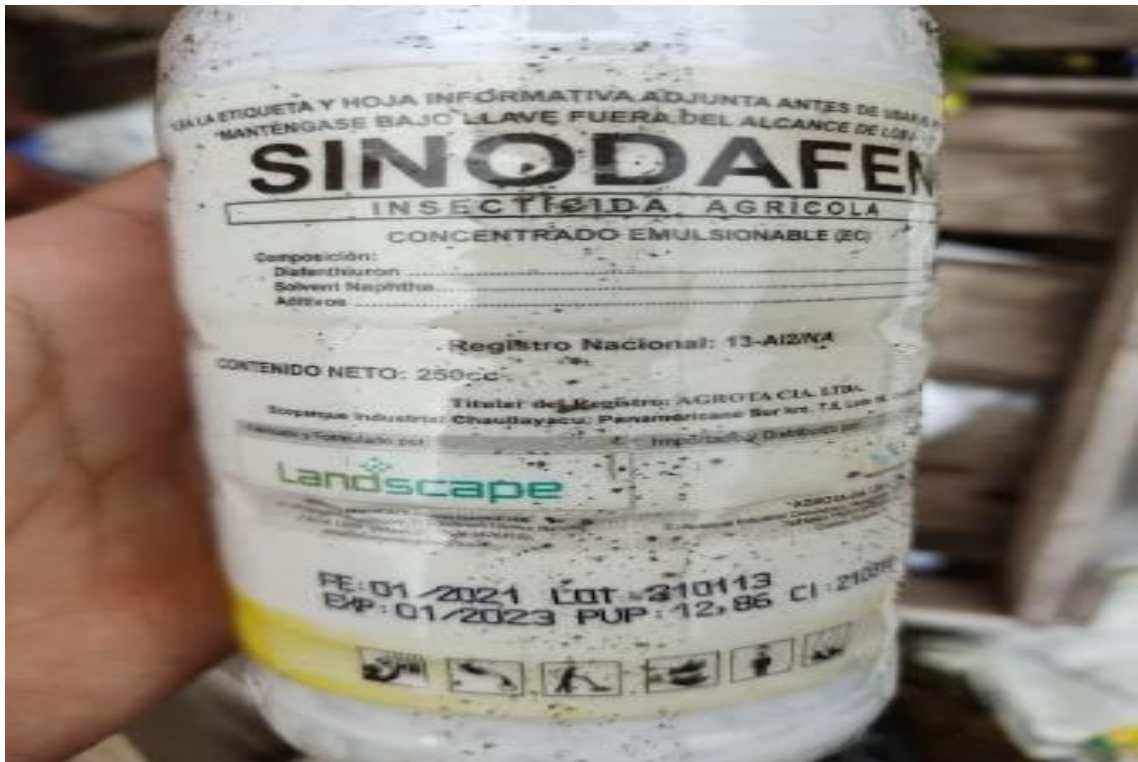
ANEXO D: INSECTICIDA "AGRESOR" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO E: INSECTICIDA "ALPHACOR" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO F: INSECTICIDA "ALPHACOR" ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO G: CHAMICO (*Datura stramonium* L.) ENCONTRADO EN LA ZONA ALTA



ANEXO H: CHAMICO (*Datura stramonium* L.) ENCONTRADO EN LA ZONA BAJA



ANEXO I: MONITOREO DE TRAMPAS AMARILLAS



ANEXO J: RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO



ANEXO K: MUESTREO DE ENTOMOFAUNA PRESENTE EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO L: PLANTA DE TOMATE DE ÁRBOL CON SÍNTOMAS DE PUNTA MORADA EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO M: ADULTO DE *Bactericera cockerelli* Sulc. EN PROCESO DE OVIPOSICIÓN ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO N: ADULTO DE *Bactericera cockerelli* Sulc. EN PROCESO DE CAMBIO DE TEGUMENTO O CUTÍCULA ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO

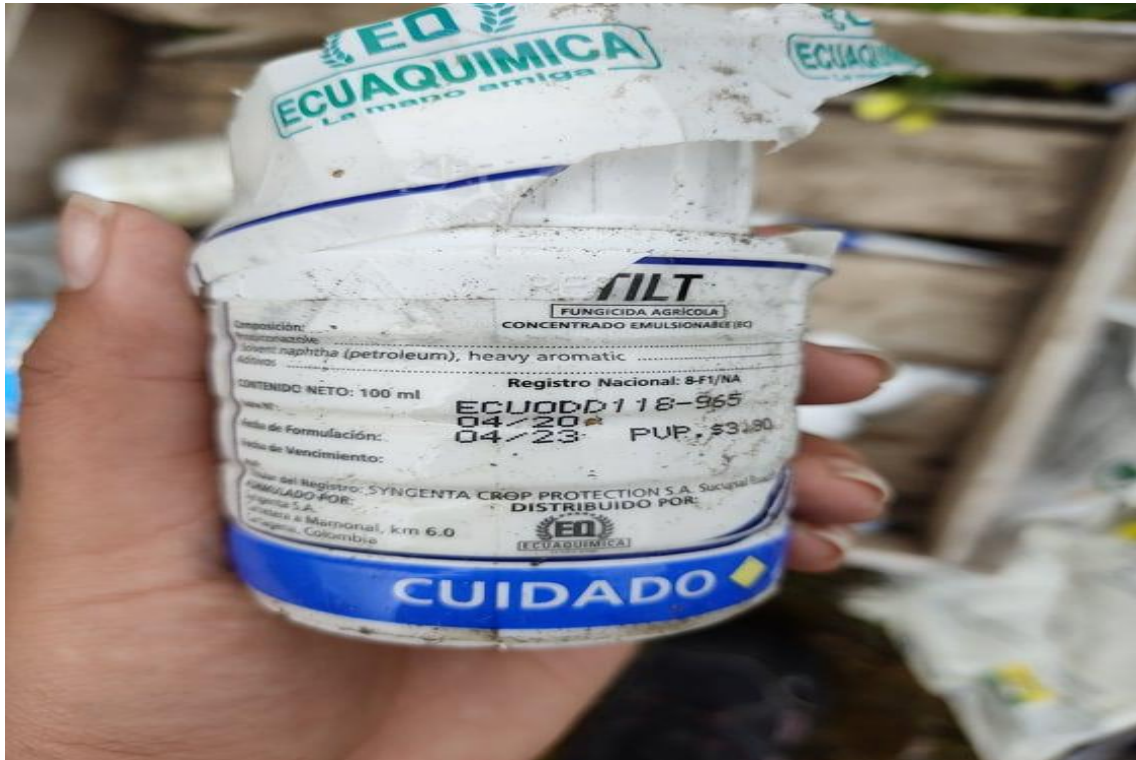


ANEXO Ñ: LIBRO DIGITAL DE TOMA DE DATOS DEL MUESTREO “EPICOLLECT”

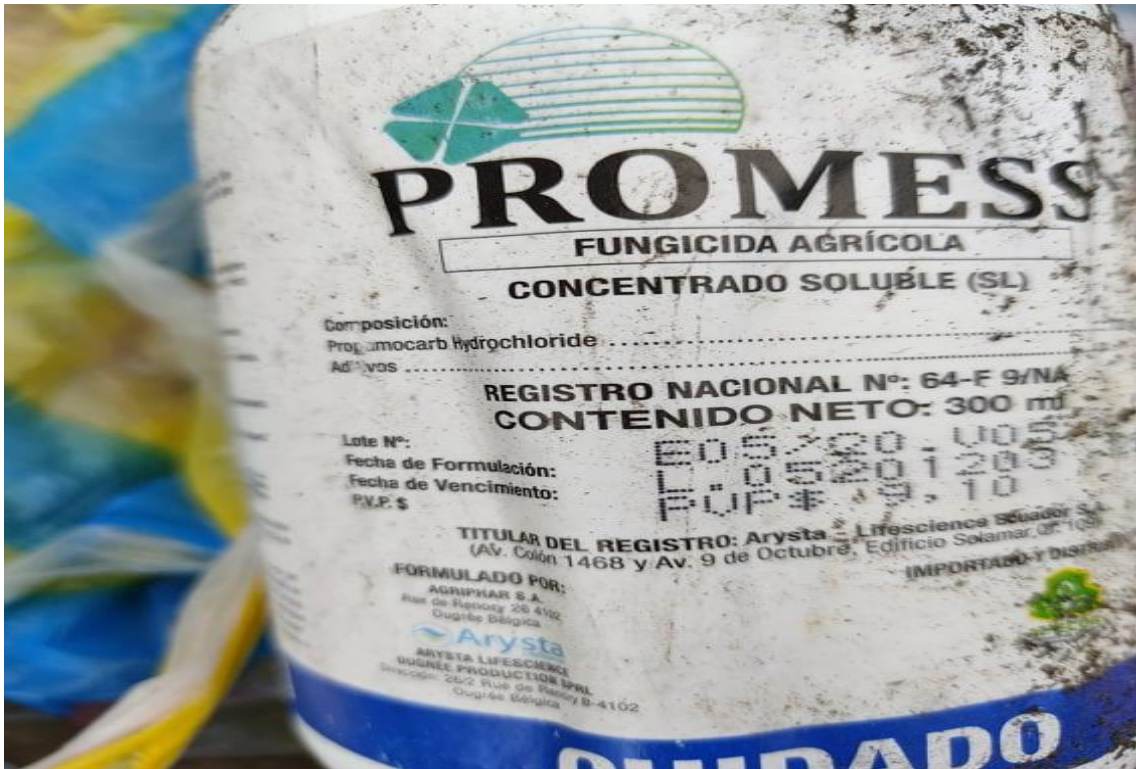
The screenshot shows the 'Monitoreo plagas' application interface. At the top, there is a purple header with a menu icon, the logo, and the title 'Monitoreo plagas'. Below the header, there are navigation options: '< Regresar' and 'Eliminar entrada'. The main content area is divided into three sections, each with a purple header and a white body containing data and a green edit icon.

- Responsable:** Nathaly Maygualema
- Fecha de monitoreo:** 14/04/2021
- Georeferencia:**
 - Ubicacion:** {"latitude": "-1.503860", "longitudo": "-78.474457", "accuracy": "9"}
 - Provincia:** Chimborazo
 - Canton:** Penipe
 - Lotes:** 1

ANEXO O: FUNGICIDA “TILT” ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO P: FUNGICIDA “PROMESS” ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO Q: FUNGICIDA “EURO” ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO



ANEXO R: INDIVIDUOS DE PARATRIOZA ENCONTRADOS EN PLANTAS DE CHAMICO (*Datura stramonium* L.)





epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13/06/2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Lady Nathaly Maygalema Ojeda
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



D.B.R.A.I.

Ing. Cristhian Castillo



1078-DBRA-UTP-2022